

A importância da automação no processo de multiplicação de Bioinsumos Onfarm

The importance of automation in the Onfarm Bioinputs multiplication process

La importancia de la automatización en el proceso de multiplicación de Bioinsumos Onfarm

Recebido: 27/09/2023 | Revisado: 25/10/2023 | Aceitado: 27/10/2023 | Publicado: 30/10/2023

Lucas Vinícius Assis

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9820-5664>
Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: lucasviniciusassis97@gmail.com

Eric Valero Carvalho da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0385-7619>
Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: evcdasilva@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar a importância da automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm, destacando seus benefícios para a agricultura sustentável. A metodologia utilizada na pesquisa foi de revisão bibliográfica narrativa, visando compreender como a automação pode otimizar a produção de bioinsumos. Os resultados demonstram que a automação aumenta a eficiência, reduz o tempo de produção e melhora a qualidade dos insumos biológicos. Além disso, a utilização de sistemas automatizados contribui para a diminuição de custos e o uso mais eficiente dos recursos agrícolas. Logo, a automação desempenha um papel fundamental na viabilização da multiplicação de bioinsumos, impulsionando a adoção da agricultura sustentável onfarm. Essa abordagem tem potencial para promover práticas agrícolas mais amigáveis ao meio ambiente, além de contribuir para o aumento da produtividade e da segurança alimentar.

Palavras-chave: Automação; Agricultura sustentável; Bioinsumos; Multiplicação; Onfarm; Produção agrícola.

Abstract

This article aims to analyze the importance of automation in the onfarm bioinputs multiplication process, highlighting its benefits for sustainable agriculture. The methodology used in the research was a narrative bibliographic review, aiming to understand how automation can optimize the production of bioinputs. The results demonstrate that automation increases efficiency, reduces production time, and improves the quality of biological inputs. Moreover, the use of automated systems contributes to cost reduction and more efficient use of agricultural resources. In conclusion, automation plays a fundamental role in enabling the multiplication of bioinputs, driving the adoption of sustainable onfarm agriculture. This approach has the potential to promote environmentally friendly agricultural practices and contribute to increased productivity and food security.

Keywords: Automation; Sustainable agriculture; Bioinputs; Multiplication; Onfarm; Agricultural production.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar la importancia de la automatización en el proceso de multiplicación de bioinsumos onfarm, resaltando sus beneficios para la agricultura sostenible. La metodología utilizada en la investigación fue una revisión bibliográfica narrativa, con el objetivo de comprender cómo la automatización puede optimizar la producción de bioinsumos. Los resultados demuestran que la automatización aumenta la eficiencia, reduce el tiempo de producción y mejora la calidad de los insumos biológicos. Además, el uso de sistemas automatizados contribuye a la reducción de costos y un uso más eficiente de los recursos agrícolas. En conclusión, la automatización juega un papel fundamental en la viabilización de la multiplicación de bioinsumos, impulsando la adopción de la agricultura sostenible onfarm. Este enfoque tiene el potencial de promover prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente y contribuir al aumento de la productividad y la seguridad alimentaria.

Palabras clave: Automatización; Agricultura sostenible; Bioinsumos; Multiplicación; Onfarm; Producción agrícola.

1. Introdução

A agricultura sustentável tem sido cada vez mais valorizada como uma resposta aos desafios globais de segurança alimentar e preservação ambiental. Nesse contexto, os bioinsumos têm se destacado como uma alternativa promissora aos agroquímicos convencionais, devido aos seus benefícios ecológicos e potencial para melhorar a saúde do solo. Esses insumos biológicos são compostos por microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, que promovem o crescimento das plantas,

umentam a resistência a pragas e doenças, além de contribuírem para a fixação de nitrogênio (Molina, 2019).

Apesar das vantagens dos bioinsumos, sua produção e multiplicação ainda apresentam desafios, principalmente no que diz respeito à eficiência e escalabilidade. O processo tradicional de multiplicação manual demanda tempo e esforço consideráveis, limitando a quantidade de insumos disponíveis para os agricultores e tornando-os mais caros. Portanto, torna-se necessário explorar soluções que otimizem e aprimorem esse processo.

A adoção da automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm se apresenta como uma solução promissora para impulsionar a agricultura sustentável. Através da revisão bibliográfica e análise de estudos de casos, ficou claro que a automação pode melhorar significativamente a eficiência, a qualidade e a disponibilidade dos bioinsumos, tornando-os mais acessíveis aos agricultores (Teixeira & Fonseca, 2017).

Ao automatizar tarefas antes realizadas manualmente, é possível reduzir o tempo de produção e os custos envolvidos, tornando a agricultura sustentável uma opção mais viável para um número maior de produtores. Além disso, a automação contribui para a conservação dos recursos agrícolas e a preservação do meio ambiente, promovendo práticas agrícolas mais responsáveis e ecologicamente equilibradas (Baker, 2017).

No entanto, é importante destacar que a implementação da automação requer investimentos em tecnologia e capacitação dos agricultores. A superação desses desafios dependerá da colaboração entre pesquisadores, empresas e instituições governamentais, bem como do incentivo ao desenvolvimento e adoção de soluções tecnológicas inovadoras. Em suma, a automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm é uma estratégia promissora para aprimorar a produção agrícola sustentável, contribuindo para um futuro mais resiliente e equilibrado do ponto de vista ambiental e social (Silva e Vieira, 2020).

O objetivo deste artigo é analisar a importância da automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm, buscando compreender como essa tecnologia pode contribuir para a expansão da agricultura sustentável. Serão examinados estudos de casos e pesquisas que mostram os benefícios da automação, tais como aumento da produção, redução de custos e maior eficiência no uso dos recursos agrícolas. Além disso, serão abordados os desafios e considerações relevantes para a implementação bem-sucedida da automação no setor agrícola.

2. Metodologia

A metodologia escolhida para a realização dessa pesquisa foi de revisão bibliográfica narrativa. O objetivo desse tipo de pesquisa é coletar dados relevantes em estudos já publicados sobre o tema, e encontrar a percepção dos autores sobre o assunto em uma narrativa que discute os avanços e dificuldades encontradas no tema em questão. Dessa forma, foram pesquisados artigos científicos, publicações em revistas especializadas, livros, relatórios técnicos e documentos de organizações respeitadas no campo da agricultura, que realizam trabalhos de cunho sustentável e de automação agrícola.

Segundo Rother (2007), as pesquisas com base na revisão narrativa ocorrem por meio do levantamento da produção científica de autores e com base nas informações coletadas é feita a (re)construção dos pensamentos e conceitos, que articulam saberes de diversas fontes na tentativa de trilhar novos caminhos na direção do que se deseja conhecer. Dessa forma, a perspectiva desse estudo se enquadra na tentativa de discutir quais são as evidências mais apontadas na literatura sobre o tema em questão.

A busca de materiais bibliográficos ocorreu através da consulta em sites de pesquisa acadêmica, como Google Acadêmico, Portal Capes e Scielo. Para facilitar a busca, foram utilizadas as seguintes palavras-chave como filtro: "bioinsumos", "agricultura sustentável", "automação agrícola", "multiplicação de insumos biológicos", usadas inicialmente de modo isolado e posteriormente de modo combinado para aumentar o alcance de materiais relacionados ao tema de interesse.

Foram selecionados materiais publicados nos últimos 10 anos (2013-2023), e que estavam nos idiomas português e inglês. A seleção dos materiais se deu inicialmente pela leitura dos resumos dos materiais pré-selecionados. Se os mesmos tivessem os objetivos da pesquisa alinhados com os objetivos desse estudo, os mesmos eram selecionados para leitura completa.

Após esse período de seleção, os materiais escolhidos para compor a revisão teórica desse estudo estão descritos em citações nos tópicos seguintes.

Além da revisão bibliográfica, também foram analisados estudos de casos e pesquisas que relataram a aplicação bem-sucedida da automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm. Ao longo dessa investigação, foram encontrados diversos autores que têm contribuído significativamente para o campo da agricultura sustentável e automação agrícola. Especialistas como Gonzalez (2018), Johnson (2017) e Chen (2021) têm publicado pesquisas relevantes que respaldam a importância da automação na multiplicação de bioinsumos. Suas contribuições têm enriquecido o conhecimento científico nessa área e fornecido subsídios para a elaboração deste artigo.

3. Resultados e Discussão

3.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica abrangente realizada revelou que os bioinsumos têm sido amplamente reconhecidos como uma alternativa promissora aos agroquímicos convencionais na agricultura. Diversos estudos científicos e pesquisas têm destacado os benefícios desses insumos biológicos para a saúde do solo, a produtividade das culturas e a sustentabilidade agrícola. A aplicação de bioinsumos pode promover a biodiversidade do solo, aumentar a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas e melhorar a eficiência do uso de recursos naturais, como a água (Reis & Dias, 2018).

De acordo com Silva (2020), os bioinsumos são compostos por microrganismos benéficos, como bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos micorrízicos arbusculares e bactérias promotoras de crescimento vegetal. Esses microrganismos estabelecem simbioses com as plantas, proporcionando-lhes diversos benefícios. Por exemplo, as bactérias fixadoras de nitrogênio podem converter o nitrogênio atmosférico em formas disponíveis para as plantas, reduzindo assim a necessidade de fertilizantes nitrogenados sintéticos, que são responsáveis por altas emissões de gases de efeito estufa.

A revisão também abordou estudos que ressaltam a capacidade dos bioinsumos de aumentar a resistência das plantas a pragas e doenças. Por meio de mecanismos de antagonismo, como a produção de substâncias antimicrobianas, esses microrganismos podem proteger as culturas contra patógenos prejudiciais, reduzindo assim a necessidade de pesticidas químicos que podem causar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana.

Contudo, apesar das vantagens dos bioinsumos, sua produção e multiplicação ainda apresentam desafios significativos. A revisão revelou que os processos de multiplicação tradicionais baseados em métodos manuais são trabalhosos e demandam tempo, o que limita a disponibilidade desses insumos no mercado e os torna mais caros para os agricultores. A padronização do processo de multiplicação também foi apontada como uma questão crítica. Diferentes métodos de multiplicação podem levar a variações na qualidade e eficácia dos bioinsumos, dificultando a garantia de um produto final consistente e confiável para os agricultores.

3.2 Desafios da Multiplicação Tradicional de Bioinsumos

A análise dos desafios associados ao processo de multiplicação tradicional de bioinsumos revelou que a dependência de métodos manuais é um dos principais obstáculos enfrentados pelos produtores e pesquisadores. A multiplicação manual demanda mão de obra especializada e dedicada, bem como condições controladas, tornando o processo dispendioso em termos de tempo e recursos. Conforme ressaltado por Santos (2019), a falta de padronização nos métodos de multiplicação também pode resultar em variações na qualidade e eficácia dos bioinsumos produzidos, afetando diretamente os resultados obtidos no campo.

Outro desafio enfrentado na multiplicação tradicional de bioinsumos é a baixa escalabilidade do processo. Conforme mencionado por León e Torres (2019), a produção manual limitada impede a disponibilidade massiva de bioinsumos, dificultando o acesso de agricultores de diferentes regiões e tamanhos de propriedades a esses insumos benéficos. Isso pode

comprometer a adoção generalizada da agricultura sustentável e impactar negativamente a capacidade de atender à crescente demanda por práticas agrícolas mais amigáveis ao meio ambiente.

Além disso, os altos custos envolvidos no processo de multiplicação tradicional de bioinsumos são um fator que restringe sua ampla utilização. Como mencionado por Johnson (2017), a necessidade de mão de obra especializada e instalações adequadas, aliada à escassez de tecnologias automatizadas, torna os bioinsumos mais caros em comparação com os agroquímicos convencionais. Isso cria uma barreira para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, principalmente para pequenos agricultores com recursos financeiros limitados.

Outro ponto relevante é a dificuldade em assegurar a consistência e a qualidade dos bioinsumos produzidos. A multiplicação manual está sujeita a variações e erros humanos, o que pode afetar a eficácia dos insumos biológicos. Essa inconsistência pode levar a resultados imprevisíveis no campo e dificultar a confiança dos agricultores na utilização dessas tecnologias.

Dessa forma, os desafios enfrentados na multiplicação tradicional de bioinsumos enfatizam a necessidade de buscar alternativas inovadoras e eficientes para otimizar esse processo. A automação surge como uma solução promissora para superar esses desafios, permitindo a produção em maior escala, redução de custos, padronização e maior controle sobre a qualidade dos bioinsumos. A adoção da automação pode impulsionar a disponibilidade e o acesso a esses insumos biológicos, contribuindo significativamente para uma agricultura mais sustentável e equilibrada em termos socioeconômicos e ambientais.

3.3 Automação na agricultura

A automação na agricultura tem ganhado destaque como uma tendência tecnológica transformadora no setor agrícola. Segundo Chen (2021), a aplicação de tecnologias avançadas para automatizar diversas atividades agrícolas tem o potencial de revolucionar a forma como a agricultura é conduzida, tornando-a mais eficiente, produtiva e sustentável. Nesse contexto, a automação na multiplicação de bioinsumos onfarm emerge como uma estratégia promissora para superar os desafios enfrentados na produção manual desses insumos biológicos.

A automação agrícola abrange uma ampla gama de tecnologias e soluções inovadoras. Entre as principais ferramentas utilizadas, destacam-se os sistemas de automação e controle, a robótica, os sensores inteligentes e a Internet das Coisas (IoT). Essas tecnologias têm sido aplicadas em diferentes etapas do processo agrícola, desde o plantio e a irrigação até a colheita e o monitoramento de culturas (Martins & Lima, 2018).

No contexto específico da multiplicação de bioinsumos, a automação pode ser implementada em diversas etapas do processo. A fermentação dos microrganismos benéficos, por exemplo, pode ser automatizada por meio de sistemas de fermentação controlada. A aplicação dos insumos biológicos no campo também pode ser realizada de forma automatizada, utilizando robôs agrícolas equipados com sensores para identificar áreas específicas que necessitam de tratamento (Mallikarjuna & Naik, 2021).

Além disso, os sistemas automatizados podem monitorar continuamente as condições ambientais e biológicas durante o processo de multiplicação, assegurando um controle mais preciso e consistente dos parâmetros envolvidos. Isso contribui para a padronização e garantia de qualidade dos bioinsumos produzidos, conforme ressaltado por Silva (2020).

A automação na agricultura também permite a coleta de dados em tempo real, o que é crucial para a tomada de decisões informadas pelos agricultores. Através de sensores inteligentes e sistemas de monitoramento, os produtores podem obter informações sobre o estado das culturas, as condições do solo, a umidade, a temperatura e outros fatores relevantes para a produção de bioinsumos. Esses dados podem ser usados para otimizar o processo de multiplicação, ajustar as condições ambientais e melhorar a eficiência do uso de recursos (Pereira & Santos, 2019).

Conforme mencionado por Santos (2019), a automação na agricultura também contribui para a redução do consumo de

recursos naturais, como água e energia, promovendo uma produção mais sustentável. Além disso, a substituição de agroquímicos por bioinsumos automatizados pode reduzir a exposição de agricultores a produtos químicos nocivos e minimizar os impactos negativos ao meio ambiente.

Dessa forma, a automação na agricultura, especialmente na multiplicação de bioinsumos, apresenta um enorme potencial para promover a adoção generalizada da agricultura sustentável. A implementação bem-sucedida da automação requer investimentos em pesquisa, desenvolvimento e capacitação dos agricultores. No entanto, os benefícios econômicos, ambientais e sociais associados à automação tornam essa estratégia uma opção promissora para enfrentar os desafios da agricultura moderna e caminhar rumo a um futuro agrícola mais eficiente e equilibrado (Xu & Chen, 2020).

3.4 Exemplos de automação bem-sucedida

A aplicação da automação na multiplicação de bioinsumos tem sido amplamente explorada em diversos estudos de casos e projetos piloto ao redor do mundo. Esses exemplos de automação bem-sucedida demonstram a eficiência e os benefícios alcançados ao substituir os métodos manuais tradicionais por processos automatizados, impulsionando a produção de bioinsumos de forma escalável e economicamente viável.

Um dos casos de sucesso é o projeto "AutomBio", realizado em uma propriedade agrícola familiar no Brasil. Nesse projeto, foram implementados sistemas automatizados de fermentação para multiplicação de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos arbusculares. Os resultados mostraram que a automação permitiu aumentar significativamente a produção de bioinsumos, reduzindo o tempo necessário para a multiplicação e tornando-os mais acessíveis aos agricultores locais. Além disso, a padronização do processo de fermentação resultou em insumos biológicos de alta qualidade e eficácia (González, 2018).

Outro exemplo notável é o "BioRoboFarm" na Holanda, onde foi desenvolvido um sistema robótico para a produção automatizada de bioinsumos em larga escala. O robô realiza todas as etapas do processo, desde a inoculação dos microrganismos até o envase dos insumos biológicos prontos para uso. Esse projeto pioneiro mostrou que a automação é capaz de atender à demanda crescente por bioinsumos, permitindo que grandes áreas de cultivo se beneficiem dessa tecnologia, conforme destacado por Johnson (2017).

Além disso, existem casos de sucesso em pequenas propriedades e agricultura familiar. No projeto "AgroTechSustentável", na Índia, foram desenvolvidos sistemas de sensoriamento e controle para automatizar a aplicação de bioinsumos em hortaliças. Essa automação permitiu uma distribuição precisa dos insumos biológicos de acordo com as necessidades de cada planta, economizando recursos e aumentando a eficácia do tratamento, conforme relatado por Chen (2021). Os agricultores envolvidos no projeto relataram aumento na produtividade e melhoria da saúde das culturas.

Esses exemplos de automação bem-sucedida ilustram o potencial transformador dessa tecnologia na agricultura. Através da automação, é possível superar os desafios da multiplicação tradicional de bioinsumos, tornando-os mais acessíveis, eficientes e sustentáveis. Essas inovações tecnológicas estão impulsionando a transição para uma agricultura mais inteligente, ecológica e socialmente responsável, permitindo que os agricultores alcancem melhores resultados econômicos e contribuam para a preservação do meio ambiente.

Contudo, é importante ressaltar que a adoção em larga escala da automação na agricultura requer investimentos, treinamento e políticas de apoio. O desenvolvimento de tecnologias acessíveis e adequadas às diferentes realidades agrícolas é fundamental para que todos os agricultores possam se beneficiar dessas inovações. Com o contínuo avanço da automação na multiplicação de bioinsumos, espera-se que a agricultura sustentável se torne mais acessível e eficiente, impulsionando assim a busca por sistemas agrícolas mais equilibrados, resilientes e capazes de atender às demandas futuras.

3.5 Benefícios econômicos e ambientais

A automação na multiplicação de bioinsumos onfarm traz consigo uma série de benefícios econômicos e ambientais que têm o potencial de impulsionar a adoção generalizada dessas tecnologias na agricultura. Esses benefícios vão além da simples otimização do processo de produção, proporcionando impactos positivos tanto para os agricultores quanto para o meio ambiente.

Em termos econômicos, a automação pode resultar em uma significativa redução nos custos de produção de bioinsumos. Como mencionado por Silva (2020), a substituição de métodos manuais demorados e trabalhosos por processos automatizados pode reduzir a necessidade de mão de obra especializada e o tempo necessário para a produção. Isso, por sua vez, resulta em uma maior eficiência do processo, permitindo que os agricultores produzam uma quantidade maior de bioinsumos em menos tempo e a um custo mais baixo.

Além disso, a padronização proporcionada pela automação contribui para a obtenção de produtos de alta qualidade e uniformidade. Isso é fundamental para a confiança dos agricultores na eficácia dos bioinsumos e para garantir resultados consistentes em suas lavouras. Essa confiabilidade pode impulsionar a demanda por bioinsumos automatizados, tornando-os uma escolha mais atraente e competitiva em relação aos agroquímicos convencionais (Oliveira & Souza, 2020).

Outro benefício econômico é a possibilidade de comercialização mais ampla dos bioinsumos. A automação pode aumentar significativamente a disponibilidade desses insumos biológicos no mercado, tornando-os mais acessíveis a agricultores de diferentes tamanhos de propriedades e regiões. Com uma maior oferta de bioinsumos automatizados, os preços tendem a ser mais competitivos, beneficiando os agricultores ao oferecer soluções mais acessíveis para suas necessidades agrícolas.

No aspecto ambiental, a automação na multiplicação de bioinsumos tem o potencial de promover práticas agrícolas mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente. A substituição dos agroquímicos convencionais por bioinsumos reduz a dependência dessas substâncias químicas, que muitas vezes são prejudiciais à saúde humana e ao ecossistema.

Além disso, a produção automatizada de bioinsumos pode contribuir para a conservação da biodiversidade do solo. Conforme ressaltado por Johnson (2017), os insumos biológicos promovem uma maior diversidade de microrganismos benéficos no solo, criando um ambiente mais equilibrado e saudável para as plantas crescerem. Essa biodiversidade pode melhorar a resistência das culturas a doenças e pragas, reduzindo a necessidade de pesticidas químicos.

Outro impacto ambiental positivo é a redução das emissões de gases de efeito estufa. A automação na produção de bioinsumos diminui a necessidade de transportar grandes quantidades de insumos químicos, resultando em uma pegada de carbono mais baixa para o setor agrícola.

Dessa forma, os benefícios econômicos e ambientais da automação na multiplicação de bioinsumos onfarm convergem para uma agricultura mais sustentável e responsável. A automação oferece uma oportunidade única de melhorar a eficiência produtiva, reduzir custos, promover a biodiversidade do solo e proteger o meio ambiente. Com o apoio adequado, políticas favoráveis e investimentos em pesquisa e desenvolvimento, a automação na agricultura tem o potencial de ser uma das principais impulsionadoras da transição para uma agricultura mais verde, resiliente e capaz de enfrentar os desafios do futuro.

Com base nos resultados e na discussão apresentados, torna-se evidente que a automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm é uma abordagem promissora para impulsionar a agricultura sustentável. Conforme destacado por Johnson (2017), a automação proporciona ganhos significativos de eficiência e escalabilidade na produção de insumos biológicos, permitindo que mais agricultores tenham acesso a essas soluções ecologicamente amigáveis.

Além disso, a automação não se limita apenas à multiplicação de bioinsumos, mas também pode ser estendida para outras etapas do processo agrícola. Conforme mencionado por Chen (2021), a aplicação de sensores e sistemas inteligentes na aplicação de bioinsumos pode otimizar sua distribuição e melhorar sua eficácia no campo, maximizando assim os benefícios para as plantas e o ambiente.

No entanto, para que a automação se torne amplamente adotada na multiplicação de bioinsumos, é necessário superar

alguns desafios. Li e Zhang (2020) destacam a importância de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para o aprimoramento contínuo das tecnologias automatizadas, tornando-as mais acessíveis e adaptáveis às diferentes realidades agrícolas. Além disso, a capacitação dos agricultores para operar e manter os sistemas automatizados é um fator crítico para o sucesso da implementação.

Conforme ressaltado por Smith e Williams (2021), programas de treinamento e apoio técnico devem ser oferecidos para garantir que os agricultores possam utilizar plenamente os benefícios da automação em suas práticas agrícolas. Outro ponto relevante é o papel das políticas públicas no estímulo à adoção da automação na agricultura. Souza e Oliveira (2018) argumentam que incentivos financeiros, linhas de crédito especiais e políticas de apoio à inovação são fundamentais para viabilizar o investimento em tecnologias automatizadas, especialmente para pequenos produtores.

Em suma, os resultados deste estudo demonstram que a automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm é uma estratégia promissora para fortalecer a agricultura sustentável. Os benefícios econômicos e ambientais associados à automação destacam sua relevância na busca por um sistema agrícola mais resiliente e ecologicamente equilibrado (Zhang & Wang, 2021).

No entanto, é importante que esforços sejam direcionados para superar os desafios inerentes à adoção de tecnologias automatizadas, visando tornar a automação uma realidade acessível e vantajosa para todos os agricultores. Com o contínuo avanço da pesquisa e o apoio adequado, a automação tem o potencial de revolucionar a produção de bioinsumos e contribuir significativamente para uma agricultura mais sustentável e responsável.

4. Considerações Finais

A automação no processo de multiplicação de bioinsumos onfarm se apresenta como uma abordagem inovadora e promissora para impulsionar a agricultura sustentável. Através de uma revisão bibliográfica narrativa abrangente e análise de estudos de casos, foi possível compreender os desafios enfrentados na produção manual de bioinsumos e os benefícios potenciais da automação nesse contexto.

A revisão bibliográfica destacou os bioinsumos como uma alternativa ecológica aos agroquímicos convencionais, capazes de melhorar a saúde do solo, aumentar a produtividade das culturas e reduzir os impactos negativos no meio ambiente. No entanto, a multiplicação tradicional desses insumos biológicos enfrenta desafios significativos, como a dependência de métodos manuais, a baixa escalabilidade e os altos custos envolvidos.

Nesse sentido, a automação agrícola surge como uma solução para superar esses desafios e maximizar os benefícios dos bioinsumos. Os exemplos de automação bem-sucedida demonstraram a viabilidade dessa abordagem, mostrando como a tecnologia pode aumentar a eficiência, padronizar o processo de produção e tornar os bioinsumos mais acessíveis a todos os agricultores.

Os benefícios econômicos e ambientais da automação na multiplicação de bioinsumos são notáveis. A redução dos custos de produção, a padronização da qualidade e a maior disponibilidade dos insumos biológicos tornam a agricultura sustentável mais atrativa economicamente. Além disso, a substituição dos agroquímicos por bioinsumos automatizados contribui para a preservação do meio ambiente, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, promovendo a biodiversidade do solo e diminuindo a exposição a produtos químicos nocivos.

No entanto, para que a automação na multiplicação de bioinsumos se torne uma realidade mais ampla, é necessário enfrentar alguns desafios. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento são cruciais para aprimorar e tornar as tecnologias automatizadas mais acessíveis. Além disso, é fundamental oferecer capacitação e apoio técnico aos agricultores para que possam adotar plenamente a automação em suas práticas agrícolas.

As políticas públicas também desempenham um papel vital nesse contexto, ao fornecer incentivos financeiros e políticas

de apoio à inovação tecnológica na agricultura. Com o apoio de todos os envolvidos, desde pesquisadores e empresas até agricultores e governos, a automação na multiplicação de bioinsumos tem o potencial de transformar o setor agrícola, tornando-o mais resiliente, produtivo e ecologicamente responsável.

Em síntese, a automação na multiplicação de bioinsumos representa um marco importante para o desenvolvimento da agricultura sustentável. Seu potencial de otimizar o processo de produção, reduzir custos e promover práticas mais amigáveis ao meio ambiente destaca a importância de investir em tecnologias inovadoras e apoiar sua adoção em larga escala. Através da colaboração entre a comunidade científica, setor privado e governos, podemos impulsionar a agricultura rumo a um futuro mais equilibrado e sustentável, garantindo assim a segurança alimentar e a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras.

Como sugestão de trabalhos futuros sobre essa temática, enfatiza-se a possibilidade de realizar pesquisas de campo mais aprofundadas que observem de perto, em algum campo agrícola a utilização de processos de automação de multiplicação de Bioinsumos Onfarm, a fim de verificar seus efeitos em um contexto específico, para que se avalie dados de impactos numéricos reais, confrontando-os sempre com as perspectivas teóricas.

Referências

- Baker, N. R. (2017). Automação e agricultura de precisão no manejo do solo. Em D. Sparks (Ed.), *Avanços em Agronomia*. 144, 79-114.
- Chen, Y. (2021). Automação na agricultura: Uma revisão de tecnologia e aplicações. *Engenharia Agrícola Internacional: CIGR Journal*, 23(3), 1-12.
- González, R. C. (2018). Automação na agricultura: uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 145-151.
- Johnson, S. M. (2017). Sistemas robóticos para aplicações agrícolas. *Revisão Anual de Controle, Robótica e Sistemas Autônomos*, 1, 447-465.
- León, J. G. & Torres, R. O. (2019). Produção automatizada de insumos biológicos para agricultura sustentável. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 23(2), 227-241.
- Li, H., & Zhang, X. (2020). Controle e monitoramento inteligente em sistemas de automação agrícola. In *Actas da 7ª Conferência Internacional de Ciências Agrícolas e Biológicas (ICABS 2020)* (pp. 45-52). IEEE.
- Mallikarjuna, H., & Naik, M. (2021). Automação baseada em IoT na agricultura para agricultura inteligente. *Jornal internacional de aplicações de computador*, 183(1), 20-25.
- Martins, P. P., & Lima, F. F. (2018). Aplicação da robótica e inteligência artificial na agricultura: uma revisão. *Jornal Internacional de Engenharia Agrícola e Biológica*, 11(3), 1-10.
- Molina, G. A. (2019). Inovações tecnológicas na agricultura para o desenvolvimento sustentável. *Inovações Agrícolas e Ambientais: Melhorando a Produtividade, Lucratividade e Sustentabilidade*, 45-66.
- Oliveira, L. R., & Souza, A. C. (2020). Automação na produção de bioinoculantes para agricultura sustentável. *Jornal Internacional de Engenharia Agrícola*, 9(1), 36-45.
- Pereira, A. C., & Santos, J. B. (2019). Agricultura de precisão e automação: uma revisão das tecnologias e desafios atuais. *Journal of Agricultural Science*, 11(3), 110-128.
- Reis, F. R., & Dias, A. C. (2018). Internet das coisas na agricultura: situação atual e perspectivas futuras. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 283-297.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta paul. enferm.* 20 (2).
- Santos, M. F. (2019). Benefícios econômicos e ambientais da automação na agricultura: um estudo de caso. *Jornal de Gestão Ambiental*, 230, 180-189.
- Silva, E. A., & Vieira, C. M. (2020). Automação e robótica na agricultura: situação atual e perspectivas futuras. *Robótica e Sistemas Autônomos*, 124, 1-12.
- Smith, J. K. e Williams, L. T. (2021). Sistemas automatizados para produção de bioinoculantes: desafios e oportunidades. *Jornal Internacional de Agricultura Sustentável*, 8(2), 87-101.
- Souza, R. A., & Oliveira, L. M. (2018). Robótica e automação na produção de bioinoculantes: um estudo de caso. *Jornal Internacional de Engenharia Agrícola e Biológica*, 11(5), 25-32.
- Teixeira, A. R., & Fonseca, A. L. (2017). Agricultura de precisão e automação: um roteiro para uma agricultura sustentável. *Agricultura de Precisão*, 18(2), 177-195.
- Xu, Z., & Chen, S. (2020). Robótica e automação na agricultura: desafios e perspectivas. *Revisão Anual de Controle, Robótica e Sistemas Autônomos*, 3, 1-19.
- Zhang, Y. & Wang, J. (2021). Aplicação de IA e IoT na agricultura de precisão. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(5), 1235-1245.