



PERSPECTIVAS DO USO DA QUITOSANA E LAPONITA NA TECNOLOGIA DE REVESTIMENTO DE SEMENTES

Kelly Santana Lima¹, Renata Silva-Mann², Victor Hugo Vitorino Sarmiento¹

¹Programa de Pós-Graduação em Química -PPGQ
Universidade Federal de Sergipe – Brasil, Av. Marechal Rondon, s/n -Jardim Rosa Elze,São
Cristóvão-SE, Brasil,CEP:49100-000
kelly_quimica@live.com

²Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
renatamann@academico.ufs.br

¹Programa de Pós-Graduação em Química -PPGQ
Universidade Federal de Sergipe – Brasil, Av. Marechal Rondon, s/n -Jardim Rosa Elze,São
Cristóvão-SE, Brasil,CEP:49100-000
vhsarmiento@gmail.com

Resumo

O revestimento de sementes consiste na aplicação de um material exógeno as sementes, que podem ser utilizados para facilitar o manuseio e plantabilidade. Na forma de corantes e polímeros podem modificar o formato e tamanho das sementes; como também podem conter agentes de biocontrole e micróbios, que protegem e melhoram a qualidade e desempenho no desenvolvimento das plantas. Desta forma, objetivou-se com este estudo investigar as tecnologias mais relevantes patenteadas relacionadas ao uso da laponita e quitosana em sementes. Realizou-se um levantamento de patentes depositadas, que foram avaliadas quanto à distribuição por país, Classificação Internacional de Patentes. Optou-se por analisar um total de 500 patentes mais relevantes distribuídas, que foram identificadas em inventos e processos relacionadas ao armazenamento, encapsulamento, formulação de fertilizantes, polímeros e recobrimento de sementes. Observou-se que não há patentes que tragam a quitosana e a laponitas juntas aplicadas ao revestimento de sementes, entretanto de forma isolada esses materiais já foram empregados em recobrimentos ou aplicações ligadas às sementes, tal qual a fabricação de fertilizantes, por exemplo.

Palavras-chave: recobrimento; prospecção; patentes.

1 Introdução

A agricultura ocupa um terço da superfície terrestre, movimentando bilhões de dólares, e gera inúmeros empregos (ROCHA et al., 2019). Com o número de pessoas famintas mundialmente acima de 925 milhões e perspectivas de alcançar os dois bilhões até 2050, faz-se necessário o desenvolvimento tecnológico da agricultura (MA, 2019). Em face ao exposto e a crescente

demanda por alimentos, aliada ao cenário climático e a práticas convencionais, faz necessária a busca por alternativas e desenvolvimento de novas tecnologias, que possibilitem à agricultura atender estas premissas (EHSANFAR; MODARRES-SANAVY, 2005; MA, 2019; ROCHA et al., 2019).

Diante disto, a agricultura de precisão busca melhorar a produção, rendimentos e lucros, além de reduzir o uso de agroquímicos e diminuir os impactos ambientais. O enfraquecimento da biodiversidade e produtividade dos ecossistemas, a exemplo da substituição de plantas nativas por exóticas, são um problema que pode contribuir para a degradação e desertificação de áreas (MADSEN et al., 2016). Para evitar a queda na produtividade é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que reestabeçam o equilíbrio para as plantas. Assim como, promover melhor produtividade agrícola. No entanto, as principais barreiras à restauração do ecossistema podem ser atenuadas por inovações em sementes. Estas inovações podem envolver o uso de substâncias de origem em matéria-prima natural, e assim a substituição de produtos sintéticos em naturais com nenhum, ou mínimo impacto ambiental.

O revestimento de sementes movimenta bilhões de dólares no setor agrícola. É uma técnica dominada pelo setor privado o que torna muitas informações sobre novas tecnologias de difícil acesso (PEDRINI et al., 2017). Este revestimento consiste na aplicação de um material exógeno as sementes, como corantes e polímeros que modificam a forma e tamanho das sementes, facilitam a redução do atrito em maquinários agrícolas empregados no plantio; como também podem conter agentes de biocontrole e micro-organismos, que protegem e melhoram a manutenção da qualidade e desempenho das sementes (ROCHA et al., 2019; Cruz et al., 2017).

O uso de revestimentos em grande escala iniciou-se na década de 1960 (SUNDHORO et al., 2017). Pode-se ter três tipos de revestimento: o revestimento filme, que consiste na aplicação de uma camada fina do material a casca das sementes, sem modificar sua forma e tamanho, melhorando sua plantabilidade. Outro tipo é denominado peletização, que por sua vez, modifica o tamanho, peso e a forma das sementes, tornando-as mais uniformes facilitando o plantio; e a incrustação, que encontra-se intermediária aos demais revestimentos quanto a modificação de peso e espessura de material nas sementes (MA, 2019; PEDRINI et al., 2017; ROCHA et al., 2019).

Os ingredientes ativos, recebidos pelos revestimentos, podem ser agroquímicos como agrotóxicos. Como forma de enriquecer os revestimentos podem ser adicionados a sua composição protetores como ingredientes ativos, que melhoram a o crescimento e rendimento das plantas pois age contra os patógenos. É preciso, entretanto, ter cuidado quanto às possíveis contaminações e prejuízos ao ecossistema causadas pelos protetores (PEDRINI et al., 2017).

Dentre as possibilidades de matéria-prima para uso em revestimentos, tem-se a quitosana, que foi relatada como agente antifúngico e em sementes de *Cynara scolymus* (ZIANI; URSÚA; MATÉ, 2010). Entretanto, alguns protetores requerem cuidado pois podem prejudicar o meio ambiente e o ecossistema.

A disponibilidade de nutrientes durante o crescimento das plantas é outro fator que pode ser melhorado com os agentes adicionados ao revestimento, neste caso, podem ser micronutrientes essenciais como fósforo (P), potássio (K), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), dentre outros macro e micronutrientes (BINDRABAN et al., 2015; FAROOQ; Wahid; SIDDIQUE, 2012). Sementes de *Triticum aestivum* revestidas com polímero enriquecido com Cu, Mn e Zn tiveram maior absorção de nutrientes como nitrogênio (N), fosforo e cobre, além de desenvolverem grãos mais vigorosos (WIATRAK, 2013).

Agentes estimuladores de crescimento também contribuem para a produtividade das plantas. Os agentes marcadores podem ser visíveis (cores) ou não (corantes fluorescentes, por exemplo), que permitem o rastreamento de lotes quanto a origem, o tratamento que a semente

recebeu, e adicionalmente facilitam a semeadura e dificultam a falsificação como sementes piratas, desta forma garantido a qualidade e procedência das sementes no processo de certificação e fiscalização.

A quitosana é um biopolímero, atóxico, biodegradável, versátil e muito abundante. Obtido pela desacetilação da quitina oriunda de camarões e cascas de crustáceos, é insolúvel em água, o que limita suas aplicações. A quitosana tem sido utilizada no revestimento de sementes entre outras aplicações na agricultura. O uso da quitosana na forma de nanosolução têm ampliado a possibilidade de seu uso (DIVYA et al., 2019; LI et al., 2019; QU;LUO, 2020). Foi descrita a capacidade do hidrogel formado pela quitosana de adsorção de resíduos, podendo ter ação na remediação de compostos tóxicos. Além de atenuar o estresse abiótico nas plantas, a quitosana mostrou efeitos positivos nas taxas de germinação de sementes e crescimento de mudas a baixas temperaturas (LI et al., 2019; QU;LUO, 2020). Nanocompósitos de quitosana podem ser obtidos quando este polímero é misturado com nanoargilas, como a montmorilonita e a laponita. Os nanomateriais oriundos desta combinação oferecem melhoria na resistência mecânica, atividade antibacteriana e transporte de ativos (QU;LUO, 2020).

Este polímero promove a indução de enzimas, como a glucanase, polissacarídeos como a quitinas e, além de compostos fenólicos, terpenóides, proteínas, inibidores de proteases, lignificação, deposição de calos e compostos associados a explosão oxidativa; o que faz com que as plantas desenvolvam mecanismos de defesa. Por esse motivo, a quitosana vêm sendo utilizada para recobrimento de milho, tomate, arroz e sementes de trigo, por exemplo e têm demonstrado melhores taxas de germinação, qualidade fisiológica e vigor, além de induzir as defesas naturais das plantas. O uso de agroquímicos aliados à quitosana também têm mostrado resultados promissores (CRUZ et al., 2017).

A laponita é uma hectorita sintética, pertencente a classe das hesmectitas, que apresenta forma de discos nanométricos (AFEWERKI et al., 2019; MAEDA, 2019). A laponita é composta por camadas de sílica tetraédricas e folhas octaédricas de óxido de magnésio, com fórmula química $\text{Na}^{+0,7}[(\text{Mg}_{5,5},\text{Li}_{0,3})\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4]^{-0,7}$ (DÁVILA; D'ÁVILA, 2017). Seus discos têm face carregada negativamente e bordas carregadas positivamente, o que faz com que quando em água possam formar estrutura “castelo de carta”, por volta de 2% em massa, e a suspensão de laponita em água torna-se gel (AFEWERKI et al., 2019; MAEDA, 2019). A laponita pode intumescer, absorvendo altas quantidades de água. Além disso, apresenta elevada biocompatibilidade, morfologia anisotrópica e grande superfície de contato. Tais características a tornam atraente para o desenvolvimento de nanocompósitos e aplicação em diversas áreas do conhecimento (AFEWERKI et al., 2019; SHEIKHI et al., 2018).

Com todas as propriedades e benefícios apresentados, o objetivo deste trabalho foi realizar a prospecção de patentes que envolvam o uso da quitosana e laponita e suas aplicações na agricultura, em especial no tratamento de sementes. Tendo em vista as propriedades da quitosana e da laponita, além das necessidades da indústria agrícola de materiais que possam auxiliar no aumento da produtividade, proteção e plantabilidade de sementes, ao passo em que sejam utilizados materiais que não ofereçam riscos ao meio ambiente e aos consumidores destes produtos.

2 Monitoramento de tecnologias patenteadas relacionadas Quitosana e Laponita associadas a tratamentos de sementes

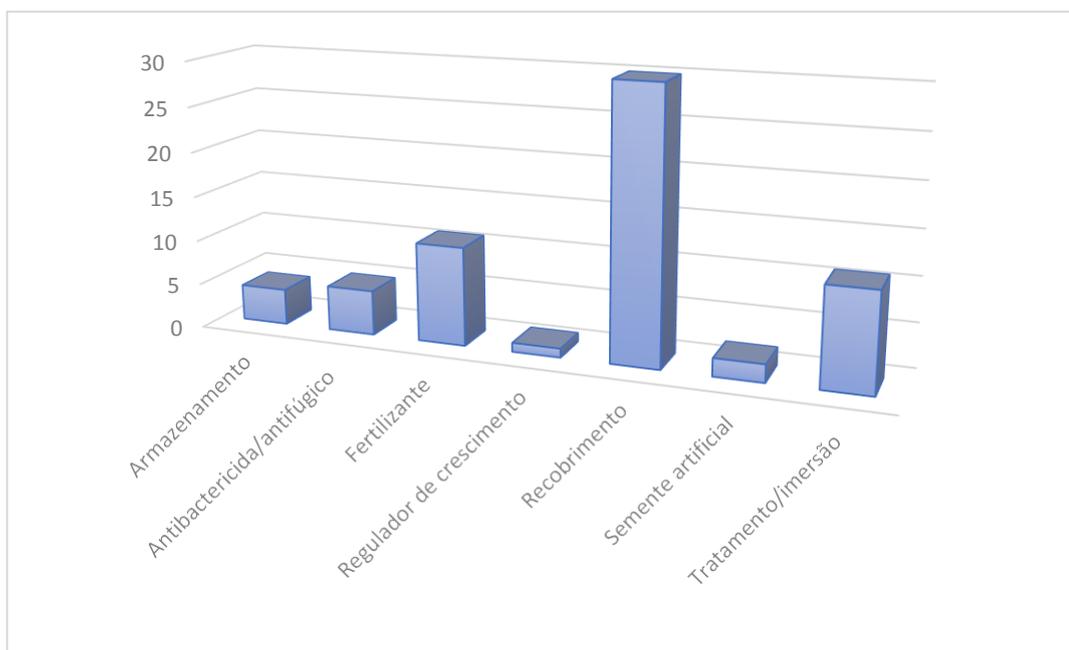
Na pesquisa a obtenção de ideias, não é suficiente para se ter um trabalho científico e com ele se obter uma inovação tecnológico, sem se conhecer primeiramente o estado da arte, ou seja, que e como são as inovações divulgadas na forma de patentes ou artigos científicos. A prospecção deste conhecimento assegura, que atualizações no estado da técnica possam ser

feitas. Assim, tendo como foco a obtenção de inovações associadas às sementes sem níveis de toxicidade empregando quitosana e laponita, se realizou este estudo de prospecção.

A pesquisa foi realizada nas bases de dados Espacenet, uma plataforma gratuita disponibilizada pelo *European Patent Office* (EPO), que fornece dados sobre patentes do mundo todo. A Espacenet é considerada uma das principais para realização desse tipo de pesquisa, em decorrência do grande número de trabalhos, mais de 100 milhões de documentos, que podem ser encontrados nessa base de dados (ABBAS et al., 2020). Para tal prospecção, foram utilizadas as palavras-chave “*chitosan and laponite and seed coat*”, “*chitosan and seed coat*”, “*laponite and seed coat*”. Os dados foram coletados até julho de 2020.

Não foram encontradas patentes que utilizassem a quitosana e a laponita associadas para o revestimento de sementes. Desta forma, realizou-se a busca pela aplicação destes materiais separadamente no tratamento de sementes. Ao realizar-se a busca por depósitos de patentes que utilizassem a quitosana para a aplicação em sementes obteve-se um total de 64 patentes. Na Figura 1 têm-se o gráfico com a distribuição das aplicações da quitosana no tratamento de sementes em função da quantidade de depósitos encontrados.

Figura 1. Principal uso da quitosana no tratamento de sementes a partir de dados de patentes em busca na base de dados Espacenet.



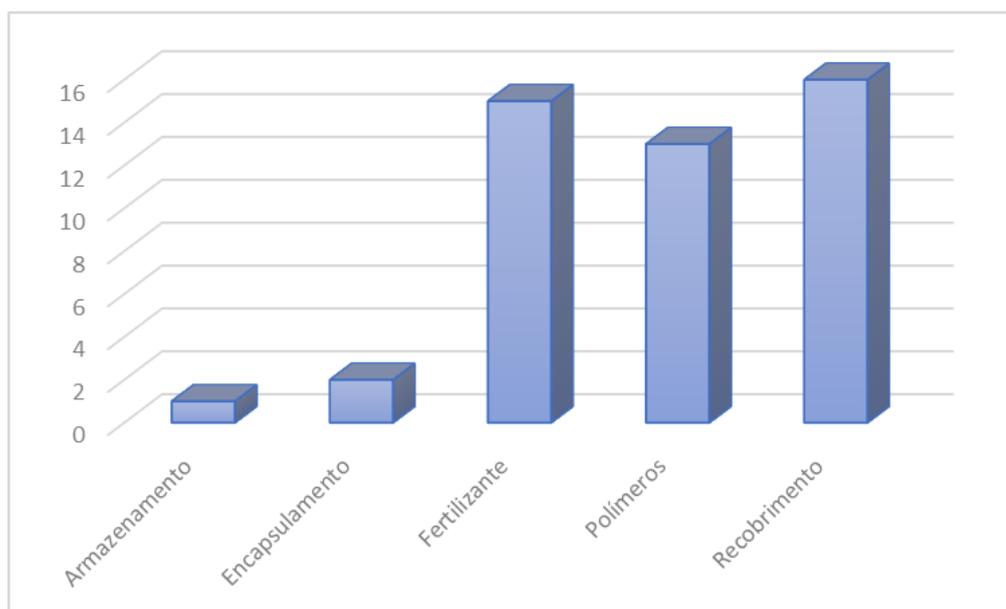
Fonte: Autoria própria

Infere-se a partir da Figura 1 que a quitosana recebe maior aplicação no revestimento de sementes. Apesar do grande número de patentes com a quitosana aplicada ao revestimento de sementes nenhuma utiliza a laponita na sua composição. Pode-se observar a aplicação da quitosana na forma de solução para o tratamento das sementes por imersão, total de 11 trabalhos. O uso de quitosana contra ação de patógenos, como anti bactericida ou antifúngico também foi observada em cinco patentes. O uso de quitosana na produção de revestimentos anti bactericidas, na forma de revestimento comestíveis, por exemplo, mostrou-se promissor na preservação e melhora da qualidade de alimentos e armazenamento de sementes pós colheita (Tian et al., 2019; Xiong et al., 2020). No armazenamento de sementes encontrou-se quatro patentes. Além disso, aplicou-se a quitosana na produção de fertilizantes (11). O revestimento

das sementes pode assegurar o contato da radícula a micronutrientes essenciais. Desta forma a planta recebe o estímulo necessário para seu vigor inicial (Bindraban *et al.*, 2015). Encontrou-se duas patentes que utilizavam a quitosana para formação de sementes artificiais, Sementes artificiais são micropopágulos que podem ser utilizadas como sementes para a produção de novas plantas (Iqbal *et al.*, 2019), que possuem um embrião verdadeiro envolto em matriz sólida ou coloidal que faz a função de nutrição, como um endosperma.

Realizou-se também a busca de patentes que aplicam a laponita ao tratamento de sementes. Os dados obtidos estão dispostos na Figura 2.

Figura 2. Principal uso da laponita no tratamento de sementes a partir de dados de patentes em busca na base de dados Espacenet.



Fonte: Autoria própria

A laponita têm sido mais utilizada no tratamento de sementes para formulação de fertilizantes (15), para o recobrimento de sementes (16), além de ligada a polímeros (13). O uso também é relatado para armazenamento (1) e encapsulamento (2).

Desta forma, nota-se que o uso destes materiais de forma isolada no tratamento e/ou na manutenção da qualidade física e fisiológica de sementes é promissor. Portanto, estudos que possam aliar esses dois materiais de forma a produzir um novo tratamento de sementes, tal qual, a produção de um revestimento que pode associar propriedades para proteção, hidratação e como meio de transporte de ativos as sementes.

3 Conclusões e perspectivas futuras

Considerando a importância econômica e as perspectivas de crescimento populacional, é fundamental o desenvolvimento tecnológico do meio agrícola, de forma a se obter maior produtividade e qualidade e segurança dos alimentos produzidos, de forma viável economicamente e limpa para o meio ambiente. Nesta vertente, a quitosana e a laponita, isoladamente, vêm mostrando resultados promissores. Entretanto não há relatos de trabalhos que combinem as propriedades destes dois materiais para esta finalidade. Deste modo, o desenvolvimento de novos materiais quitosana-laponita para o tratamento de sementes é promissor.

4 Referências

- ABBAS, Z.; YONG, L.; LI, Y.; WANG, R. Patent-based trend analysis for advanced thermal energy storage technologies and their applications. **International Journal of Energy Research**, v. 44, n. 7, p. 5093–5116, 2020.
- AFEWERKI, S.; MAGALHÃES, L. S. S. M.; SILVA, A. D. R.; STOCCO, T. D.; SILVA FILHO, E. C.; MARCIANO, F. R.; LOBO, A. O. Bioprinting a Synthetic Smectic Clay for Orthopedic Applications. **Advanced Healthcare Materials**, v. 8, n. 13, p. 1–14, 2019.
- BINDRABAN, P. S.; DIMKPA, C.; NAGARAJAN, L.; ROY, A.; RABBINGE, R. Revisiting fertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptake by plants. **Biology and Fertility of Soils**, v. 51, n. 8, p. 897–911, 2015.
- DÁVILA, J. L.; D'ÁVILA, M. A. Laponite as a rheology modifier of alginate solutions: Physical gelation and aging evolution. **Carbohydrate Polymers**, v. 157, p. 1–8, 2017.
- DIVYA, K.; VIJAYAN, S.; NAIR, S. J.; JISHA, M. S. Optimization of chitosan nanoparticle synthesis and its potential application as germination elicitor of *Oryza sativa* L. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 124, p. 1053–1059, 2019.
- FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K. H. M. Micronutrient application through seed treatments -a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 12, n. 121, p. 125–142, 2012.
- IQBAL, M.; ALI, A.; RASHID, H.; RAJA, N. I.; NAVEED, N. H.; MASHWANI, Z. U. R.; HUSSAIN, M.; EJAZ, M.; CHAUDHRY, Z. Evaluation of sodium alginate and calcium chloride on development of synthetic seeds. **Pakistan Journal of Botany**, v. 51, n. 5, p. 1569–1574, 2019.
- LI, R.; HE, J.; XIE, H.; WANG, W.; BOSE, S. K.; SUN, Y.; HU, J.; YIN, H. Effects of chitosan nanoparticles on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 126, p. 91–100, 2019.
- MAEDA, T. Structures and applications of thermoresponsive hydrogels and nanocomposite-hydrogels based on copolymers with poly (Ethylene glycol) and poly (lactide-co-glycolide) blocks. **Bioengineering**, v. 6, n. 4, p. 1–18, 2019.
- QU, B.; LUO, Y. Chitosan-based hydrogel beads: Preparations, modifications and applications in food and agriculture sectors – A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 152, p. 437–448, 2020.
- ROCHA, I.; MA, Y.; SOUZA-ALONSO, P.; VOSÁTKA, M.; FREITAS, H.; OLIVEIRA, R. S. Seed Coating: A Tool for Delivering Beneficial Microbes to Agricultural Crops. **Frontiers**

in **Plant Science**, v. 10, 2019.

RUIZ DE LA CRUZ, G.; AGUIRRE MANCILLA., C.; GODÍNEZ-GARRIDO, N.; OSORNIO-FLORES, N.; TORRES CASTILLO, J. Chitosan mixed with beneficial fungal conidia or fungicide for bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coating. **Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América**, v. 42, n. 5, p. 307–312, 2017.

SHEIKHI, A.; AFEWERKI, S.; OKLU, R.; GAHARWAR, A. K.; KHADEMHOSEINI, A. Effect of ionic strength on shear-thinning nanoclay-polymer composite hydrogels.

Biomaterials Science, v. 6, n. 8, p. 2073–2083, 2018.

SUNDHORO, M.; PARK, J.; JAYAWARDANA, K. W.; CHEN, X.; JAYAWARDENA, H. S. N.; YAN, M. Poly(HEMA-co-HEMA-PFPA): Synthesis and preparation of stable micelles encapsulating imaging nanoparticles. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 500, p. 1–8, 2017.

TIAN, F.; CHEN, W.; FAN, G.; LI, T.; KOU, X.; WU, C.; WU, Z. Effect of Ginkgo biloba seed exopleura extract and chitosan coating on the postharvest quality of ginkgo seed.

Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 99, n. 6, p. 3124–3133, 2019.

WIATRAC, P. Influence of seed coating with micronutrients on growth and yield of winter wheat in Southeastern Coastal Plains. **American Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 8, n. 3, p. 230–238, 2013.

XIONG, Y.; CHEN, M.; WARNER, R. D.; FANG, Z. Incorporating nisin and grape seed extract in chitosan-gelatine edible coating and its effect on cold storage of fresh pork. **Food Control**, v. 110, 2020.

ZIANI, K.; URSÚA, B.; MATÉ, J. I. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. **Crop Protection**, v. 29, n. 8, p. 853–859, 2010.