

16. 17 e 18
de **Outubro**

10° Fórum Rondoniense de Pesquisa



SÃO LUCAS
JI - PARANÁ - RO

Afya

Aplicação da Biotecnologia no melhoramento genético de culturas agrícolas para aumentar a Resistência a pragas

Nelcilene Werdam Fonseca^{1*}, Francisco Carlos da Silva²

¹ Acadêmica do Curso de Agronomia do Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná - JPR, Ji-Paraná, RO, Brasil. E-mail: nelcilenerdam@gmail.com.

² Doutor em Biologia Celular e Molecular aplicado à Saúde, Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná - JPR, Ji-Paraná-RO. E-mail: francisco.silva@saolucasjiparana.edu.br.

1. Introdução

A agricultura é de extrema importância para toda a sociedade, pois é através dela que se produzem os alimentos, sendo a base da economia mundial (DE MELO et al., 2021). O setor agrícola sustenta a oferta de alimentos básicos, além de diversificar a dieta e promover a nutrição. Assim, a agricultura se apresenta como um pilar estratégico para o desenvolvimento econômico e social das nações, especialmente em tempos de desafios globais. Conforme Assad (2004), a agricultura não está mais sendo vista como uma atividade primária isolada, estando cada vez mais associada aos setores industriais e comerciais.

O crescimento econômico associado à produção de alimentos é um dos pilares do desenvolvimento da agricultura, especialmente em economias emergentes. Embora a industrialização seja um processo antigo na humanidade, o avanço dos meios de produção tem sido marcante e diversificado. O progresso passou por várias fases tecnológicas. Técnicas mais aprimoradas da agricultura e da manufatura foram centrais para o desenvolvimento pleno da indústria produtiva global, setor que emprega um grande número de pessoas (VIEIRA FILHO et al., 2017).

A agricultura moderna enfrenta uma série de desafios significativos que comprometem sua eficiência e sustentabilidade, sendo as perdas de produtividade devido a pragas e doenças uma das questões mais preocupantes. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), até 40% das colheitas de alimentos são perdidas por pragas e doenças de plantas. Segundo Macedo (2023), as abordagens tradicionais de controle de pragas, especialmente através de pesticidas químicos, são frequentemente adotadas na agricultura para proteger as colheitas e aumentar a produção. Entretanto, essa prática pode levar ao surgimento de pragas resistentes, resultando em falhas na eficácia do controle. Além disso, o uso excessivo de pesticidas pode contaminar o solo, a água e os alimentos, prejudicando a saúde humana e o ambiente. Dessa forma, é importante desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para controlar as pragas na agricultura moderna (RAJAK et al., 2023)

A biotecnologia desempenha um papel fundamental no melhoramento genético das culturas, oferecendo ferramentas inovadoras que visam aumentar a produtividade, a resistência a pragas e doenças, e a adaptação a condições ambientais adversas. Um dos pilares da biotecnologia, é o processo de manipulação direta do DNA para alterar características de interesse de um organismo. Com essa tecnologia é possível trocar os pares de bases de um genoma, deletar toda uma região do DNA, introduzir uma cópia adicional de um gene de interesse ou até mesmo extrair o DNA de um organismo e combiná-lo ao genoma de outro (NOGUEIRA, 2019, *apud*, JOÃO, 2021). Nesse contexto, a biotecnologia se insere como propulsora para o aumento da produtividade, da qualidade nutricional em alimentos, da capacidade de suportar fatores bióticos e abióticos adversos para o desenvolvimento de plantas adaptadas, desenvolvimento de resistência às principais doenças, e a aplicação de

herbicidas para facilitar o manejo, visando à inserção de características agronômicas desejáveis (HICKEY et al., 2019).

A Transgenia envolve a inserção de genes de interesse em um organismo para conferir características específicas. Com o advento da transgenia, as alternativas para o melhoramento vegetal aumentaram consideravelmente, já que genes originários de qualquer organismo vivo ou sintetizados *in vitro* podem ser inseridos na planta de interesse via transformação genética (CARNEIRO et al., 2020).

A tecnologia CRISPR/Cas9 revolucionou o campo da edição genética devido à sua simplicidade, precisão e baixo custo (DOUDNA; CHARPENTIER, 2014). O sistema CRISPR-Cas9, originado como um mecanismo de defesa adaptativo em bactérias, permite que os cientistas induzam modificações genéticas específicas no genoma das plantas. Diante disso os objetivos deste estudo é demonstrar através de uma revisão integrativa da literatura a importância e benefícios com a aplicação da biotecnologia no melhoramento genético de plantas no ganho de resistência contra pragas.

2. Materiais e métodos

Este estudo foi realizado através de uma revisão integrativa da literatura. As fases desta revisão foram: definição do tema e desenho do estudo, critérios para a seleção dos estudos, pesquisa e avaliação dos dados, interpretação dos resultados e produção da revisão. O levantamento dos artigos foi realizado nos principais periódicos indexados na base de dados SciELO e Google Acadêmico, utilizando-se os descritores: Biotecnologia. Melhoramento genético. Vegetal. Controle de pragas, correspondentes ao idioma do banco de dados consultado. Os critérios de inclusão para a seleção do estudo foram: artigos científicos, incluindo pesquisas originais e revisões, disponíveis eletronicamente, divulgados nas línguas portuguesa, inglesa ou espanhola, em periódicos nacionais e internacionais, publicados a partir do ano de 1987. Os critérios de exclusão foram artigos em duplicidade, dissertação, teses, resumos, e qualquer um destes que não respondesse à problemática desta pesquisa.

3. Resultados e Discussões

Um fator preocupante na agricultura é a presença de pragas nas plantações e o uso de pesticidas químicos para o controle. Os métodos biológicos, ou seja, o uso de compostos naturais ou biodegradáveis, podem se constituir alternativas viáveis em relação ao método químico tradicional, principalmente por não contaminarem o ambiente e não deixarem nos produtos tratados resíduos tóxicos prejudiciais ao homem e aos animais (SAN-LANG et al., 2002; FERNANDO et al., 2005).

A produção agrícola é constantemente afetada por várias espécies de pragas todos os anos durante o processo de cultivo, o que faz com que o rendimento e a qualidade das lavouras diminuam em graus variados. O manejo dessas pragas pode evitar efetivamente a perda econômica de colheitas. Atualmente, o controle convencional de pragas depende principalmente de inseticidas, que estão sob intensa verificação pela sociedade por causa de seus impactos negativos na biodiversidade, pecuária e saúde humana. Estratégias mais sustentáveis para o manejo de pragas são, portanto, necessárias. Informações precisas sobre a dinâmica das pragas são a base do controle químico supervisionado. Com isso, na agricultura moderna, a demanda urgente por monitoramento e controle de pragas tem impulsionado a exploração de sistemas inteligentes de localização e reconhecimento de pragas (CROSS et al., 2021; WANG et al., 2022).

Segundo Lima e Mota (2003), apontam que a biotecnologia auxilia no controle biológico de pragas como alternativa para evitar os danos que os insetos/pragas causam à

agricultura. monocultura e o uso indiscriminado de produtos químicos (defensivos agrícolas) eliminam os inimigos naturais que existem em culturas diversificadas, provocando o desequilíbrio ecológico nas áreas de plantio, gerando condições propícias para o aparecimento de pragas além de aumentar a sua resistência.

As pesquisas em biotecnologia dos genes têm permitido o melhoramento de várias culturas, como milho, soja, algodão, cana-de-açúcar, café, eucalipto, canola, tomate e batata. Características específicas são introduzidas nessas culturas, idênticas às culturas tradicionais, diferindo apenas pela inclusão da característica benéfica como resistência a pragas e a condições climáticas adversas (DE MEIRA GUSMÃO et al., 2017).

Como o caso do milho, soja e algodão plantas transgênicas modificadas com tecnologia Bt, não são substituição aos defensivos agrícolas com característica inseticida, mas, sim, uma nova abordagem ao Manejo Integrado de Pragas (MIP). A incorporação de cultivares resistentes assume grande importância pela sua compatibilidade com outras táticas de controle, possibilitando a minimização do uso de defensivos químicos, refletindo na redução de custos de produção e de riscos de impacto ambiental negativo (PAIVA, 2023).

O uso do CRISPR/Cas9 no aprimoramento genético tem mostrado resultados encorajadores. Em milho, a edição de genes associados à eficiência no uso de nutrientes permitiu o desenvolvimento de plantas com maior rendimento e menor dependência de fertilizantes (TOSELLO et al., 1987).

Segundo Carneiro et al (2020), um exemplo do sistema CRISPR-Cas9 ele foi utilizado para gerar uma quebra na fita dupla de DNA do gene que codifica a enzima NDP-glicose-amido-glucosiltransferase. Este gene faz parte da via metabólica de produção de amilose. O reparo da fita dupla ocasionou mutações do tipo indel que resultaram no silenciamento da enzima NDP-glicose-amido-glucosiltransferase e na obtenção de uma cultivar de milho conhecida como “waxy” que possui apenas amilopectina na constituição do seu amido. No grão de milho normal, não editado, a proporção entre amilose e amilopectina é de aproximadamente 1:3. O milho waxy possui um alto valor agregado em razão das propriedades químicas da amilopectina, que são muito apreciadas em indústrias de alimentos, adesivos, bioplásticos, fermentação de etanol e possivelmente silagem (CIGAN et al., 2017, *apud*, CARNEIRO, 2020).

Os avanços no melhoramento genético evidenciam o potencial das ferramentas moleculares para enfrentar pragas e doenças nas lavouras, além de promover a sustentabilidade e a segurança alimentar. Portanto, essas abordagens permitem o desenvolvimento de culturas mais produtivas e resilientes a pragas e doenças, promovendo a segurança alimentar e a sustentabilidade. Ao reduzir a dependência de pesticidas químicos, essa integração transforma a agricultura em uma atividade mais eficiente e responsável.

4. Considerações finais

De acordo com os artigos revisados, é evidente que a aplicação da biotecnologia no melhoramento genético de plantas desempenha um papel importante no aumento da resistência a pragas. Embora a agricultura convencional tenha contribuído para aumentos significativos na produção agrícola, essa abordagem resulta em resistência de pragas, degradação do solo e contaminação dos recursos hídricos. A biotecnologia, por sua vez, contribui para a redução do uso de pesticidas químicos, promovendo uma agricultura mais sustentável e segura. As técnicas modernas, como o CRISPR/Cas9, oferecem precisão e eficiência na edição de genes, permitindo a criação de variedades resistentes a pragas. Essa inovação é fundamental para enfrentar a necessidade de aumentar a produtividade em um contexto de mudanças climáticas e crescimento populacional. Portanto, a biotecnologia se estabelece como um pilar essencial para um futuro mais sustentável, saudável e produtivo.

5. Referências

- ASSAD, Maria Leonor Lopes; ALMEIDA, Jalcione. Agricultura e sustentabilidade. Contexto, Desafios e, 2004.
- CARNEIRO, A. A.; CARNEIRO, N. P. Edição de genoma pelo sistema CRISPR-Cas9 e sua aplicação no melhoramento do milho. 2020.
- CROS, Marie-Josée et al. Melhorando redes de monitoramento de pragas usando uma abordagem baseada em simulação para contribuir para a redução de pesticidas. *Theoretical Population Biology*, v. 141, p. 24-33, 2021.
- DE MEIRA GUSMÃO, Alexandre Oliveira; DA SILVA, Antonio Rodrigues; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. A biotecnologia e os avanços da sociedade. *Biodiversidade*, v. 16, n. 1, 2017.
- DE MELO, Eduardo Braga et al. A importância da agricultura para a sociedade: breve revisão de literatura. *Scientia Generalis*, v. 2, n. Supl. 1, p. 144-144, 2021.
- DOUDNA, Jennifer A.; CHARPENTIER, Emmanuelle. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, v. 346, n. 6213, p. 1258096, 2014.
- FERNANDO, WG Dilantha et al. Identification and use of potential bacterial organic antifungal volatiles in biocontrol. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 37, n. 5, p. 955-964, 2005.
- HICKEY, Lee T. et al. Breeding crops to feed 10 billion. *Nature biotechnology*, v. 37, n. 7, p. 744-754, 2019.
- JOÃO, Amanda Aparecida et al. Biotecnologia vegetal 4.0: uma abordagem sobre “Speed Breeding”. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e87101220120-e87101220120, 2021.
- LIMA, N.; MOTA, M. Biotecnologia: fundamentos e aplicações. Portugal: Lidel, 2003.
- MACEDO, Adalberto Filipe. Métodos de monitoramento de pragas na agricultura moderna. 2023. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.
- RAJAK, Prem et al. Agricultural Pesticides–Friends or Foes to Biosphere?. *Journal of Hazardous Materials Advances*, p. 100264, 2023.
- SAN-LANG, Wang et al. Production of antifungal compounds from chitin by *Bacillus subtilis*. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 31, n. 3, p. 321-328, 2002.
- TOSELLO, Geraldo A.; SOUZA JR, Claudio L.; GERALDI, Isaias O. Estimativa de parâmetros genéticos de caracteres da planta e da qualidade do grão em uma população de milho opaco (*Zea mays*). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 44, p. 627-642, 1987.
- VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FISHLOW, Albert. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. 2017.