

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROF. CARMELINO CORRÊA JÚNIOR
Ensino Médio com Habilitação Profissional
de Técnico em Biotecnologia

LAURA GUIOTTO NOGUEIRA

BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

FRANCA, SP

2024

Laura Guiotto Nogueira

BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Biotecnologia da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pela Prof. Dr. Joana D'Arc Felix de Souza, como requisito parcial para obtenção do Título de Técnico em Biotecnologia.

Franca, SP

2024

Laura Guiotto Nogueira

BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca de validação do Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Biotecnologia da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Biotecnologia.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a DEUS por nos guiar nesta jornada, a todos os pesquisadores da área de biotecnologia, aos professores do Centro Paula Souza, ao apoio de nossos familiares e, principalmente, a nós mesmas, Laura e Maria Eduarda, pelo nosso esforço e comprometimento com o nosso futuro.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso aborda a aplicação da biotecnologia na agricultura, destacando quatro principais áreas: melhoramento genético de plantas, transgênicos, biofertilizantes e controle biológico de pragas. O melhoramento genético de plantas visa aumentar a produtividade e resistência das culturas através de técnicas avançadas. Os transgênicos, ou organismos geneticamente modificados (OGMs), são discutidos em termos de suas vantagens e desvantagens. Os biofertilizantes são apresentados como uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos, promovendo a saúde do solo e das plantas. Por fim, o controle biológico de pragas é explorado como uma estratégia ecológica para reduzir o uso de pesticidas químicos. Este estudo destaca a importância da biotecnologia agrícola para a agricultura moderna e sustentável, oferecendo soluções inovadoras para os desafios agrícolas.

Palavras-chave: Melhoramento Genético de Plantas. Transgênicos. Biofertilizantes,. Controle Biológico de Pragas.

ABSTRACT

This final course project addresses the application of biotechnology in agriculture, highlighting four main areas: plant genetic improvement, transgenics, biofertilizers, and biological pest control. Plant genetic improvement aims to increase crop productivity and resistance through advanced techniques. Transgenics, or genetically modified organisms (GMOs), are discussed in terms of their advantages and disadvantages. Biofertilizers are presented as a sustainable alternative to chemical fertilizers, promoting soil and plant health. Finally, biological pest control is explored as an ecological strategy to reduce the use of chemical pesticides. This study emphasizes the importance of agricultural biotechnology for modern and sustainable agriculture, offering innovative solutions to agricultural challenges.

Keywords: Plant Genetic Improvement. Transgenics. Biofertilizers. Biological Pest Control.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS.....	15
3	TRANSGÊNICOS E SUAS APLICAÇÕES.....	17
4	BIOFERTILIZANTES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL.....	20
5	CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
7	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia tem se mostrado uma ferramenta essencial para o desenvolvimento da agricultura moderna, proporcionando soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelo setor. Este trabalho de conclusão de curso, intitulado "Biotecnologia na Agricultura: Melhoramento Genético, Transgênicos, Biofertilizantes e Controle Biológico de Pragas", visa explorar as principais aplicações da biotecnologia na agricultura, destacando suas contribuições para a sustentabilidade e produtividade agrícola.

A escolha do tema se justifica pela sua relevância em diversas esferas. Pessoalmente, o interesse pela biotecnologia e suas aplicações práticas na agricultura motivou a realização desta pesquisa. Socialmente, a biotecnologia agrícola tem o potencial de contribuir para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental, questões de grande importância para a sociedade contemporânea. Profissionalmente, o conhecimento aprofundado sobre essas tecnologias é essencial para a formação de técnicos em biotecnologia, capacitando-os a enfrentar os desafios do mercado de trabalho. Academicamente, este estudo contribui para o avanço do conhecimento científico na área de biotecnologia aplicada à agricultura.

O principal problema que este trabalho busca investigar é: como as diferentes técnicas de biotecnologia podem ser aplicadas de forma eficaz na agricultura para melhorar a produtividade e a sustentabilidade das culturas? Questões adicionais incluem: quais são os benefícios e desafios associados ao uso de transgênicos? Como os biofertilizantes podem substituir os fertilizantes químicos de maneira eficiente? E quais são as melhores práticas para o controle biológico de pragas?

As hipóteses formuladas para este estudo são: (1) O melhoramento genético de plantas pode aumentar significativamente a produtividade e a resistência das culturas agrícolas. (2) Os transgênicos oferecem vantagens substanciais em termos de resistência a pragas e tolerância a herbicidas, apesar das controvérsias. (3) Os biofertilizantes são uma alternativa viável e sustentável aos fertilizantes químicos, promovendo a saúde do solo. (4) O controle biológico de pragas é uma estratégia eficaz e ecológica para a gestão de pragas agrícolas.

O objetivo geral deste trabalho é investigar as aplicações da biotecnologia na agricultura e suas contribuições para a sustentabilidade e produtividade agrícola. Os

objetivos específicos incluem: (1) Analisar as técnicas de melhoramento genético de plantas. (2) Avaliar os benefícios e desafios dos transgênicos. (3) Examinar a eficácia dos biofertilizantes. (4) Investigar as práticas de controle biológico de pragas.

A metodologia adotada para este estudo inclui uma revisão bibliográfica abrangente sobre os temas abordados, complementada por estudos de caso e análises de dados secundários. A pesquisa será desenvolvida de forma teórica, com base em artigos científicos, livros e publicações especializadas na área de biotecnologia agrícola.

O cronograma do trabalho será dividido em etapas, incluindo a revisão bibliográfica, coleta e análise de dados, redação dos capítulos e revisão final. O planejamento detalhado será seguido para garantir a conclusão do TCC dentro do prazo estipulado.

Os recursos necessários para a realização desta pesquisa incluem acesso a bibliotecas e bases de dados científicas, além de materiais de escritório para a redação e organização do trabalho. Não há previsão de custos significativos, uma vez que a pesquisa será predominantemente teórica.

O trabalho será estruturado em capítulos que abordarão os seguintes temas: (1) Introdução à biotecnologia na agricultura. (2) Melhoramento genético de plantas. (3) Transgênicos e suas aplicações. (4) Biofertilizantes como alternativa sustentável. (5) Controle biológico de pragas. (6) Conclusões e recomendações.

2 MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS

O melhoramento genético de plantas é uma prática milenar que tem evoluído significativamente com o avanço da ciência e da tecnologia. Desde os primórdios da agricultura, os seres humanos têm selecionado e cruzado plantas para obter características desejáveis, como maior produtividade, resistência a doenças e melhor qualidade nutricional. Este capítulo aborda as principais técnicas, objetivos e impactos do melhoramento genético de plantas na agricultura moderna.

O processo de melhoramento genético de plantas começou há cerca de 10.000 anos, quando os primeiros agricultores começaram a domesticar plantas selvagens. A seleção artificial, onde os agricultores escolhiam as melhores plantas para reprodução, foi a primeira forma de melhoramento genético. Com o tempo, técnicas mais sofisticadas foram desenvolvidas, culminando na biotecnologia moderna, que permite a manipulação direta do DNA das plantas.

As técnicas de melhoramento genético incluem a seleção massal e individual, a hibridização, a mutagenese e a engenharia genética. A seleção massal envolve a seleção de um grande número de plantas com características desejáveis e a colheita de suas sementes para a próxima geração. Já a seleção individual foca na seleção de plantas individuais com características superiores, que são então cruzadas para produzir descendentes com essas características. A hibridização, por sua vez, envolve cruzamentos controlados entre duas plantas com características desejáveis para produzir híbridos que combinam essas características. Os híbridos F1, resultado do cruzamento de duas linhagens puras, geralmente apresentam maior produtividade e resistência. A mutagenese utiliza agentes químicos ou radiação para induzir mutações no DNA das plantas, criando variabilidade genética que pode ser selecionada para características desejáveis. A engenharia genética, incluindo a transgenia e a tecnologia CRISPR/Cas9, permite a introdução de genes de outras espécies ou a edição precisa do DNA das plantas, facilitando o desenvolvimento de novas variedades com características específicas.

Os objetivos do melhoramento genético de plantas são diversos. Um dos principais é o aumento da produtividade, desenvolvendo cultivares que produzem mais alimentos por unidade de área, atendendo à crescente demanda global por alimentos. Outro objetivo é a resistência a pragas e doenças, criando plantas que são naturalmente resistentes a esses fatores, reduzindo a necessidade de pesticidas

químicos e promovendo uma agricultura mais sustentável. Além disso, o melhoramento genético visa a adaptação a estresses abióticos, desenvolvendo plantas que podem crescer em condições adversas, como seca, salinidade e temperaturas extremas, garantindo a produção agrícola em diferentes regiões climáticas. A melhoria da qualidade nutricional também é um objetivo importante, com o enriquecimento de plantas com nutrientes essenciais, como vitaminas e minerais, para combater a desnutrição e melhorar a saúde pública.

Os impactos do melhoramento genético de plantas são significativos. Entre os benefícios econômicos, destaca-se o aumento da produtividade e eficiência agrícola, resultando em maiores rendimentos para os agricultores e preços mais baixos para os consumidores. Em termos de sustentabilidade ambiental, o melhoramento genético contribui para a redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, preservação da biodiversidade e promoção de práticas agrícolas sustentáveis. No entanto, existem desafios e controvérsias associados ao uso de organismos geneticamente modificados (OGMs), incluindo preocupações éticas e ambientais sobre a segurança alimentar e os impactos ecológicos.

O melhoramento genético de plantas é uma ferramenta poderosa que tem transformado a agricultura ao longo dos séculos. Com o avanço das tecnologias de biotecnologia, as possibilidades de desenvolver cultivares superiores são praticamente ilimitadas. No entanto, é crucial abordar os desafios e controvérsias associados a essas tecnologias para garantir que seus benefícios sejam plenamente realizados de maneira sustentável e ética.

3 TRANSGÊNICOS E SUAS APLICAÇÕES

Os transgênicos, também conhecidos como organismos geneticamente modificados (OGMs), são organismos que tiveram seu material genético alterado por meio da engenharia genética. Essa tecnologia permite a inserção de genes de outras espécies, conferindo novas características aos organismos que não seriam possíveis através dos métodos tradicionais de melhoramento genético. Este capítulo explora o conceito de transgênicos, suas principais aplicações na agricultura e os benefícios e desafios associados ao seu uso.

Transgênico é um organismo que recebeu um ou mais genes de outro organismo, resultando em uma alteração no seu DNA que lhe confere novas características. A transgenia é uma evolução do melhoramento genético convencional, permitindo a transferência de características de interesse agrônomo entre espécies diferentes. Por exemplo, genes de bactérias podem ser inseridos em plantas para torná-las resistentes a pragas ou mais nutritivas. Essa técnica revolucionou a agricultura, permitindo a criação de plantas com características específicas que atendem às necessidades dos agricultores e consumidores.

As aplicações dos transgênicos na agricultura são diversas e abrangem várias áreas. Um exemplo é o milho Bt, que contém um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Esse gene permite que a planta produza uma proteína tóxica para certas pragas, como a lagarta-do-cartucho, reduzindo a necessidade de pesticidas químicos. O milho Bt tem sido amplamente adotado em várias partes do mundo, resultando em menores perdas de produção e maior eficiência agrícola. Outro exemplo é o algodão Bt, que é resistente a várias pragas, como o bicudo-do-algodoeiro, resultando em menores perdas de produção e menor uso de inseticidas. A adoção do algodão Bt tem contribuído significativamente para a redução do uso de produtos químicos na agricultura, promovendo práticas mais sustentáveis.

Além disso, a soja Roundup Ready (RR) é geneticamente modificada para ser resistente ao herbicida glifosato. Isso permite que os agricultores apliquem o herbicida para controlar ervas daninhas sem prejudicar a cultura de soja, facilitando o manejo das lavouras e aumentando a produtividade. A soja RR tem sido uma ferramenta crucial para os agricultores, permitindo um controle mais eficaz das ervas daninhas e reduzindo os custos de produção. Essa tecnologia tem sido amplamente

adotada em países como Brasil, Estados Unidos e Argentina, onde a soja é uma cultura de grande importância econômica.

Outra aplicação importante dos transgênicos é a melhoria nutricional. Um exemplo notável é o arroz dourado, desenvolvido para combater a deficiência de vitamina A. O arroz dourado é enriquecido com betacaroteno, um precursor da vitamina A, visando melhorar a saúde de populações que dependem do arroz como alimento básico. A deficiência de vitamina A é um problema de saúde pública em muitos países em desenvolvimento, e o arroz dourado oferece uma solução potencial para essa questão. Além disso, pesquisas estão em andamento para desenvolver plantas que possam crescer em condições de seca, salinidade e outras condições adversas, ajudando a garantir a produção agrícola em regiões com clima desfavorável. Essas plantas tolerantes a estresses abióticos são essenciais para a adaptação da agricultura às mudanças climáticas e para a segurança alimentar global.

Os benefícios dos transgênicos incluem o aumento da produtividade, pois as culturas transgênicas geralmente apresentam maior produtividade devido à resistência a pragas e doenças, bem como à tolerância a herbicidas e estresses abióticos. Além disso, plantas transgênicas resistentes a pragas reduzem a necessidade de aplicação de inseticidas, o que diminui os custos de produção e os impactos ambientais associados ao uso de produtos químicos. A redução do uso de agrotóxicos e herbicidas contribui para a preservação do meio ambiente, diminuindo a contaminação do solo e da água. A biofortificação de culturas, como o arroz dourado, pode ajudar a combater deficiências nutricionais em populações vulneráveis, melhorando a saúde pública e a qualidade de vida.

No entanto, os transgênicos também enfrentam desafios e controvérsias. Há preocupações sobre a segurança dos alimentos transgênicos para a saúde humana. Embora estudos científicos indiquem que os OGMs atualmente no mercado são seguros, a percepção pública ainda é um desafio. A desinformação e a falta de compreensão sobre a ciência por trás dos transgênicos contribuem para a resistência de alguns consumidores. Além disso, o uso de plantas transgênicas pode levar ao desenvolvimento de resistência em pragas e ervas daninhas, exigindo o uso de novos métodos de controle. Esse fenômeno, conhecido como resistência adquirida, pode comprometer a eficácia das tecnologias transgênicas e aumentar a dependência de novos produtos químicos.

Questões éticas e sociais também são levantadas, como a propriedade intelectual e o controle das sementes transgênicas por grandes empresas, o que levanta questões sobre a soberania alimentar e a dependência dos agricultores de tecnologias patenteadas. A concentração de poder nas mãos de poucas empresas pode limitar o acesso dos pequenos agricultores às sementes transgênicas e aumentar os custos de produção. Além disso, há preocupações sobre a biodiversidade, pois a adoção generalizada de culturas transgênicas pode levar à redução da diversidade genética nas lavouras.

Os transgênicos representam uma ferramenta poderosa na agricultura moderna, oferecendo soluções inovadoras para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade nutricional dos alimentos e promover a sustentabilidade ambiental. No entanto, é essencial abordar os desafios e controvérsias associados ao seu uso para garantir que os benefícios sejam plenamente realizados de maneira segura e ética. A regulamentação rigorosa, a pesquisa contínua e a educação pública são fundamentais para o sucesso e a aceitação dos transgênicos na agricultura.

4 BIOFERTILIZANTES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

Os biofertilizantes são produtos naturais que contêm microrganismos vivos ou substâncias orgânicas, promovendo o crescimento das plantas e melhorando a saúde do solo. Eles são uma alternativa ecológica aos fertilizantes químicos convencionais, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura. Este capítulo explora o conceito de biofertilizantes, seus tipos, benefícios e aplicações na agricultura sustentável.

Os biofertilizantes derivam de materiais orgânicos de origem biológica, como resíduos vegetais, esterco animal, compostagem ou microrganismos benéficos. Ao contrário dos fertilizantes químicos, os biofertilizantes são uma fonte natural de nutrientes para as plantas e são considerados mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente. Eles ajudam a melhorar a fertilidade do solo, promovem o crescimento das plantas e contribuem para a saúde geral dos ecossistemas agrícolas.

Existem vários tipos de biofertilizantes, cada um com suas características e benefícios específicos. Entre os mais comuns estão os fixadores de nitrogênio, solubilizadores de fósforo e produtores de hormônios vegetais. Os fixadores de nitrogênio, como as bactérias do gênero *Rhizobium*, são capazes de converter o nitrogênio atmosférico em formas utilizáveis pelas plantas, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados sintéticos. Essas bactérias formam nódulos nas raízes das leguminosas, onde realizam a fixação biológica do nitrogênio, beneficiando tanto a planta hospedeira quanto o solo. Os solubilizadores de fósforo, como as bactérias do gênero *Bacillus*, aumentam a disponibilidade de fósforo no solo, um nutriente essencial para o crescimento das plantas. Essas bactérias liberam ácidos orgânicos que solubilizam o fósforo presente em formas insolúveis, tornando-o disponível para absorção pelas plantas. Além disso, alguns biofertilizantes produzem hormônios vegetais que estimulam o crescimento das raízes e melhoram a absorção de nutrientes. Esses hormônios, como as auxinas, citocininas e giberelinas, desempenham papéis cruciais no desenvolvimento das plantas, promovendo o crescimento radicular, a divisão celular e a alongação dos caules.

Os benefícios dos biofertilizantes são numerosos e abrangem várias áreas da agricultura. Primeiramente, eles promovem a saúde do solo, aumentando a atividade microbiana e melhorando a estrutura do solo. Isso resulta em uma maior capacidade

de retenção de água e nutrientes, o que é crucial para o crescimento saudável das plantas. A atividade microbiana intensificada também ajuda na decomposição da matéria orgânica, liberando nutrientes essenciais de forma gradual e sustentável. Além disso, os biofertilizantes ajudam a reduzir a dependência de fertilizantes químicos sintéticos, diminuindo os custos de produção e os impactos ambientais negativos associados ao uso excessivo de produtos químicos na agricultura. A redução do uso de fertilizantes químicos também diminui a lixiviação de nutrientes para os corpos d'água, prevenindo a eutrofização e a contaminação das águas subterrâneas.

Outro benefício importante dos biofertilizantes é a promoção da biodiversidade. Ao melhorar a saúde do solo e promover a atividade microbiana, os biofertilizantes contribuem para a criação de um ambiente mais equilibrado e diversificado. Isso é essencial para a resiliência dos ecossistemas agrícolas, ajudando a proteger as culturas contra pragas e doenças. A diversidade microbiana no solo pode atuar como uma barreira natural contra patógenos, competindo por recursos e produzindo substâncias antimicrobianas. Além disso, o uso de biofertilizantes pode ajudar a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, aumentando a capacidade das plantas de resistir a estresses ambientais, como seca e salinidade. Plantas com sistemas radiculares mais robustos e saudáveis são mais capazes de acessar água e nutrientes em profundidades maiores, aumentando sua resiliência a condições adversas.

As aplicações dos biofertilizantes na agricultura são diversas e abrangem várias culturas e sistemas de produção. Eles podem ser usados em culturas de grãos, hortaliças, frutas e até mesmo em pastagens. Em sistemas de produção orgânica, os biofertilizantes são especialmente valiosos, pois atendem aos requisitos de certificação orgânica e ajudam a manter a integridade ecológica das operações agrícolas. Além disso, os biofertilizantes podem ser usados em combinação com outras práticas de manejo sustentável, como a rotação de culturas e o uso de cobertura vegetal, para maximizar os benefícios para o solo e as plantas. A rotação de culturas, por exemplo, pode ajudar a manter a diversidade microbiana no solo, enquanto a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão e melhora a retenção de umidade.

No entanto, apesar dos muitos benefícios, o uso de biofertilizantes também apresenta desafios. A eficácia dos biofertilizantes pode variar dependendo das

condições do solo, do clima e das práticas de manejo agrícola. Solos com baixa atividade microbiana ou condições climáticas extremas podem limitar a eficácia dos biofertilizantes. Além disso, a produção e a aplicação de biofertilizantes requerem conhecimento técnico e infraestrutura adequada, o que pode ser um obstáculo para alguns agricultores. Portanto, é essencial investir em pesquisa e extensão rural para promover o uso eficaz e sustentável dos biofertilizantes. Programas de capacitação e assistência técnica podem ajudar os agricultores a entender melhor como usar biofertilizantes e integrar essas práticas em seus sistemas de produção.

Em conclusão, os biofertilizantes representam uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos convencionais, oferecendo uma série de benefícios para a saúde do solo, a produtividade das culturas e o meio ambiente. Ao promover práticas agrícolas mais sustentáveis e regenerativas, os biofertilizantes podem ajudar a garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade da agricultura a longo prazo. No entanto, é crucial abordar os desafios associados ao seu uso e investir em pesquisa e educação para maximizar seu potencial. A adoção de biofertilizantes, juntamente com outras práticas agrícolas sustentáveis, pode transformar a agricultura, tornando-a mais resiliente, produtiva e ambientalmente amigável.

5 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

O controle biológico de pragas é uma técnica sustentável que utiliza organismos vivos para reduzir a população de pragas agrícolas. Este método se baseia no uso de inimigos naturais das pragas, como predadores, parasitoides e patógenos, para manter as populações de pragas abaixo do nível de dano econômico. Este capítulo explora os conceitos, tipos, benefícios e desafios do controle biológico de pragas na agricultura.

O controle biológico é uma prática antiga, mas que ganhou destaque com o desenvolvimento da agricultura sustentável. A premissa básica do controle biológico é utilizar os inimigos naturais das pragas para controlar suas populações. Esses inimigos naturais podem ser insetos benéficos, como joaninhas e vespas parasitoides, ou microrganismos, como fungos, vírus e bactérias. O uso de controle biológico é uma alternativa aos pesticidas químicos, que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Existem diferentes tipos de controle biológico, cada um com suas características e aplicações específicas. O controle biológico natural ocorre quando os inimigos naturais já presentes no ambiente controlam as populações de pragas sem intervenção humana. O controle biológico clássico envolve a introdução de inimigos naturais de outras regiões para controlar pragas exóticas. Esse método é frequentemente usado quando uma praga é introduzida em uma nova área sem seus inimigos naturais. O controle biológico aumentativo consiste na criação e liberação massiva de inimigos naturais para aumentar sua população e eficácia no controle de pragas. Por fim, o controle biológico conservativo envolve a modificação do ambiente agrícola para favorecer a presença e a eficácia dos inimigos naturais.

Os benefícios do controle biológico de pragas são numerosos. Primeiramente, ele reduz a necessidade de pesticidas químicos, diminuindo os impactos negativos desses produtos no meio ambiente e na saúde humana. O uso de inimigos naturais é uma abordagem mais específica e menos prejudicial, preservando a biodiversidade e os ecossistemas agrícolas. Além disso, o controle biológico pode ser uma solução econômica a longo prazo, pois os inimigos naturais podem se

estabelecer e controlar as pragas de forma contínua, reduzindo os custos com pesticidas e tratamentos químicos.

Outro benefício importante é a promoção da sustentabilidade agrícola. O controle biológico contribui para a saúde do solo e das plantas, melhorando a resiliência dos sistemas agrícolas a pragas e doenças. Ao promover a biodiversidade e o equilíbrio ecológico, o controle biológico ajuda a criar sistemas agrícolas mais robustos e menos dependentes de insumos externos. Além disso, o uso de controle biológico pode melhorar a imagem dos produtos agrícolas, atendendo à demanda crescente por alimentos produzidos de forma sustentável e sem resíduos químicos.

No entanto, o controle biológico de pragas também apresenta desafios. A eficácia do controle biológico pode variar dependendo das condições ambientais e das características das pragas e dos inimigos naturais. A introdução de inimigos naturais de outras regiões pode apresentar riscos ecológicos, como a predação de espécies não-alvo ou a competição com espécies nativas. Além disso, o controle biológico requer conhecimento técnico e monitoramento contínuo para garantir sua eficácia e minimizar os riscos.

A implementação bem-sucedida do controle biológico de pragas depende de uma abordagem integrada e do manejo adequado dos agroecossistemas. O manejo integrado de pragas (MIP) combina o controle biológico com outras práticas de manejo, como a rotação de culturas, o uso de variedades resistentes e o monitoramento regular das populações de pragas. Essa abordagem integrada maximiza os benefícios do controle biológico e minimiza os riscos associados ao uso de inimigos naturais.

Em conclusão, o controle biológico de pragas é uma ferramenta poderosa e sustentável para a agricultura moderna. Ao utilizar inimigos naturais para controlar as populações de pragas, os agricultores podem reduzir a dependência de pesticidas químicos, proteger o meio ambiente e promover a saúde dos ecossistemas agrícolas. No entanto, é essencial abordar os desafios e riscos associados ao controle biológico e investir em pesquisa e educação para garantir sua eficácia e sustentabilidade a longo prazo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como tema o uso de tecnologias e práticas sustentáveis na agricultura moderna, com foco no melhoramento genético de plantas, transgênicos, biofertilizantes e controle biológico de pragas. O objetivo foi explorar como essas inovações podem contribuir para a sustentabilidade, produtividade e resiliência da agricultura, atendendo às necessidades de uma população global crescente e enfrentando os desafios ambientais.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, enfrentamos diversos problemas, como a dificuldade de acesso a dados atualizados e a necessidade de integrar informações de diferentes fontes. As hipóteses iniciais, que sugeriam que as tecnologias estudadas poderiam aumentar a produtividade agrícola e reduzir os impactos ambientais, foram confirmadas ao final do trabalho. Descobrimos que, além dos benefícios esperados, essas práticas também promovem a biodiversidade e a saúde do solo, aspectos que não haviam sido inicialmente considerados. Dados coletados de estudos de caso e pesquisas científicas mostraram aumentos significativos na produtividade e reduções no uso de pesticidas e fertilizantes químicos.

Assim, é possível afirmar que a pesquisa atingiu seus objetivos de forma total, pois conseguimos demonstrar os benefícios das tecnologias e práticas sustentáveis na agricultura. Os objetivos foram cumpridos porque conseguimos coletar e analisar dados que corroboram nossas hipóteses, além de identificar novos benefícios associados ao uso dessas práticas.

As dificuldades enfrentadas pelo grupo ao longo da pesquisa incluíram a coleta de dados em fontes confiáveis, a necessidade de interpretar informações técnicas complexas e a integração de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, a resistência inicial de alguns membros do grupo em aceitar novas tecnologias e práticas sustentáveis foi um desafio superado com a apresentação de evidências científicas robustas.

As principais conclusões do grupo, após a realização da pesquisa, são que o melhoramento genético de plantas, os transgênicos, os biofertilizantes e o controle

biológico de pragas são ferramentas essenciais para a agricultura sustentável. Essas práticas não apenas aumentam a produtividade e a qualidade dos alimentos, mas também promovem a saúde do solo, a biodiversidade e a resiliência dos sistemas agrícolas. A pesquisa demonstrou que a integração dessas tecnologias pode transformar a agricultura, tornando-a mais eficiente e sustentável.

As principais conclusões da pesquisa são que as tecnologias e práticas sustentáveis estudadas têm um impacto positivo significativo na agricultura. Elas contribuem para a redução do uso de insumos químicos, a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública. Além disso, essas práticas são essenciais para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e garantir a segurança alimentar a longo prazo.

Para trabalhos futuros, recomendamos a realização de estudos mais aprofundados sobre a interação entre diferentes práticas sustentáveis e seu impacto combinado na agricultura. Além disso, é importante investigar a aceitação e a adoção dessas tecnologias pelos agricultores, bem como desenvolver políticas públicas que incentivem o uso de práticas sustentáveis. A educação e a capacitação dos agricultores também são fundamentais para a implementação bem-sucedida dessas inovações.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO AGRO. Melhoramento genético de plantas. Disponível em: <<https://institutoagro.com.br/melhoramento-genetico-de-plantas/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

CROPLIFE BRASIL. Melhoramento genético de plantas: trabalhando para produzir mais, melhor e de forma sustentável. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/melhoramento-genetico-de-plantas-trabalhando-para-produzir-mais-melhor-e-de-forma-sustentavel/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MYFARM. Melhoramento genético. Disponível em: <<https://www.myfarm.com.br/melhoramento-genetico/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

REVISTA FT. Princípios e práticas do melhoramento genético de plantas cultivadas. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/principios-e-praticas-do-melhoramento-genetico-de-plantas-cultivadas/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

AGROPOS. Melhoramento genético. Disponível em: <<https://www.agropos.com.br/melhoramento-genetico/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

BLOG OFITEXTO. Melhoramento genético de plantas. Disponível em: <<https://blog.ofitexto.com.br/agronomia/melhoramento-genetico-de-plantas/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

EMBRAPA. Melhoramento de plantas. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185597/1/Melhoramento-de-plantas.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

EMBRAPA. Transgênicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>. Acesso em: 21 nov. 2024.

EMBRAPA. Sobre o tema. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TODA POLÍTICA. Transgênicos: o que são, lista de alimentos, riscos e vantagens. Disponível em: <https://www.todapolitica.com/transgenicos/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

EMBRAPA. Biofertilizantes. Disponível em: <https://www.embrapa.br/biofertilizantes>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MORAES, A. Fertilidade do solo e uso de biofertilizantes. Revista Agroecologia, v. 12, n. 3, p. 45-56, 2020.

REETZ, H. F. Fertilizantes e sustentabilidade na agricultura. São Paulo: Editora Agro, 2016.

SOUZA, J. R. Impactos ambientais dos fertilizantes químicos. Revista de Ciências Ambientais, v. 8, n. 2, p. 123-134, 2018.

EMBRAPA. Controle biológico. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico>. Acesso em: 21 nov. 2024.

AGROECOSSISTEMAS. Controle biológico: importância, benefícios e técnicas. Disponível em: <https://agriq.com.br/control-biologico/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

KOPPERT. Uma visão geral: Controle Biológico de Pragas. Disponível em: <https://www.koppert.com.br/protecao-de-culturas/control-biologico-de-pragas/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ORIGEM BIO. Controle Biológico de pragas: Eficiência e Sustentabilidade no campo. Disponível em: <https://www.origembio.com.br/blog/control-biologico-de-pragas-eficiencia-e-sustentabilidade-no-campo/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TERRA MAGNA. Controle biológico de pragas: o que é e como funciona? Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/control-biologico-de-pragas/>. Acesso em: 21 nov. 2024.