

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: OLIGOSSACARÍDEOS EM PREPARAÇÕES AGRÍCOLAS

### TECHNOLOGICAL FORECASTING: OLIGOSACCHARIDES IN AGRICULTURAL PREPARATIONS

Rachel Alves Maia<sup>1</sup>; Lidyane Souto Maciel<sup>2</sup>; Renato de Azevedo Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Bioquímica – PPGRBIO - Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil

Av. da Universidade, 2853 - Benfica, Fortaleza - CE, Brasil CEP: 60020-181

[amaia.rachel@gmail.com](mailto:amaia.rachel@gmail.com)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Bioquímica – PPGRBIO - Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil

[dyanesouto@gmail.com](mailto:dyanesouto@gmail.com)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO - Universidade de Fortaleza – UNIFOR – Fortaleza/CE – Brasil

[rmoreira@unifor.br](mailto:rmoreira@unifor.br)

#### Resumo

*O consumo mundial crescente de fertilizantes e a conseqüente preocupação com as questões ambientais estimulam o desenvolvimento de tecnologias que, simultaneamente, promovam o aumento da produtividade agrícola e minimizem os danos ao ambiente. Uma alternativa que atende a esses requisitos seria o uso combinado de estimulantes vegetais de origem natural com os fertilizantes habitualmente utilizados e, nesse contexto, os oligossacarídeos despontam como potenciais bioestimulantes vegetais. Com este trabalho, objetivou-se realizar uma prospecção tecnológica através da busca por patentes relacionadas a preparações agrícolas que contêm oligossacarídeos na sua composição. A pesquisa foi feita nas bases de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), da plataforma de busca de patentes da América Latina e Espanha (Latipat) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Os resultados mostram que houve um grande aumento no número de depósitos de patentes relacionadas a oligossacarídeos na agricultura nos últimos cinco anos, assim como uma forte tendência na utilização de oligossacarídeos de quitosana. A China é o principal detentor de patentes na área e o Brasil, embora não seja gerador desta tecnologia, encontra-se numa situação favorável para investir nesse ramo.*

**Palavras-chave:** oligossacarídeos, agricultura, patentes.

## Abstract

*The increasing global consumption of fertilizers and the consequent environmental concerns stimulate the development of technologies that simultaneously promote increased agricultural productivity and minimize environmental damage. An alternative that meets these requirements would be the combined use of naturally occurring plant stimulants with the commonly used fertilizers. In this context, oligosaccharides appear as potential plant biostimulants. With this work, the objective was to carry out a technological forecasting through the search for patents related to agricultural preparations containing oligosaccharides in their composition. The research was done in the European Patent Office (EPO), in the patent search platform of Latin America and Spain (Latipat) and in the National Institute of Industrial Property (INPI) databases. The results showed that there was a large increase in the number of patent deposits related to oligosaccharides in agriculture in the last five years, as well as a strong trend in the use of chitosan oligosaccharides. China is the main patent holder of the area and Brazil, despite not be a generator of this technology, is in a favorable position to invest in this field.*

**Key-words:** oligosaccharides, agriculture, patents.

## 1. Introdução

O suprimento de alimentos no âmbito mundial depende, em grande parte, da utilização de fertilizantes nas plantações de culturas economicamente importantes, prática que vem sendo adotada há vários anos e tem garantido o aumento da produtividade nas áreas cultivadas (TILMAN *et al.*, 2001; TILMAN *et al.*, 2002). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, na sigla em inglês), o consumo de fertilizantes em 2014 alcançou a marca dos 184,67 milhões de toneladas e estima-se que a demanda global por esses compostos cresça 1,6% por ano até 2019 (FAO, 2016). Entretanto, o consumo crescente de fertilizantes pode acarretar sérios problemas ambientais (DATTA *et al.*, 2016), sendo de grande relevância o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, que tanto propiciem maiores rendimentos na produção agrícola quanto minimizem os riscos ao ambiente (TILMAN *et al.*, 2002; RIGBY *et al.*, 2016).

O crescimento e o desenvolvimento de uma planta dependem diretamente do suprimento de nutrientes minerais e dos produtos da fotossíntese, mas também sofrem influência dos fitormônios, moléculas que atuam na regulação do metabolismo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013). De maneira geral, os fertilizantes mais utilizados contêm principalmente nitrogênio, mas também fósforo e potássio como fontes de nutrientes minerais; porém, não é comum a adição de substâncias reguladoras do crescimento vegetal na sua composição (ZAMAN *et al.*, 2014). Esta seria, contudo, uma alternativa sustentável para a questão levantada anteriormente, uma vez que a utilização de um fertilizante combinado com um bioestimulante vegetal poderia prover, simultaneamente, o aumento da produtividade agrária e a redução da quantidade de nitrogênio

utilizado. Este nutriente, apesar de ser o principal responsável pelos incrementos nos rendimentos agrícolas, quando presente em excesso, traz prejuízos ao ambiente, especialmente ao solo (TILMAN *et al.*, 2002; RIGBY *et al.*, 2016).

Os oligossacarídeos são moléculas formadas por cadeias curtas de unidades de monossacarídeos unidas por ligações glicosídicas (NELSON; COX, 2011). Podem ser encontrados naturalmente em alguns organismos ou obtidos através de síntese química ou enzimática e por meio da despolimerização de polissacarídeos, constituindo-se, assim, elementos com funções diversificadas e potenciais para aplicações biotecnológicas (GIESE *et al.*, 2011). Desta forma, tem sido relatado na literatura que alguns oligossacarídeos exercem funções reguladoras em processos vegetais como crescimento e desenvolvimento, podendo atuar também na defesa da planta. Suzuki *et al.* (2002) reportaram que o extrato do resíduo do suco de tomate é rico em ácidos oligogalacturônicos, os quais promoveram o crescimento de *Celosia argentea* L. e do próprio tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). De forma semelhante, Dar *et al.* (2015) verificaram que oligômeros de quitosana combinados com fósforo promoveram aumento da biomassa e melhora nos atributos fisiológicos do feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*). Ainda, segundo Kucerová *et al.* (2014), oligossacarídeos de galactoglucomanana foram capazes de aliviar o estresse causado por cádmio em raízes de *Arabidopsis*. Tais efeitos, aliados à biodegradabilidade, estabilidade química e biodisponibilidade dos oligossacarídeos, encorajam a utilização dessas moléculas em preparações comerciais de fertilizantes, o que promoveria efeitos sinérgicos benéficos à produção agrícola (CABRERA *et al.*, 2013).

Nesse sentido, objetivou-se realizar uma prospecção tecnológica através da busca por documentos de patentes relacionados a fertilizantes e outras preparações agrícolas que contenham oligossacarídeos na sua formulação.

## 2. Metodologia

O trabalho foi realizado através de uma pesquisa por documentos de patentes nas bases de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO - *European Patent Office*, na sigla em inglês/ [worldwide.espacenet.com](http://worldwide.espacenet.com)), da plataforma de busca de patentes da América Latina e Espanha (Latipat/ [lp.espacenet.com/](http://lp.espacenet.com/)) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI/ [inpi.gov.br/](http://inpi.gov.br/)) do Brasil. O termo documento de patente, segundo o INPI, refere-se tanto ao registro das patentes já concedidas quanto aos pedidos de patentes ainda não analisados (INPI, 2017a).

O levantamento foi feito em julho de 2017 e as palavras-chave utilizadas em todos os bancos foram combinadas com o operador booleano “AND” e, exceto para o banco de dados do INPI, o caractere “?” foi utilizado após os termos “oligosaccharide” e “oligosacárido” (a fim de contemplar as formas singular e plural destas palavras), conforme disposto na Tabela 1. As palavras-chave foram alocadas no campo intitulado “título ou resumo” das plataformas de busca de patentes e em seguida, os dados obtidos foram exportados e analisados no software Microsoft Office Excel®. A fim de não haver sobreposição e nem resultados indesejados, as redundâncias geradas e os documentos de patentes que não correspondiam à pesquisa foram removidos manualmente.

Tabela 1 – Combinações de palavras-chave utilizadas para pesquisa nos bancos de dados EPO, Latipat e INPI.

<b>Combinações</b>	<b>EPO</b>	<b>Latipat</b>	<b>INPI</b>
Oligosaccharide? AND fertilizer	x	x	
Oligosaccharide? AND growth elicitor	x	x	
Oligosaccharide? AND growth promoter	x	x	
Oligosaccharide? AND plant growth	x	x	
Oligosaccharide? AND plant growth regulator	x	x	
Oligosacárido? AND fertilizante		x	
Oligosacárido? AND crecimiento de plantas		x	
Oligossacarídeos AND fertilizante		x	x

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3. Resultados e Discussão

O resultado da pesquisa por documentos de patentes está resumido na Tabela 2. Embora existam outras bases de dados disponíveis, o levantamento realizado neste trabalho foi abrangente, uma vez que a plataforma EPO, de forma especial, contém dados patentários de mais de noventa países. Deste modo, o banco de dados que retornou o maior número de registros foi o EPO (436), seguido do Latipat (9). A única patente identificada na base de dados do INPI também estava presente nos demais bases. Foram encontradas outras redundâncias entre os bancos EPO e Latipat, mas também, e principalmente, entre os registros do banco de dados europeu provenientes das pesquisas feitas com diferentes combinações.

Tabela 2 – Relação dos resultados obtidos com as combinações de palavras-chave utilizadas nos bancos de dados EPO, Latipat e INPI.

<b>Combinações</b>	<b>EPO</b>	<b>LATIPAT</b>	<b>INPI</b>
Oligosaccharide? AND fertilizer	225	0	-
Oligosaccharide? AND growth elicitor	4	0	-
Oligosaccharide? AND growth promoter	25	0	-
Oligosaccharide? AND plant growth	160	1	-
Oligosaccharide? AND plant growth regulator	22	0	-
Oligosacárido? AND fertilizante	-	2	-
Oligosacárido? AND crecimiento de plantas	-	5	-
Oligossacarídeos AND fertilizante	-	1	1
TOTAL bruto por banco de dados	436	9	1
<b>TOTAL bruto</b>			446
<b>TOTAL sem redundâncias</b>			302

Fonte: Autoria própria (2017)

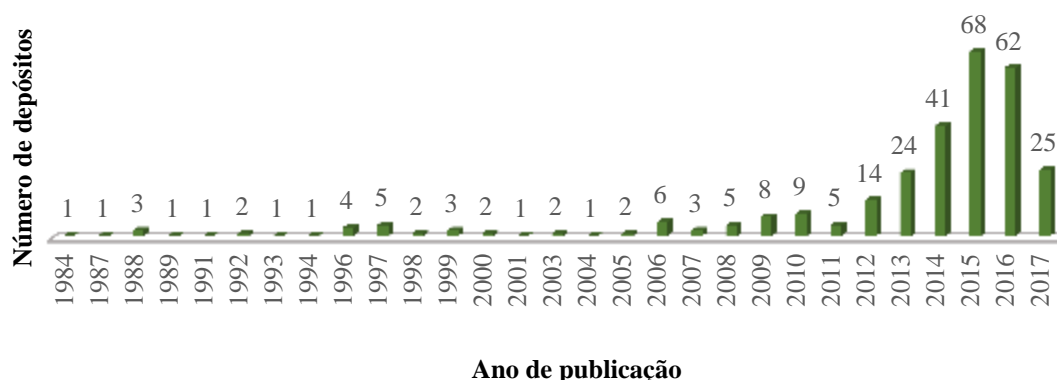
Após a retirada das patentes repetidas, a pesquisa obteve um total de 302 documentos de patentes relativos a fertilizantes ou aditivos agrícolas que continham algum tipo de oligossacarídeo na sua composição. Deste total, aproximadamente 50% correspondem a documentos que fazem menção aos oligômeros de quitosana, um polímero formado a partir da desacetilação da quitina, o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza, que encontra-se nos exoesqueletos de artrópodes e insetos e na parede celular de fungos (MUANPRASAT; CHATSUDTHIPONG, 2017). Corroborando os resultados deste trabalho com a literatura, diversos estudos têm relatado a ação dos oligossacarídeos de quitosana como reguladores do crescimento vegetal (DAR *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2015; YIN *et al.*, 2012; DZUNG; KAHNH; DZUNG, 2011; KANANONT *et al.*, 2010; CABRERA *et al.*, 2010; NGE *et al.*, 2006). Oligossacarídeos resultantes da degradação do alginato, das xiloglucanas e de outros polímeros vegetais também foram mencionados nos documentos de patentes investigados.

### 3.1 Evolução temporal do depósito de documentos de patente

A Figura 1 mostra, numa escala de tempo, a quantidade de depósitos de patentes relacionadas a fertilizantes e outros aditivos agrícolas que contêm oligossacarídeos. O primeiro registro data de 1984, onde um pedido foi encontrado. A partir de 2012, o número patentes

depositadas foi crescendo a cada ano, com pico em 2015, onde foram registrados 68 pedidos. Não foram registrados pedidos nos anos de 1985, 1986, 1990, 1995 e 2002. Até a data da pesquisa (19/07/2017), foram encontrados 25 pedidos de patentes no ano de 2017.

Figura 1 – Evolução temporal do depósito de documentos de patente para preparações agrícolas que possuem oligossacarídeos na sua composição.



Fonte: Autoria própria (2017)

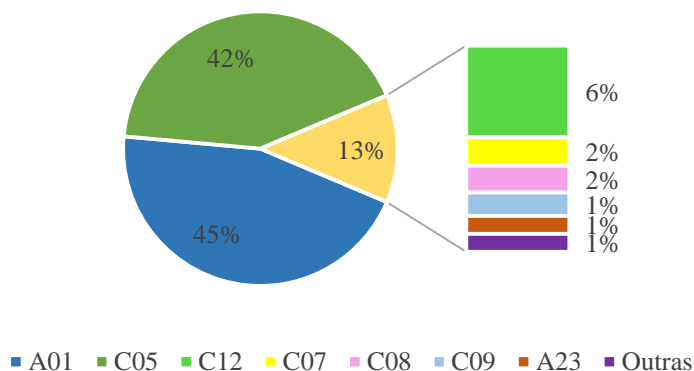
### 3.2 Área de aplicação das patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes (IPC)

A Classificação Internacional de Patentes (IPC – *International Patent Classification*, na sigla em inglês) foi criada em 1971, a partir do Acordo de Estrasburgo. Ela divide as patentes em 8 seções, designadas por letras maiúsculas de A a H, as quais subdividem-se classes e estas, em subclasses, de acordo com um sistema hierárquico (INPI, 2017b). As Figuras 2 e 3 ilustram, respectivamente, as principais classes e subclasses identificadas nas patentes analisadas.

Praticamente todos os documentos de patentes se enquadraram exclusivamente nas seções A e C, que contemplam os campos “Necessidades humanas” e “Química; Metalurgia”, respectivamente. Vale ressaltar que grande parte das patentes analisadas pertencem a mais de uma seção, sendo, por isso, classificadas tanto como A quanto como C. Apenas uma das 302 patentes identificadas foi incluída na seção B (classe B01, relativa a processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral), entretanto, esta mesma patente também foi incluída na seção A. Foram verificadas 10 classes, sendo predominantes a A01 (45%) e a classe C05 (42%), que englobam, respectivamente, a área da agricultura e dos fertilizantes e sua fabricação, confirmando o caráter agrônomo da aplicação dessas patentes. As demais classes encontradas estão relacionadas com

bioquímica, química orgânica, compostos macromoleculares orgânicos, composições diversas e gêneros alimentícios (Figura 2).

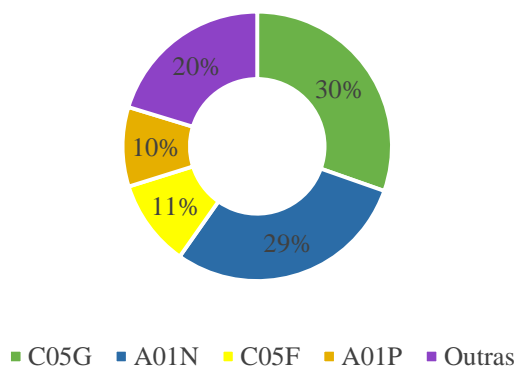
Figura 2 – Classes mais representativas dos documentos de patentes para preparações agrícolas que possuem oligossacarídeos na sua composição, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes.



Legenda: A01 = Agricultura; Silvicultura; Criação animal; Caça; Captura em armadilhas; Pesca; C05 = Fertilizantes; Sua fabricação; C12 = Bioquímica; Cerveja; Álcool; Vinho; Vinagre; Microbiologia; Enzimologia; Engenharia genética ou de mutação; C07 = Química orgânica; C08 = Compostos macromoleculares orgânicos; Sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos; C09 = Corantes; Tintas; Polidores; Resinas naturais; Adesivos; Composições não abrangidas em outros locais; Aplicações de materiais não abrangidos em outros locais; A23 = Alimentos ou gêneros alimentícios; seu beneficiamento, não abrangido por outras classes.

Fonte: Autoria própria, baseado em INPI (2017b)

Figura 3 – Subclasses mais representativas dos documentos de patentes para preparações agrícolas que possuem oligossacarídeos na sua composição, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes.



Legenda: C05G = Misturas de um ou mais fertilizantes com substâncias que não possuem atividade especificamente fertilizante, como pesticidas, condicionadores do solo, agentes umectantes; A01N = Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, como desinfetantes, pesticidas ou herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas; C05F = Fertilizantes orgânicos como fertilizantes resultantes do tratamento de lixo ou refugos; A01P = Atividade de compostos químicos ou preparações biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas.

Fonte: Autoria própria, baseado em INPI (2017b)

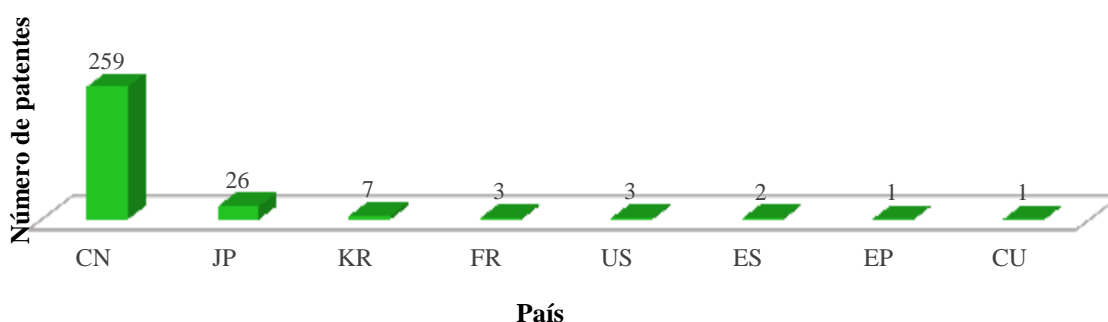


Também foram identificadas 27 subclasses, dentre as quais destacam-se C05G (30%), A01N (29%), CO5F (11%) e A01P (10%) que referem-se a misturas de fertilizantes com substâncias que não possuem atividade especificamente fertilizante, como biocidas (pesticidas, herbicidas), reguladores do crescimento de plantas e condicionadores do solo, dentre outros e fertilizantes orgânicos resultantes do tratamento de lixo ou refugos (Figura 3). Essa observação reforça o conhecimento de que oligossacarídeos podem desempenhar funções diversas no metabolismo de plantas, atuando, por exemplo, desde a promoção do crescimento de brotos e raízes e na melhoria de parâmetros fotossintéticos (Suzuki et al., 2002; Idress et al., 2011) até a proteção contra patógenos e estresses causados por metais pesados (Vera et al., 2012; Kucerová et al., 2014). Uma série de outras funções associadas ao crescimento, desenvolvimento e defesa de plantas também são atribuídas a oligossacarídeos, conforme revisado por CABRERA et al. (2013).

### 3.3 Países depositantes

Dos 302 documentos de patentes analisados, 259 foram depositados pela China, o que corresponde a mais de 85% dos depósitos. Em seguida, encontram-se Japão (26 pedidos) e República da Coreia (7 pedidos). França e Estados Unidos foram responsáveis por três pedidos, enquanto a Espanha foi responsável por dois. Ainda, um pedido foi depositado pela Organização Europeia de Patentes e um por Cuba (Figura 3).

Figura 3 – Países detentores de patentes relacionadas a preparações agrícolas que possuem oligossacarídeos na sua composição.



Legenda: CN = China; JP = Japão; KR = República da Coreia; FR = França; US = Estados Unidos; ES = Espanha; EP = Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO); CU = Cuba;  
 Fonte: Autoria própria (2017)

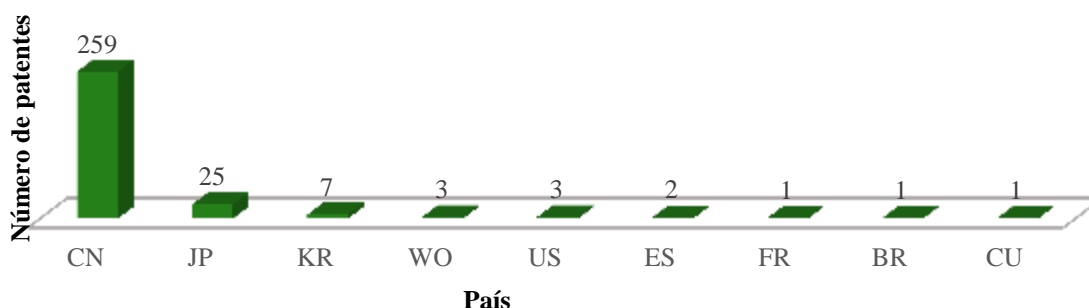
Resultados semelhantes foram encontrados por Rosa (2014), que verificou que a China foi a maior detentora de patentes de aço, estando acima da média mundial. Leódido *et al.* (2017), também constataram um notável número de patentes de origem chinesa no resultado da busca com



as palavras-chave “polissacarídeo” e “diarreia”. Esse pronunciado número de patentes chinesas pode ser explicado devido ao fato de o país ter passado por uma reestruturação do seu sistema de Propriedade Intelectual, o que levou à sua entrada na Organização Mundial do Comércio (OMC) no ano de 2000 (HU; JEFFERSON, 2009; ROSA, 2014).

Ao comparar os países depositantes de patentes (Figura 3) e os países onde as patentes estão protegidas (Figura 4), percebe-se que os gráficos são praticamente idênticos e isto indica que as nações detentoras de patentes tendem a desenvolver o mercado interno. Por exemplo, todas as patentes chinesas e coreanas são protegidas nos respectivos países e dos 26 documentos de patentes gerados no Japão, 25 também são protegidos neste país. Situação semelhante ocorreu com os Estados Unidos, Espanha e Cuba. Um dado que chama a atenção é que a única patente protegida no Brasil referente ao uso de oligossacarídeos em preparados agrícolas não é nacional (mas originária da França), o que, apesar de revelar uma fragilidade do país, também constitui-se uma oportunidade para o desenvolvimento desse setor específico no território nacional, visto que, nos últimos anos, o Brasil tem recebido investimentos estrangeiros para a produção de fertilizantes (OECD-FAO, 2015).

Figura 4 – Países onde os documentos de patentes para preparações agrícolas que possuem oligossacarídeos na sua composição estão protegidos.



Legenda: CN = China; JP = Japão; KR = República da Coreia; WO = Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO); US = Estados Unidos; ES = Espanha; FR = França; BR = Brasil; CU = Cuba;

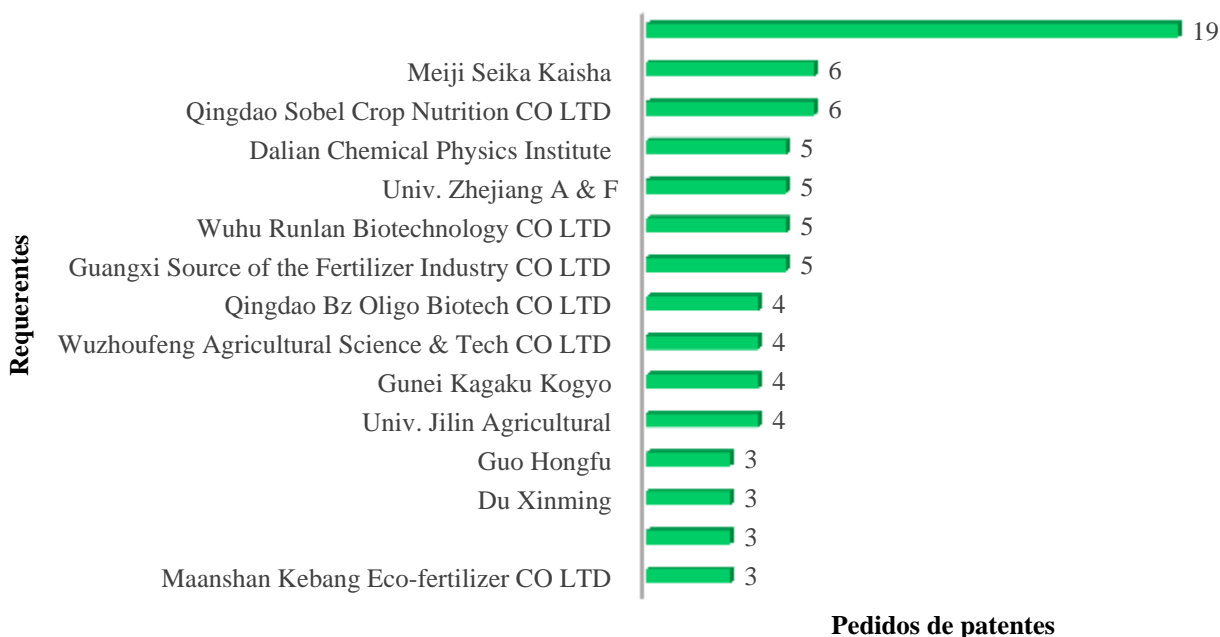
Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.4 Principais requerentes

Quinze denominações foram identificadas como as responsáveis por fazer o maior número de pedidos de depósito para as patentes analisadas (Figura 5). Destas, dez são empresas privadas, sendo oito situadas na China e duas no Japão. Foram identificadas, ainda, três universidades chinesas e duas pessoas físicas desta mesma nacionalidade. A companhia Hainan Zhengye Zhongnong High Technology CO LTD está no topo do número de pedidos, com 19 solicitações.

Em segundo lugar estão as empresas Meiji Seika Kaisha, do Japão, e Qingdao Sobel Crop Nutrition CO LTD, da China, cada uma com seis pedidos. Os demais requerentes, não representados no gráfico, foram responsáveis por um ou dois pedidos de patentes relacionadas a oligossacarídeos na agricultura e, juntos, correspondem a mais de 70% dos pedidos de patentes avaliados neste trabalho.

Figura 5 – Principais instituições requerentes de patentes relacionadas a fertilizantes com oligossacarídeos na sua composição.



Fonte: Autoria própria (2017)

#### 4. Conclusão

As patentes analisadas no presente estudo estão relacionadas a fertilizantes e outras preparações agrícolas que contêm oligossacarídeos diversos na sua composição e os oligômeros de quitosana são os mais utilizados em tais formulações. Também foi observado um aumento progressivo no número de depósitos desse tipo de patente nos últimos anos, sendo a China líder majoritária na detenção dessas patentes. O Japão também possui uma participação relevante neste campo, principalmente se comparado aos demais países depositantes. O Brasil, embora não seja gerador dessa tecnologia, encontra um cenário propício para investimentos na área.

## Referências

CABRERA, J-C.; BOLAND, A.; CAMBIER, P.; FRETTEINGER, P.; VAN CUTSEM, P. Chitosan oligosaccharides modulate the supramolecular conformation and the biological activity of oligogalacturonides in Arabidopsis. **Glycobiology**, v. 20, n. 6, p. 775–786, mar. 2010.

CABRERA, J-C.; WÉGRIA, G.; ONDERWATER, R.C.A.; GONZÁLEZ, G.; NÁPOLES, M.C.; FALCÓN-RODRÍGUEZ, A.B.; COSTALES, D.; ROGERS, H.J.; DIOSDADO, E.; GONZÁLEZ, S.; CABRERA, G.; GONZÁLEZ, L; WATTIEZ, R. Practical use of oligosaccharins in agriculture. **Acta Horticulturae**, v. 1009, p. 195-212, nov. 2013.

DAR, T. A.; UDDIN, M.; KHAN, M. M. A.; ALI, A.; MIR, S-R; VARSHNEY, L. Effect of Co-60 gamma irradiated chitosan and phosphorus fertilizer on growth, yield and trigonelline content of *Trigonella foenum-graecum* L. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 8, n. 3, p. 446 – 458, jul. 2015.

DATTA, S.; SINGH, J.; SINGH, S.; SINGH, J. Earthworms, pesticides and sustainable agriculture: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 9, p.8227–8243, mai. 2016.

DZUNG, N. A.; KHANH, V.T. P.; DZUNG, T. T.; Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 2, p. 751–755, mar. 2011.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World fertilizer trends and outlook to 2019**. Summary report. Rome, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5627e.pdf>>. Acesso em março de 2017.

GIESE, E. C.; HIROSI, T.; DA SILVA, M. L. C.; DA SILVA, R.; BARBOSA, A. M. Produção, propriedades e aplicações de oligossacarídeos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 683-700, abr/jun. 2011.

HU, A. G.; JEFFERSON, G. H. A great wall of patents: What is behind China's recent patent explosion? **Journal of Development Economics**, v. 90, n. 1, p. 57–68, set. 2009.

IDREES, M.; NAEEM, M.; ALAM, M.; AFTAB, T.; HASHMI, N.; KHAN, M. M. A.; MOINUDDIN; VARSHNEY, L. Utilizing the  $\gamma$ -irradiated sodium alginate as a plant growth promoter for enhancing the growth, physiological activities, and alkaloids production in *Catharanthus roseus* L. **Agricultural Sciences In China**, v. 10, n. 8, p.1213-1221, ago. 2011.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Busca de Patentes**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/busca-de-patentes>>. Acesso em 19 de julho 2017a.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Classificação de Patentes**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>>. Acesso 19 de julho de 2017b.

KANANONT; N. PICHYANGKURA, R.; CHANPRAME, S.; CHADCHAWAN, S.; LIMPANAWECH, P. Chitosan specificity for the in vitro seed germination of two *Dendrobium* orchids (Asparagales: Orchidaceae). **Scientia Horticulturae**, v. 124, n. 2, p. 239–247, mar. 2010.

KUCEROVÁ, D.; KOLLÁROVÁ, K.; ZELKOA, I.; VATEHOVÁ, Z.; LISKOVÁ, D. Galactoglucomannan oligosaccharides alleviate cadmium stress in *Arabidopsis*. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 7, p. 518–524, abr. 2014.

LEÓDIDO, A. C. M.; ALVARENGA, E. M.; ARAÚJO, T. S. L.; SOUSA, N. A.; SOUZA, L. K. M.; DA COSTA, D. S.; SOUZA, F. M.; MEDEIROS, J. V. R. Prospecção tecnológica de polissacarídeos com atividade antidiarreica. **Revista GEINTEC**, v.7, n.1, p.3655-3668, jan/fev/mar. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7198/S2237-072220170001006>>.

MUANPRASAT, C.; CHATSUDTHIPONG, V. Chitosan oligosaccharide: Biological activities and potential therapeutic applications. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 170, p. 80–97, fev. 2017.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NGE, K. L.; NWE, N.; CHANDRKRACHANG, S.; STEVENS, W. F. Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. **Plant Science**, v. 170, n. 6, p. 1185–1190, jun. 2006.

OECD-FAO - Organisation for Economic Co-operation and Development /Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural Outlook 2015 - 2024. In: **Brazilian agriculture: Prospects and challenges**. OECD Publishing, Paris, 2015. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en)>.

RIGBY, H.; CLARKE, B. O.; PRITCHARD, D. L.; MEEHAN, B.; BESHAN, F.; SMITH, S. R.; PORTER, N. A. A critical review of nitrogen mineralization in biosolids-amended soil, the associated fertilizer value for crop production and potential for emissions to the environment. **Science of the Total Environment**, v. 541, p. 1310–1338, jan. 2016.

ROSA, C. B. A. **Prospecção tecnológica em ligas resistentes à corrosão para aplicação no setor de óleo e gás**. 2014. 178 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SUKUZI, T.; TOMITA-YOKOTANI, K.; TSUBURA, H.; HIOSHIDA, S.; KUSAKABE, I.; YAMADA, K.; MIKI, H.; HASEGAWA, K. Plant growth-promoting oligosaccharides produced from tomato waste. **Bioresource Technology**, v. 81, n. 2, p. 91-96, jan. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671–677, ago. 2002.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, v. 292, n. 5515, p. 281-284, abr. 2001.

VERA, J.; CASTRO, J.; CONTRERAS, R.A.; GONZÁLEZ, A.; MOENNE, A. Oligo-carrageenans induce a long-term and broad-range protection against pathogens in tobacco plants (var. Xanthi). **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 79, p. 31-39, jul. 2012.

WANGA, M.; CHENC, Y.; ZHANG, R.; WANGA, W.; ZHAOA, X.; DUA, Y.; YIN, H. Effects of chitosan oligosaccharides on the yield components and production quality of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) in Northwest China. **Field Crops Research**, v. 172, p. 11–20, fev. 2015.

YIN, H.; FRETTE, X. C.; CHRISTENSEN, L. P.; GREVSEN, K. Chitosan oligosaccharides promote the content of polyphenols in greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n.1, p. 136–143, nov. 2011.

ZAMAN, M.; KUREPIN, L. V.; CATTOA, W.; PHARISC, R. P. Enhancing crop yield with the use of N-based fertilizers co-applied with plant hormones or growth regulators. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 9, p. 1777–1785, jul. 2015.

Recebido: 28/07/2017

Aprovado: 15/10/2019