

Adoção de inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto: uma revisão integrativa da literatura

Adopting technological innovation in vegetable cultivation with no-tillage system: an integrative review

Diogo Bellé¹ , Fernando José Avancini Schenatto² , Clístenes Antônio Guadagnin³ 

¹Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), São Miguel do Oeste (SC), Brasil. E-mail: diogo.belle@ifsc.edu.br

²Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPs), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco (PR), Brasil. E-mail: schenatto@utfpr.edu.br

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), São Miguel do Oeste (SC), Brasil. E-mail: guada@epagri.sc.gov.br

Como citar: Bellé, D., Schenatto, F. J. A., & Guadagnin, C. A. (2023). Adoção de inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto: uma revisão integrativa da literatura. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e258684. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.258684>

Resumo: O considerável aumento no consumo de produtos frescos da horticultura intensificou a importância da adoção de inovações tecnológicas na agricultura, em especial no cultivo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Porém, há dificuldade em encontrar e adotar tecnologias de custo compatível com o tamanho e faturamento das propriedades. Dessa forma, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de identificar tecnologias existentes e as condicionantes de adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças em SPDH. Realizado mediante revisão sistemática da literatura, do tipo integrativa, a partir das bases de dados Scopus e Web of Science, no período temporal 2009-2019, envolveu análise bibliométrica e de conteúdo do portfólio selecionado. Para tanto, adotou-se o método de análise PRISMA. Dessa busca, 94 artigos foram selecionados para estudo aprofundado, do qual conclui-se que a inovação no desenvolvimento da agricultura no ramo de hortaliças diminui a necessidade de mão de obra, possibilita estabelecer um padrão de produção, aumenta a produtividade e a oferta de produtos com sabor e qualidade exigidos pelas normas. Também proporciona melhora na qualidade de vida dos agricultores. Entretanto, para o SPDH se tornar mais efetivo, necessita-se algumas adaptações tecnológicas. Uma lista de tecnologias e critérios avaliados para sua adoção foi compilada e organizada, auxiliando a estruturação de novas pesquisas no tema e o acesso ao conhecimento específico para agricultores interessados em inovação tecnológica para suas propriedades.

Palavras-chave: inovação, mudança tecnológica, hortaliças, plantio direto.

Abstract: The considerable increase in the consumption of fresh horticultural products has intensified the importance of adopting technological innovations in agriculture, especially in the cultivation in a direct planting system for vegetables (SPDH). However, it is difficult to find and adopt technologies at a cost compatible with the size and revenue of the properties. In this way, a study was developed with the objective of identifying existing technologies and the conditions for the adoption of technological innovation in the cultivation of vegetables in SPDH. Carried out through a systematic review of the literature in the Scopus and Web of Science databases, in the period 2009-2019, it involved bibliometric and content analysis of the selected portfolio. For this purpose, the PRISMA analysis method was adopted. From this search, 94 articles were selected for in-depth study, from which it is concluded that innovation in the development of agriculture in the field of vegetables reduces the need for labor, makes it possible to establish a production standard, increase productivity and the supply of products with taste and quality required by the standards. It also improves the quality of life of farmers. However, for the SPDH to become more effective, some technological adaptations are needed. A list of technologies and criteria evaluated for their adoption was compiled and organized, helping the structuring of new research on the subject and access to specific knowledge for farmers interested in technological innovation for their properties.

Keywords: innovation, technological change, vegetables, no-till.



1. Introdução

O consumo de produtos frescos da horticultura, como legumes, tornou-se mais frequente na última década. Geralmente consumidos crus, não recebem tratamentos específicos para minimizar possíveis riscos à saúde. Ocorre que boas práticas de manipulação dos alimentos agrícolas são fundamentais para gerenciar a segurança alimentar, como descrevem os estudos de van Asseldonk et al. (2018) e Rajkumar (2010), entre outros. Por essa razão, leis são necessárias para garantir a qualidade dos produtos e estabelecer padrões de produção agrícola (Adalja & Lichtenberg, 2018).

O processo de cultivo envolve várias etapas: preparação do solo, semeadura e plantio, fertilização, irrigação, controle de pragas e doenças, manejo de plantas daninhas, colheita e comercialização. Na preparação do solo, são cultivadas culturas de cobertura para estimular a decomposição e facilitar o cultivo mecânico, variando de acordo com o tipo de solo, rotação de culturas ou preferências do agricultor em relação ao nível aceitável de controle de ervas daninhas (Adalja & Lichtenberg, 2018; Chen et al., 2017; Zhang e Ni, 2017; Canali et al., 2013).

Na etapa de semeadura e plantio em sistema de plantio direto (SPDH), mudanças de tecnologia são necessárias, requerendo investimentos em equipamentos novos e diferenciados do plantio convencional de produtos (Bavorova et al., 2018). Ressalte-se que culturas de cobertura podem afetar negativamente o posicionamento das sementes ou mudas na utilização de equipamentos no plantio (Lowry & Brainard, 2019).

A matéria orgânica e o fertilizante do solo podem ajudar a diminuir riscos com doenças e, além disso, varejistas de insumos auxiliam com informações de aplicações em quantidades recomendadas, com precisão e no momento apropriado (Schimmelpfennig, 2018).

No cultivo de vegetais, sistemas de irrigação com economia de água, utilizando tecnologias, são fundamentais para aumentar os benefícios econômicos, sociais e ambientais (Zhang et al., 2019).

Estudos de longo prazo, comparando sistemas de manejo agrícola, descobriram que a produção orgânica com plantio direto pode melhorar os indicadores de qualidade do solo em comparação com sistemas convencionais. O preparo do solo é uma etapa importante no manejo de doenças, dado que a incorporação de resíduos de culturas pode aumentar a mortalidade de propágulos de doenças (Adalja & Lichtenberg, 2018; Chen et al., 2017; Canali et al., 2013).

Os sistemas agrícolas e melhorias na produção auxiliam em diminuir torrões na colheita das raízes, reduzindo os custos de colheita; adoção de técnicas mínimas ou de plantio direto; capacidade de pulverizar as culturas com entrecruzamento usando orientação; aplicação mais eficaz de técnicas de agricultura de precisão (PA), como mapeamento de produtividade e aplicação variável de insumos (McPhee & Aird, 2013).

As tecnologias de PA com informações influenciam nos lucros e no gerenciamento da produção agrícola, por meio das Melhores Práticas de Gerenciamento (BMP), com benefícios para a administração do ecossistema. Quando as metas de produção agrícola são consideradas e integradas à gestão do ecossistema, incluem uma combinação de uso adequado da terra, manutenção da qualidade do ar e da água, evitando a aplicação excessiva de insumos produtivos e reduzindo o uso de energia e produção de gases de efeito estufa, melhorando, assim, a qualidade final do produto (Schimmelpfennig, 2018; Lowry & Brainard, 2016, 2019).

Ainda, as informações agrícolas oferecem oportunidades para os formuladores de políticas avaliarem o desempenho dos mercados de produtos agrícolas e determinarem as restrições microeconômicas. Além disso, permitem capacitar os produtores com recursos de gestão de produção e conhecimento de mercados ao seu alcance para fortalecer e estreitar a oferta e a demanda (Zidora et al., 2022).

Schimmelpfennig (2018) explica que as tecnologias PA existentes, como mapeamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS), são utilizadas para monitorar o rendimento de culturas, características do solo, e sistemas de orientação, que dirigem autonomamente tratores e colheitadeiras. Outras tecnologias, como o aplicativo móvel e o monitoramento com computador a bordo, auxiliam e facilitam o controle da produção agrícola (Mainetti et al., 2013; Jin et al., 2020).

Os benefícios econômicos com a adoção de novas tecnologias resultam na melhoria das colheitas e menores custos operacionais e de capital (devido ao uso reduzido de combustível), benefícios ambientais e da melhoria da conservação do solo e das relações na qualidade de vida dos produtores (McPhee & Aird, 2013). A principal preocupação dos economistas da agricultura é abordar questões de forma cuidadosa, que avaliem as implicações na tomada de decisões entre os agricultores (Adnan et al., 2019). Nesse processo, os indivíduos passam por vários estágios de aprendizado e experimentação, desde a conscientização do problema e suas possíveis soluções, até que finalmente decidam se adotam ou rejeitam a tecnologia.

A implantação de tecnologias em pequenas propriedades rurais visa à diminuição expressiva da perda de solo, água e nutrientes e a utilização gradativa de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, diminuindo o custo ambiental e de produção, mantendo ou até aumentando a produtividade e o conforto do trabalho humano (Reeve et al., 2016; Tey et al., 2013; Bavorova et al., 2018; Tian et al., 2016). As áreas destinadas para esse sistema normalmente possuem alta variabilidade topográfica, tamanhos menores das áreas cultivadas, diversidade de cultivo e produção e quantidade de matéria seca que fica depositada sobre o solo, nos terrenos da agricultura familiar, necessitando equipamentos e técnicas de manejo apropriados a cada realidade, com custos acessíveis. Essa realidade dificulta a atual estrutura industrial em atender tal diversidade (Beach et al., 2018).

Para Nordey et al. (2017), a ruptura dos sistemas de cultivo existentes para adoção de novas tecnologias, como o SPDH, exige apoio técnico e econômico à agricultura familiar, que geralmente possui capacidade de investimento limitada, o que dificulta a adoção dessas tecnologias. Portanto, as políticas governamentais têm papel importante em apoiar o desenvolvimento, organizar o mercado, disponibilizar suporte técnico e possibilitar o acesso a financiamentos. Ainda, Bietila et al. (2017) concluíram que, via de regra, na agricultura familiar, geralmente o trabalho é realizado com ênfase nas ferramentas e no trabalho manual, necessitando adaptar os métodos de cultivo mecânico para que se tornem adequados e eficazes em suas operações.

Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa é identificar tecnologias existentes e condicionantes de adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças em SPDH.

O presente estudo apresenta-se dividido em quatro seções. A primeira consiste na introdução, contendo a contextualização e objetivo da pesquisa. Na seção 2, é apresentada a abordagem metodológica da pesquisa e a descrição das suas etapas e procedimentos de execução. A seção 3 apresenta os resultados da análise bibliométrica e de conteúdo sobre o portfólio bibliográfico identificado, aprofundando-se a discussão sobre a literatura. Para finalizar, a seção 4 traz as conclusões da pesquisa. Por fim, indicam-se a referências utilizadas.

2. Metodologia

O artigo conduz uma revisão sistemática da literatura do tipo integrativa (Whittemore & Knaf, 2005), mediante busca de dados em artigos que abordem a adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças em SPDH, analisando as tecnologias existentes e os critérios para a adoção de novas tecnologias para os agricultores. Para tanto, adotou-se o método de análise

Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes (PRISMA), estruturado com as seguintes etapas: Identificação, Triagem, Elegibilidade e Incluir (Duong et al., 2019; Moher et al., 2009; Sar-Shalom Nahshon et al., 2019).

2.1. Identificação

Na primeira etapa, identificou-se os eixos temáticos e as palavras-chave relacionadas a cada um, para busca nos bancos de dados. Essa relação é apresentada no Quadro 1. O método Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes (PRISMA) recomenda uma estratégia de busca eletrônica completa de, pelo menos, um banco de dados principal. A utilização de apenas uma base de dados não garante que todos os estudos serão encontrados e, portanto, outras bases de dados devem ser pesquisados (Ortiz-Martínez et al., 2019). Nesse sentido, realizou-se pesquisas bibliográficas em dois diferentes bancos de dados: Web of Science (WoS) e Scopus.

O banco de dados WoS possui uma rica coleção de publicações, sendo conhecido por sua cobertura abrangente de periódicos de alto impacto, publicados no idioma Inglês (Kamble et al., 2020). O Scopus foi adotado por ser um dos maiores bancos de dados científicos do mundo (Wolfert et al., 2017).

Quadro 1 – Eixos e palavras-chave

Eixos	Adoção de inovação	Processos de cultivo	Tecnologias	Variedades de hortaliças
Palavras-chave	Inovação	Preparação solo	Tecnologia	Hortaliças
	Invenção	Plantio direto	Equipamento	Brócolis
	Melhoria	Irrigação	Maquinaria	Alface
	Aceitação	Adubagem	Automação	Couve-flor
	Adoção	Controle antipragas	Dispositivo	
		Colheita		
		Armazenamento		
		Embalagem		
		Transporte		
		Semeadura		
	Conservação do solo			

Fonte: Elaboração própria

Após determinados os eixos e as palavras-chaves, estruturou-se as 550 combinações possíveis em uma planilha no software Excel. Para tanto, foram utilizados operadores booleanos OR para relacionar as palavras-chave de cada eixo; e operadores AND para interligar os diversos eixos. Como exemplo de uma combinação, tem-se: (“Inovação” e “Preparação do solo” e “Tecnologia” e “Hortaliças”). Para pesquisar no banco de dados Scopus e Web of Science, foram selecionados: “título, resumo e palavras-chave”. Posteriormente, realizou-se o download de cada uma das listagens de retornos no formato Bib Tex e importados no Software Mendeley Desktop.

Os critérios de elegibilidade, que fornecem os limites de busca desta revisão sistemática, foram definidos da seguinte forma:

- Critérios de inclusão: 1) trabalhos que relacionam a adoção de tecnologias no cultivo de hortaliças com sistema de plantio direto (SPDH); 2) artigos publicados no período temporal compreendido entre 2009 e 2019; e 3) artigos na língua inglesa e chinesa.
- Critérios de exclusão: 1) revisões narrativas assistemáticas; 2) obras publicadas em idioma diferente do Inglês e do Chinês; 3) dissertações e conferências; 4) livros ou capítulos de livros.

Com os critérios acima estabelecidos, e as combinações, a busca totalizou 268 publicações na base de dados WoS e 43.529 publicações na base de dados Scopus. As importações das combinações no Mendeley Desktop ocorreram individualmente e com anotações dos registros importados, totalizando 257 publicações na base de dados WoS e 39.326 publicações na base de dados Scopus.

2.2. Triagem

Posteriormente à importação dos arquivos, na segunda etapa, foi realizada uma revisão a fim de eliminar os artigos duplicados; documentos com ano de publicação anterior ao período temporal de 10 anos retroativos à data de consulta; e tipos de documentos diversos a artigos científicos publicados em periódicos, observando os critérios estabelecidos de inclusão e exclusão na busca, totalizando assim 15.554 artigos remanescentes no portfólio bibliográfico, para as etapas seguintes de filtragem.

2.3. Elegibilidade

A terceira etapa consistiu inicialmente na leitura direta do total de 15.554 títulos, realizada pelos pesquisadores, para selecionar os artigos, observando os termos de busca e os critérios de inclusão e exclusão apresentados no Quadro 2. Esses novos critérios, estabelecidos pelos pesquisadores, qualitativamente, a partir de uma exploração inicial dos títulos, serviram para refinar as etapas de filtragem por leitura, parametrizando as decisões por inclusão ou exclusão de documentos que, embora abarcados pela busca realizada na etapa de Identificação, efetivamente não apresentassem aderência temática ou metodológica aos interesses desta pesquisa. Após essa análise, 329 artigos foram selecionados para a leitura do resumo e prosseguimento rumo à escolha final dos artigos do portfólio bibliográfico.

Quadro 2 – Critério inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
• Sementes orgânicas	• Resíduos de petróleo
• Saúde humana com produtos orgânicos	• Produção de biodiesel
• Sistema de monitoramento	• Medicina
• Detecção de doenças por método de imagens	• Indústria farmacêutica
	• Derivados de carne
	• Lixo eletrônico
	• Indústria aeronáutica
	• Produção de biogás

Fonte: Elaboração própria

Excluíram-se as publicações em que o resumo explicitava tratar-se de processos ou tecnologias não direcionadas ao cultivo de hortaliças em SPDH, ou que não havia possibilidade de utilização nesse sistema de plantio. A análise detalhada dos resumos auxiliou na escolha dos artigos,

formando as referências de acordo com cada tecnologia e critérios na adoção de tecnologias utilizadas na agricultura na produção de hortaliças e com possibilidade de utilização no cultivo em SPDH, totalizando 94 artigos, que foram considerados elegíveis para a presente revisão sistemática. As discordâncias sobre a inclusão ou não de uma determinada referência foram resolvidas por meio da discussão de todos os autores da presente revisão sistemática.

2.4. Incluir

A análise das 94 publicações foi realizada lendo-se a introdução, a metodologia e a conclusão, a fim de identificar se os artigos estavam alinhados com o objetivo de pesquisa. Dessa forma, foram mantidos os artigos que apresentavam as condicionantes de adoção da inovação tecnológica, tecnologias existentes e melhorias no processo de cultivo de hortaliças em SPDH ou com possível utilização nesse cultivo. Assim, o portfólio bibliográfico final contou com 94 artigos para posteriores análises.

Para a análise bibliométrica, observaram-se fatores como ano de publicação, autores, periódicos, número de citações na base de dados Scopus e Google Acadêmico e as palavras-chave. E a análise do conteúdo abordou os critérios na adoção de tecnologias e tecnologias existentes utilizadas no cultivo de hortaliças em SPDH, ou com possibilidade de utilização neste cultivo. A Figura 1 apresenta, de forma resumida, todos os passos descritos.

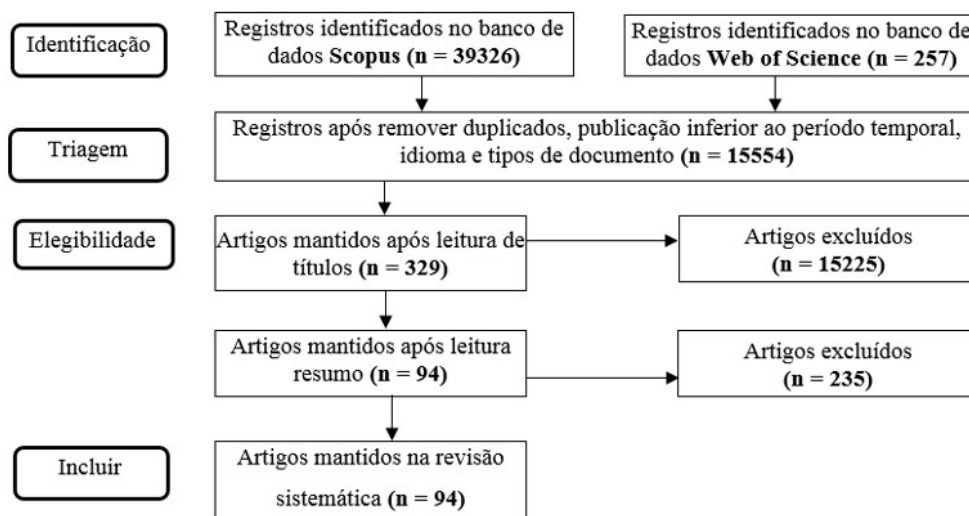


Figura 1 - Diagrama de fluxo de seleção método PRISMA.

Fonte: Adaptado de Ortiz-Martínez et al. (2019).

3. Resultados e discussão

3.1. Análise bibliométrica

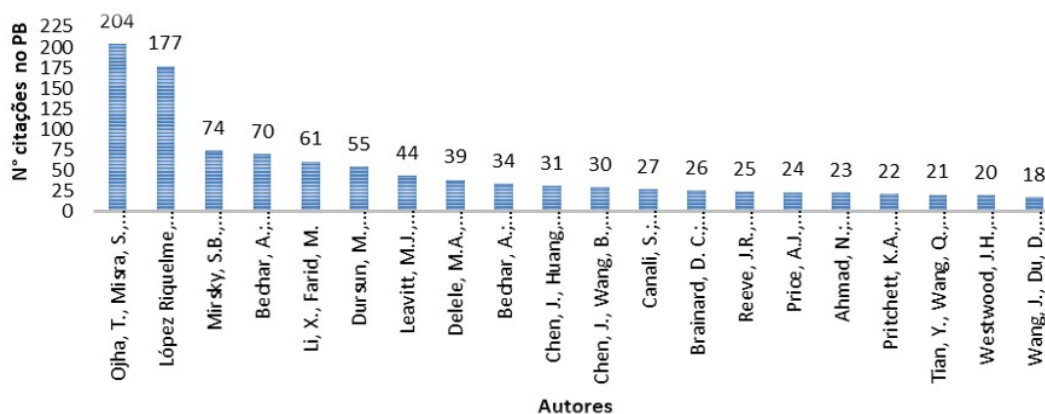
De acordo com o Portfólio Bibliográfico (PB), a maior concentração de artigos compreendeu o intervalo de 2015 a 2019, correspondente a 13% das publicações em 2015; 15% em 2016; 10% em 2017; 27% em 2018; e 10% em 2019. Com esse resultado, observa-se uma crescente nos estudos referentes ao objetivo desta pesquisa. Os artigos estão agrupados por ano no Quadro 3.

Quadro 3 – Artigos do PB separados por ano

Ano	Artigos do PB
2009	López Riquelme et al., Mirsky et al.
2010	Deng et al., Maldonado, Rajkumar, Li et al.
2011	Dursun; Ozden, Chen et al., Pritchett e Kennedy, Cogger, Leavitt et al., Pekkeriet e Van Henten
2012	Aghamenu e Onemolease, Mandel et al., Chen et al.
2013	Brainard et al., Canali et al., Delele et al., McPhee e Aird, Tey et al., Price e Norsworthy, Majsztzik et al., Wang et al.
2014	Wang et al., Yang et al., Leite et al.
2015	Ahmad e Mehmood, An et al., Anderson, Chung et al., Dorn et al., Gao et al., Monisha e Dhanalakshmi, McPhee et al., Shi, Ojha et al., Wayman et al., Saunders et al.
2016	Bandal e Thirugnanam, Bechar e Vigneault, Defterli et al., Pedersen et al., McPhee et al., Ma et al., Reeve et al., Tian et al., Leskovar et al., Jewell, Todorovic et al., Li e Farid, Quan et al., Mc Fadden e Gorman
2017	Bawden et al., Bechar e Vigneault, Bietila et al., Cahz e Johnson, Chen et al., Holmes et al., Bietila et al., Zhang e Ni, Nordey et al., Liu
2018	Adalja e LichtenbergI, Ali et al., Bavorova et al., Beach et al., Beza et al., Chandra et al. Pascale et al., Dihingia et al., Han et al., Han e Chen, Schimmelpennig, Ji et al., Mahmood e Murdoch, Jin et al., Waisnawa et al., Ali et al., Liu et al., Zhou et al., Ji et al. (2018a, 2018b), Westwood et al., Norris e Congreves, Beach et al., Zhang et al., Yang et al., Hilkens et al.
2019	Bjornlund e Bjornlund, Cofré-Bravo et al., Fennimore e Cutulle, Fourati et al., Jin et al., Strigaro et al., Lowry e Brainard, Raut et al., Ziegler et al.

Fonte: Elaboração própria

A análise realizada por meio do número de citações dos artigos do PB, na base de dados Scopus, apresenta 20 autores com maior relevância, destacando-se: Ojha et al. (2015), com 204 citações e López Riquelme et al. (2009), com 177 citações. A Figura 2 apresenta os autores mais relevantes.

**Figura 2** - Número de citações artigos do PB na base de dados Scopus.

Fonte: Elaboração própria

A Figura 3 apresenta o número de citações dos artigos do PB no Google Acadêmico de 20 autores mais relevantes, dentre os quais se destacam: López Riquelme et al. (2009), com 315 citações; Ojha et al. (2015), com 289 citações; Dursun & Ozden (2011), com 125 citações; Mirsky et al. (2009), com 118 citações; e Bechar & Vigneault (2016), com 104 citações.

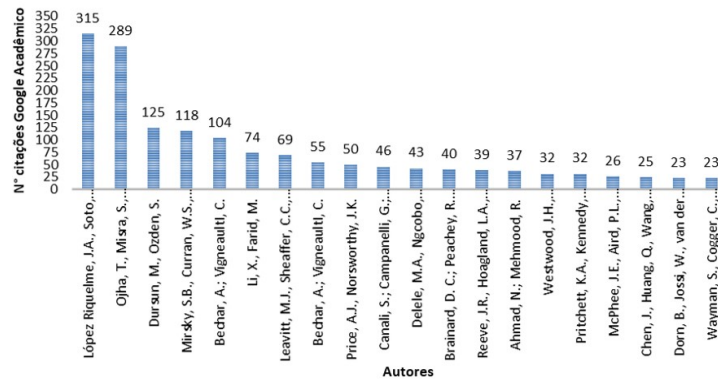


Figura 3 - Número de citações artigos do PB no Google Acadêmico.
Fonte: Elaboração própria

Foram encontrados 336 autores diferentes nas publicações do PB, 30 com duas publicações e quatro foram destaques com mais de duas publicações cada: Jin, com cinco publicações; McPhee, com quatro publicações; e Aird e Ji, com três publicações. A Figura 4 apresenta a relação dos autores com o número de artigos no PB. São contemplados aqueles com, no mínimo, dois artigos.

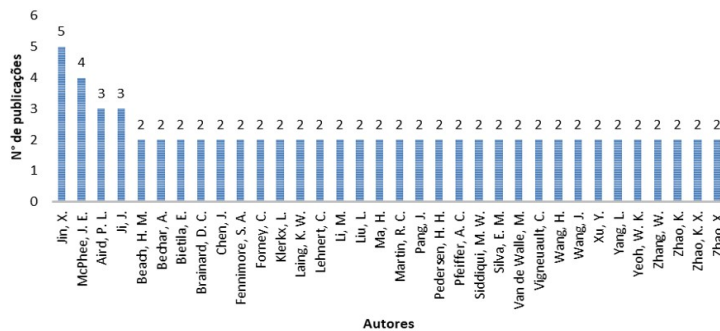


Figura 4 - Autores com mais de duas publicações no PB.
Fonte: Elaboração própria

Realizou-se busca nas referências dos artigos do PB para identificar os autores com maior número de citações. A Figura 5 apresenta 34 autores que são evidenciados com o mínimo de sete vezes nas referências dos artigos. Os de maior destaque: An aparece 34 vezes; Li, 22 vezes; Wang, Y. e Zhang, 17 vezes; Wang, J., 16 vezes; Chen, H., 14 vezes; Chen, J., 12 vezes; Liu, J., 11 vezes; Hu, J., 11 vezes; Li, X., 11 vezes; Wang, M., 11 vezes; Liu, Y., 10 vezes; Wang, N., 10 vezes; Wang, X., 10 vezes; Zhang, J., 10 vezes; Zhang, W., 10 vezes; Delate, K., 9 vezes; Wang, C., 9 vezes; Wang, Q., 9 vezes; Yang, Y., 9 vezes; Chen, L., 8 vezes; Han, C., 8 vezes; Jin, X., 8 vezes; Li, Z., 8 vezes; Liu, L., 8 vezes; Wang, H., 8 vezes; Yu, G., 8 vezes; Zhang, G., 8 vezes; Allan, D.L., 7 vezes; Carr, P.M., 7 vezes; Li, E., 7 vezes; Ma, H., 7 vezes.

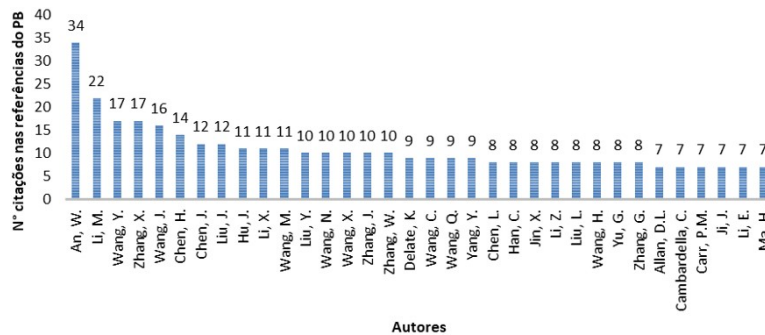


Figura 5 - Número citações autores nas referências dos artigos no PB.
Fonte: Elaboração própria

Com o intuito de analisar o número de publicações utilizadas, foram identificados 59 periódicos no PB e o Fator de Impacto (FI) *Scimago Journal Rank* (SJR). Para isso, realizou-se o cruzamento do número de vezes que o periódico é evidenciado no PB com o valor FI. Portanto, a Figura 6 apresenta os dados levando em consideração os periódicos com mais de duas publicações. Assim, destacam-se no FI: Soil and Tillage Research, com 1,9; Agronomy for Sustainable Development, com 1,8; e Critical Reviews in Food Science and Nutrition, com 1,7. Entretanto, no número de publicações no PB destacam-se: Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, com oito; Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, com sete; Renewable Agriculture and Food Systems, com quatro; e Soil and Tillage Research; Journal of Rural Studies; Computers and Electronics in Agriculture; Biosystems Engineering; Weed Technology; International Journal of Agricultural and Biological Engineering; Acta Horticulture, com três publicações. A Figura 6 apresenta os dados.

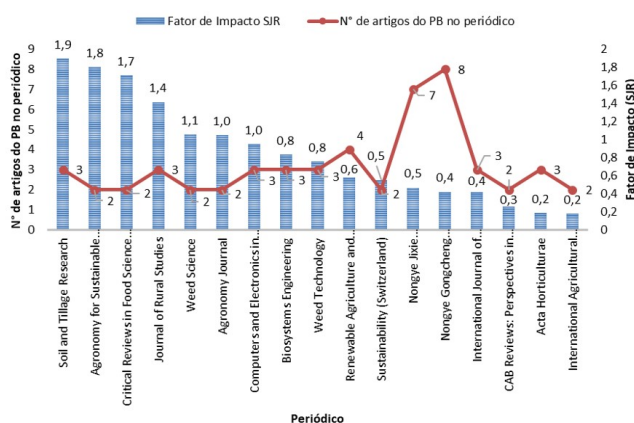


Figura 6 – Número de publicações no periódico e o Fator de Impacto SJR utilizados no PB.
Fonte: Elaboração própria

Na análise bibliométrica, foram encontradas 436 palavras-chave diferentes. Dessas, 72 são usadas em mais de um artigo, representando 16,51%. Na Figura 7 estão representadas as palavras que são citadas acima de três vezes, dentre elas teve destaque: Robotics, citada oito vezes; Automation, citada seis vezes; Organic agriculture; Precision Agriculture; Vegetables; Wireless sensor network, citadas cinco vezes; e Conservation tillage; Cover crop; India; No-till; Optimisation; Roller-crimper; Soil health, citadas quatro vezes.

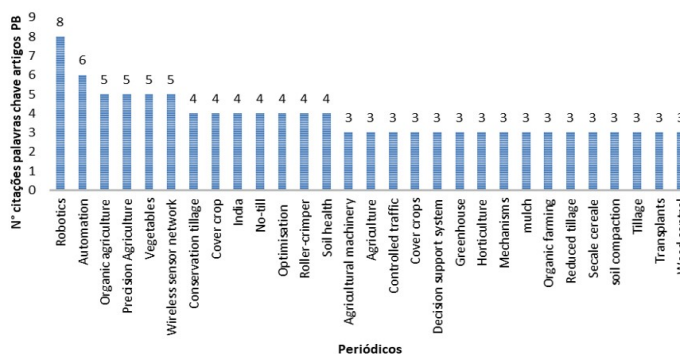


Figura 7 – Número citação palavra-chave dos artigos do PB.
Fonte: Elaboração própria

A Figura 8 representa o número de citações das palavras-chave determinadas para a busca nos bancos de dados Scopus e WoS, nas palavras-chave dos artigos do PB. Para isso, cruzou-se as palavras da pesquisa com as palavras dos artigos do PB e destacaram-se: Irrigação, sete vezes; Inovação, Colheita e Tecnologia, seis vezes; Maquinaria e Dispositivo, quatro vezes; Semeando, três vezes; e Adoção e Hortaliças, duas vezes cada uma.

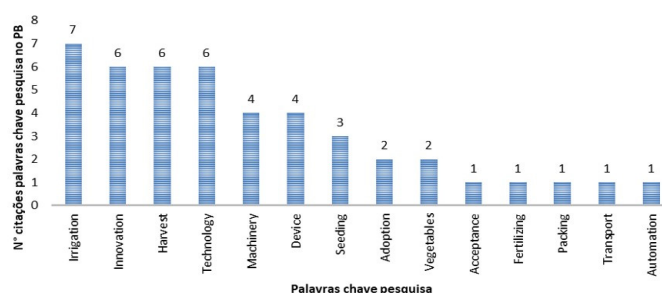


Figura 8 – Número citação palavra-chave pesquisa nas palavras-chave dos artigos do PB.

Fonte: Elaboração própria

3.2. Análise de conteúdo

A análise do conteúdo buscou categorizar os tipos de tecnologias e critérios utilizados para a adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças, utilizando o sistema de plantio direto (SPDH). Acerca dos resultados da pesquisa, o Quadro 4 apresenta detalhadamente as tecnologias.

Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas

Aplicação	Tecnologia	Autores
Sistema de informação com monitoramento da colheita	Tecnologias de agricultura de precisão (sistemas de informação)	Monisha & Dhanalakshmi (2015)
Sistema de informação com monitoramento do crescimento e produtividade das culturas, sistemas de manejo de nutrientes do solo e eficiência no uso de nutrientes, manejo integrado adequado de pragas, eficiência no uso de energia e economia.		Mandel et al. (2012)
Controle mecânico com rolo crimpador das culturas de cobertura para o plantio direto		Mirsky et al. (2009), Canali et al. (2013)
Gerenciamento na administração da produção		Schimmelpfennig (2018)
Sistema com Android de visualização e manipulação remotamente de informações da área cultivada		Ji et al. (2018a)
Sistema de informação com monitoramento no cultivo de hortaliças com raiz, como a beterraba e batata		Mahmood & Murdoch (2018)
Tecnologia de informação em projetos de irrigação automática na agricultura de precisão		An et al. (2015)
O estudo investiga a eficácia e as prováveis limitações nos serviços de informações sobre o mercado agrícola		Ziegler et al. (2019)
Design, desenvolvimento e teste de uma plataforma robótica modular com uma matriz de remoção heterogênea de ervas daninhas para a agricultura		Bawden et al. (2017)
Explorar e identificar os indicadores de barreiras institucionais que dificultam o processo de treinamento para transferência de tecnologia, por trás do atraso na adoção da tecnologia que afeta a produção agrícola		Chandra et al. (2018)
Revisão de literatura em estudos de casos com utilização de sensores de redes sem fio na agricultura		Ojha et al. (2015)
Utilização de sistema com sensores sem fio para medir várias características do solo, como temperatura, teor de umidade volumétrica e salinidade no cultivo de repolho		López Riquelme et al. (2009)
Semeadora elétrica para sementes de hortaliças		Jin et al. (2019)

Fonte: Elaboração própria

Quadro 4 - Continuação...

Aplicação	Tecnologia	Autores
Máquina para transplantar mudas de tomate	Tecnologias de transplantador de mudas	Jin et al. (2018)
Máquina automática para transplantar mudas de pimenta		Han et al. (2018)
Simulação e análise dos resultados para verificar o funcionamento do sistema transplantador de mudas de hortaliças com engrenagens planetárias		Chen et al. (2012)
Simulação e análise dos resultados para verificar o funcionamento do sistema transplantador de mudas de hortaliças em vasos		Chen et al. (2011)
Dispositivo de sementeira de precisão para mudas de hortaliças		Liu et al. (2018)
Sistema mecânico para o transplante de mudas de tomate com vaso de papel		Han & Chen (2018)
Máquina para o transplante de mudas de milho		Shi (2015)
Desenvolvimento equipamento para transplantar mudas de flores		Zhou et al. (2018)
Desenvolvimento projeto bandeja para transplantar mudas de milho		Ma et al. (2016)
Desenvolvimento equipamento para transplantar mudas com engrenagens planetárias		Ji et al. (2018b)
Máquina para o transplante de mudas de tomate, berinjela e pimenta		Dihingia et al. (2018)
Máquina para o transplante de mudas de milho		Yang et al. (2014)
Estudo da organização no transporte de legumes desde o local de cultivo até o consumidor final		Tecnologias de armazenamento, transporte e logística
Tecnologia contemporânea de engenharia no processamento e armazenamento de produtos agrícolas, seguindo o princípio da realidade, hierarquia, estabilidade e abertura	Wang et al. (2013)	
Estudo com indicadores de desempenho “duro” (operacional e baseado em tecnologia) e “suave” (baseado em recursos humanos) da cadeia de valor verde são analisados no contexto da indústria agrícola	Raut et al. (2019)	
Sistema de refrigeração para armazenamento e transporte de frutas e vegetais	Waisnawa et al. (2018)	
Tratamentos químicos inovadores para desinfecção e lavagem de hortaliças pós colheita	Tecnologias para desinfecção e lavagem de hortaliças pós colheita	Ali et al. (2018)
Agricultura de tráfego controlado com máquinas na mesma largura na produção de hortaliças e grãos	Tecnologias de controle de tráfego no processo de cultivo	Pedersen et al. (2016), McPhee & Aird (2013)
Avaliação de retornos na utilização da agricultura de tráfego controlado entre três diferentes sistemas na produção de hortaliças		McPhee et al. (2016)
Avaliação na utilização da agricultura com tráfego controlado na produção de hortaliças		McPhee et al. (2015)
Dispositivos de baixo custo para o gerenciamento de recursos e riscos naturais	Tecnologias de sistema de monitoramento climático, temperatura e umidade	Strigaro et al. (2019)
Utilização de celulares para o monitoramento das condições como luz, temperatura e umidade, no ambiente protegido de produção		Chung et al. (2015)
Utilização da tecnologia SMS móvel por pequenos agricultores para fornecer informações relacionadas a fazenda		Beza et al. (2018)
Rede de sensores sem fio baseada em ZigBee e PDA para visualização em tempo real de informações de campo		Deng et al. (2010)

Fonte: Elaboração própria

Quadro 4 - Continuação...

Aplicação	Tecnologia	Autores
Tendências emergentes em tecnologia e inovação para fornecer gerenciamento sustentável de ervas daninhas no futuro	Tecnologias de controle de ervas daninhas	Westwood et al. (2018)
Avaliação na utilização de 12 espécies de culturas de cobertura para a supressão de ervas daninhas		Holmes et al. (2017)
Robótica e tecnologias utilizadas no cultivo de morangos		Defterli et al. (2016)
Estudo de campo com utilização de seis culturas de cobertura para supressão de ervas daninhas		Dorn et al. (2015)
Estrutura automatizada utilizando uma rede multissensores para prever a qualidade de frutas e legumes.	Tecnologias de sensores para medir a qualidade de frutas e vegetais	Bandal & Thirugnanam (2016)
Estudo dos fatores conhecidos que influenciam a saúde do solo e das plantas com agricultura orgânica	Tecnologias de agricultura orgânica (rotação de cultura e cobertura de solo com plantio direto)	Reeve et al. (2016)
Estudo com informações sobre as tecnologias de cultivo de plantas e fatores que impedem os gerentes de fazendas em utilizar o cultivo com plantio direto		Bavorova et al. (2018)
Investigação com 8 solos diferentes tratados com a adição do composto Caragana microphylla-straw		Tian et al. (2016)
Experimento para examinar três tipos de grãos, quatro ervilhacas e uma mistura de cevada e ervilhaca e finalizados o cultivo com dois métodos mecânicos e em dois momentos diferentes para verificar a supressão de ervas daninhas.		Wayman et al. (2015)
Pesquisa para avaliar o uso de plantas de cobertura em conjunto com práticas de plantio direto		Price & Norsworthy (2013), Zhang & Ni (2017), Anderson (2015), Nordey et al. (2017), Beach et al. (2018), Brainard et al. (2013)
Experimento examinou o cultivo com plantio direto utilizando cobertura vegetal para produção de vegetais orgânicos		Bietila et al. (2017)
Eficácia do trigo túrtao em relação ao trigo sarraceno na supressão de plantas daninhas, durante a fase de cobertura e após o término da cobertura durante a produção de repolho		Saunders Bulan et al. (2015)
Estudo para avaliar a influência de diferentes métodos de preparo do solo (duas práticas convencionais e duas de conservação) em conjunto com uma cultura mista de inverno para a supressão de ervas daninhas		Chen et al. (2017)
Estudo para avaliar a influência das práticas de lavoura convencional e de tiras e três níveis de status da água		Leskovar et al. (2016)
Revisão da literatura para entender como o manejo influenciou vários índices de saúde do solo (biologia do solo, química e dinâmica física) e avaliar as implicações para os serviços do ecossistema do solo em sistemas de cultivo de vegetais		Norris & Congreves (2018)
Experimento de campo comparando sistemas de cultivo, estratégias de preparo do solo		Pritchett et al. (2011)
Estudo para avaliar o uso do plantio direto com plantas de cobertura na produção de tomate		Leavitt et al. (2011)

Fonte: Elaboração própria

Quadro 4 - Continuação...

Aplicação	Tecnologia	Autores
Projeto para fornecer treinamentos no gerenciamento de irrigação e subsídios de atualização na infraestrutura para rios licenciados e irrigadores de água potável em áreas de Sydney, para produtores de hortaliças	Tecnologias de reciclagem de água, irrigação e fertilizantes	Jewell (2016)
Novas abordagens para a programação de irrigação de hortaliças utilizando tecnologias		Cahn & Johnson (2017)
Sistema de irrigação automatizado de baixo custo usando uma rede de sensores sem fio e um módulo GPRS		Manimaran & Arfath (2016), Dursun & Ozden (2011)
Sensores de rede sem fio para irrigação de frutas e vegetais		Majsztrik et al. (2013)
Redes Neurais Convolucionais para identificação de sistemas de irrigação por pivô central		Zhang et al. (2018)
Aplicação de irrigação de precisão baseada em tecnologias sem fio e de apoio à decisão		Fourati et al. (2019)
Sistema Hydro-Tech desenvolvido para o gerenciamento da irrigação de pomares de pessegueiro, oliveira, vinho, uvas de mesa e legumes.		Todorovic et al. (2016)
Estudo na otimização da tecnologia de irrigação de fertilizantes para terras pouco salinizadas que já são cultivadas em áreas de revestimento de hortaliças.		Yang et al. (2018)
Estrutura integrada que explica como os fatores socioeconômicos e biofísicos influenciam o desenvolvimento do gerenciamento da água agrícola		Bjornlund & Bjornlund (2019)
Visão geral de estudos científicos recentes sobre ferramentas e técnicas para determinar momento da irrigação e do fertilizante nitrogenado e suas quantidades		De Pascale et al. (2018)
Revisão de literatura para reduzir a temperatura de esterilização nos alimentos, usando combinações de tecnologias térmicas e não térmicas, como alta pressão, UV, luz pulsada, ultrassônica, campo elétrico pulsado, irradiação e plasma frio		Tecnologias de esterilização e segurança alimentar de produtos frescos
Estudo com produtores de frutas e legumes para estimar o uso atual das práticas de segurança alimentar	Adalja & Lichtenberg (2018)	
Colheitadeira automática no cultivo de alface	Tecnologias de Colheita	Gao et al. (2015)
Máquinas para colheita de repolho, tomate e cenoura		Wang et al. (2014)
Análise dos desenvolvimentos atuais de sistemas robóticos e mecatrônicos de alta tecnologia em horticultura e perspectivas futuras	Tecnologias robóticas	Pekkeriet & van Henten (2011)
O estudo analisa as possíveis aplicações de tecnologias de automação e robótica em empacotadoras hortícolas		Li et al. (2010)
O estudo investiga esforços de pesquisa, desenvolvimentos e inovação em robôs agrícolas para operações de campo, seus conceitos, princípios, limitações e lacunas associados		Bechar & Vigneault (2016)
Pesquisa, desenvolvimento e inovação em robôs agrícolas para operações de campo, Com foco nas características, medidas de desempenho, tarefas e operações agrícolas		Bechar & Vigneault (2017)
Análise no processo de desenvolvimento de pesquisa sobre tecnologia robótica para colheita de diferentes culturas hortícolas em estufa		Liu (2017)
A revisão aborda o status da robótica para manuseio, armazenamento e transporte de produtos hortícolas frescos e destaca novas descobertas significativas		Maldonado (2010)
Robô para cultivo vertical em uma fábrica de plantas hortícolas		Quan et al. (2016)
Tecnologias de robótica e automação na produção de morangos		Defterli et al. (2016)
Robótica para o controle de ervas daninhas		Fennimore & Cutulle (2019)

Fonte: Elaboração própria

As Tecnologias de Agricultura de Precisão (Sistemas da Informação), identificadas a partir de 27 autores, são tecnologias utilizadas com sistemas de informação, com os quais o produtor consegue monitorar em tempo real as condições de produção. Porém, existem limitações de aplicação em propriedades de menor porte, em virtude de custos e necessidade de máquinas adequadas. Desse modo, entende-se que pesquisas futuras são necessárias.

Somente dois autores estudaram a Tecnologia de Transporte e Logística, a qual é utilizada para transportar e monitorar os produtos frescos, além de sistemas de refrigeração que são fundamentais para manter os produtos com as qualidades exigidas pelas normas até o consumidor final.

Com 12 estudos na última década, as Tecnologias de Transplantadores de Mudas são máquinas que auxiliam no processo de cultivo e mostram uma evolução no plantio, aumentando a produtividade, qualidade e diminuindo os esforços físicos dos trabalhadores.

No quesito Tecnologias de Armazenamento e Embalagens Pós-colheita, um autor demonstrou que, nas operações mecânicas de corte e descascamento na colheita, ocorre liberação de conteúdos celulares, os quais propiciam o crescimento de microrganismos patogênicos e deterioração do produto. Entretanto, tratamentos pós-colheita são utilizados, além de embalagens projetadas para fornecer uma distribuição uniforme do fluxo de ar e manter o produto refrigerado, de acordo com outro autor.

A esterilização é um dos métodos mais eficazes de conservação de alimentos e as Tecnologias de Esterilização de Produtos Frescos como a térmica, têm sido amplamente empregadas, segundo dois estudos do PB, possibilitando aos produtores oferecer produtos com sabor mais fresco e melhor qualidade para o consumidor final.

A produção de vegetais é caracterizada pelo tráfego intenso de máquinas e equipamentos, particularmente durante a colheita. Em consequência, ocorre a compactação do solo, dificultando a produção. É possível ser eliminada essa situação, desde que ocorra o controle de todos os implementos e seja adotado um intervalo específico e que todos os trilhos de rodas sejam posicionados em faixas específicas. Tecnologias de Controle de Tráfego no Processo de Cultivo são utilizadas no PB e quatro autores as pesquisaram.

Outras quatro pesquisas afirmam que, para garantir a produtividade e rentabilidade estáveis, o monitoramento e o controle contínuo e intensivo do ambiente de produção de culturas protegidas (em estufas) são essenciais e diminuem desperdícios de tempo e mão de obra. Dessa forma, as Tecnologias de Sistema de Monitoramento Climático, Temperatura e Umidade são fundamentais; porém, é necessário tomar cuidado com o controle inadequado para não ter desperdícios.

As Tecnologias de Controle de Ervas Daninhas estão substituindo o controle químico das últimas décadas, que levaram a um aumento no número de populações de ervas daninhas e resistência aos herbicidas. Algumas maneiras minimizam e auxiliam no controle como por exemplo, herbicidas e biopesticidas a base de produtos naturais, culturas de cobertura de solo e robôs semiautônomos e autônomos. Estudos de quatro autores evidenciaram a evolução no controle de ervas daninhas.

Outro fator fundamental é a qualidade dos produtos oferecidos para o consumidor. Dessa forma, um autor demonstrou que as Tecnologias de Sensores para Medir a Qualidade de Frutas e Vegetais pode ser utilizada para avaliar e garantir a qualidade dos produtos frescos.

As Tecnologias de Agricultura Orgânica (rotação de cultura e cobertura de solo com plantio direto) utilizam emendas baseadas em carbono, diversas rotações de culturas e culturas de cobertura para aumentar a fertilidade do solo. Essas práticas aumentam a matéria orgânica do solo biologicamente disponível e as atividades benéficas dos micróbios e invertebrados do solo melhoram as propriedades físicas, reduzindo o potencial de doenças e aumentam a saúde das plantas. Estudos de 17 autores evidenciaram as práticas de plantio com agricultura orgânica.

Estudos anteriores, de 11 autores, demonstram que Tecnologias de Reciclagem de Água, para Irrigação e Fertilizantes são sistemas de captação, controle e monitoramento de água e fertilizantes e contribuem com menos desperdícios, dosagem correta, aumentando a qualidade e bem-estar das plantas, possibilitando melhores rendimentos e aproveitamento dos recursos naturais.

A esterilização é um dos métodos mais eficazes de conservação de alimentos e as Tecnologias de Esterilização de Produtos Frescos como a térmica têm sido amplamente empregadas segundo

dois estudos do PB, possibilitando aos produtores oferecer produtos com sabor mais fresco e melhor qualidade para o consumidor final.

Outros dois estudos mostram que, em países desenvolvidos do Ocidente, a indústria de hortícolas de estufa tornou-se altamente mecanizada com a utilização de Tecnologias de Colheita, que são sistemas de produção relativamente estáveis e ferramentas de apoio com alta tecnologia, a fim de melhorar a eficiência da colheita e custos com mão de obra.

Em dez pesquisas, os autores demonstram que, nos próximos anos, máquinas serão introduzidas na horticultura, usando Tecnologias Robóticas, combinando design mecânico inteligente com sensores e inteligência artificial, necessários para executar tarefas difíceis e que exigem muita mão de obra humana, diminuindo os esforços físicos, aumentando a qualidade e produtividade.

Em contrapartida, para que as tecnologias possam ser adquiridas e implementadas, cinco estudos apontam os Critérios utilizados para a Adoção de Tecnologias e Redes de Suporte para os Agricultores, sofrendo influência das características do proprietário, dos familiares, da propriedade, condições de produção, percepções de tecnologias e fatores ambientais. Além disso, agricultores proativos que exploram tecnologias e práticas de ponta, desenvolvendo redes menos diversificadas, mas que alcançam a mesma diversidade de capital social por meio de relações indiretas ou capital social substituto, mediado principalmente por intermediários de conhecimento, obtém melhores resultados finais. O Quadro 5 apresenta os critérios com os respectivos autores de cada estudo.

Quadro 5 - Critérios para adoção de inovação tecnológica

Critério	Descrição	Variável	Autores
Vantagem relativa	Grau em que uma inovação é percebida como melhor do que outra existente (agricultura orgânica sustentável) X (agricultura convencional)	Lucratividade	Tey et al. (2013)
		Custos com insumos químicos	
		Horas de trabalho	
		Segurança	
		Economia de tempo	
		Imagem do agricultor na sociedade	
		Surtos de praga	
		Problemas com ervas daninhas	
Compatibilidade	Refere-se ao grau em que uma inovação é percebida como consistente com os valores existentes, experiências passadas e as necessidades de potenciais adotantes	Benefícios ambientais	
		Custos para implantação da agricultura orgânica sustentável é compatível com os valores do proprietário das terras	
		Valores compatíveis com a comunidade agrícola pertencente	
		Necessidades agrícolas compatíveis	
Complexidade	Definida como o grau em que uma inovação é percebida como difícil de entender e usar	Condições locais	
		Operações agrícolas	
		Facilidade de entendimento	
		Treinamento adicional	
Experimentação	É o grau em que uma inovação pode ser experimentada em uma base limitada, ou seja, podem ser testadas em pequena escala antes da implantação completa	Simplicidade e técnica	
		Facilidade de implementação	
		Testada sem alterar as operações existentes	
		Testada em parcelas selecionadas	
Observabilidade	Refere-se ao grau em que os resultados de uma inovação são visíveis	Testado em período selecionado	
		Testado em variedades	
		Proteção dos recursos naturais	
		Produzir perspectivas	
		Paisagem agrícola	
		Aceitabilidade do consumidor	

Fonte: Elaboração própria

Quadro 5 - Continuação...

Critério	Descrição	Variável	Autores
Demografia dos entrevistados	Características demográficas dos entrevistados	Anos de cultivo	Lowry & Brainard (2019)
		Anos de cultivo orgânico	
		Porcentagem da semana gasta na agricultura	
		Porcentagem da renda familiar da agricultura	
Demografia da fazenda	Características demográficas da fazenda	Culturas primárias	
		Área cultivada	
		Posse da terra	
		Textura do solo	
		Certificação orgânica	
Práticas de cultivo em uma cultura específica	Informações específicas de cada entrevistado sobre as práticas empregadas para produzir uma colheita específica em sua fazenda	Milho	
		Feijão	
		Soja	
		Abóbora	
		Brócolis	
Adoção do plantio direto	Classificação dos entrevistados no seu interesse na adoção do plantio direto	Interesse na adoção de práticas específicas	
		Conhecimentos de práticas	
		Percepções de benefícios	
		Percepções de barreiras	
Agricultura sustentável	Adoção de práticas associadas a uma agricultura sustentável	Conservação da agricultura	Leite et al. (2014)
		Controle de pragas integrado	
		Agricultura orgânica	
		Agricultura de precisão	
		Gerenciamento de uso de água	
Vínculo	Capital social constituído por membros da família, amigos e trabalhadores agrícolas, fornecendo diferentes formas de apoio como: trabalho, recursos financeiros e apoio emocional	Membros da familiar	Cofré-Bravo et al. (2019)
		Amigos e colegas	
		Trabalhadores agrícolas	
Pontes	Capital social constituído por pontes de apoio como: conselheiros transmitindo conhecimento e atualizando os agricultores das novas tendências tecnológicas	Consultor independente	
		Empresas exportadoras	
		Empresas de serviços agrícolas	
Vinculação	A Vinculação do capital social são principalmente instituições financeiras e centros de pesquisa	Bancos	
		Associações	
		Centros de pesquisa	
		Agências governamentais	
Características socioeconômicas	Características socioeconômicas do proprietário da fazenda	Anos de idade	
		Nível de educação	
		Experiência de cultivo	
Estrutura da fazenda	Características estruturais da fazenda	Tamanho total da fazenda	
		Tamanho do pomar	
		Especialização	

Fonte: Elaboração própria

Quadro 5 - Continuação...

Critério	Descrição	Variável	Autores
Características socioeconômicas	Características socioeconômicas do proprietário da fazenda	Anos de idade	Aghanenu & Onemolease (2012)
		Nível de educação	
		Gênero	
		Experiência de cultivo	
		Estado civil	
		Tamanho da família	
		Ocupação principal	
		Renda	
Status de crédito	Status de crédito dos entrevistados (financiado ou não financiado)	Não mutuários	Aghanenu & Onemolease (2012)
		Mutuários	
Tecnologias	Tecnologias adotadas pelos entrevistados	Fertilizantes	Aghanenu & Onemolease (2012)
		Herbicidas	
		Inseticidas	
		Variedades melhoradas	
		Controle de água	
		Bomba motorizada	
		Poços de tubos/lavatórios	
Construção de canais para irrigação			

Fonte: Elaboração própria

4. Conclusões

O presente estudo constituiu-se em uma revisão sistemática de literatura, do tipo integrativa, utilizando o método PRISMA para selecionar artigos científicos referentes aos condicionantes da adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças utilizando SPDH, caracterizando as principais tecnologias utilizadas e os critérios de maior influência na adoção.

Os estudos encontrados apontam que existem preocupações em relação às técnicas com cultivo convencional de hortaliças, as quais utilizam concentrações elevadas de agrotóxicos e, em consequência, ocorre aumento de resistência das ervas daninhas aos herbicidas e degradação da qualidade e nutrientes do solo.

Entretanto, há vários incentivos para os agricultores implantarem o SPDH com vários benefícios, com ressalva à qualidade do produto final a ser consumido. Porém, é um caminho longo a ser percorrido, necessitando de incentivos de diferentes grupos sociais, adoção de novas tecnologias, transferências de conhecimento, investimentos, entre outros fatores. Além disso, os resultados não são imediatos e sim a longo prazo.

A presente revisão sistemática foi limitada a encontrar pesquisas específicas de adoção de novas tecnologias no cultivo de hortaliças utilizando os sistemas de plantio direto SPDH, em específico. Vários estudos demonstraram uma evolução nos sistemas agrícolas com surgimento de novas tecnologias no plantio convencional e de grãos.

Portanto, 94 artigos foram selecionados para estudo aprofundado, sendo as principais tecnologias identificadas: técnicas no processo de cultivo em SPDH, sistemas sem fio para monitoramento, robótica, logística e transporte, monitoramento e controle de irrigação e fertilizantes, máquinas, colheita, sistemas de informações, esterilização e segurança alimentar, agricultura de precisão, controle de tráfego, sensores para medir a qualidade dos produtos e controle de ervas daninhas. Já os critérios utilizados, para avaliar a adoção dessas tecnologias,

são influenciados pelas características do proprietário, dos familiares, da propriedade, condições de produção, percepções de tecnologias e fatores ambientais.

Conclui-se que a adoção de novas tecnologias, no desenvolvimento da agricultura no ramo de hortaliças, possibilita o aumento da produtividade, qualidade de vida dos produtores, diminui a mão de obra e proporciona oferta de produtos saborosos e com qualidades exigidas pelas normas. Entretanto, alguns fatores como a necessidade de algumas adaptações tecnológicas para o SPDH, resistência à mudanças no sistema de cultivo, investimentos, gestão do conhecimento, entre outros, necessitam ser superados.

Ainda, na agricultura familiar, as áreas destinadas ao cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH) normalmente possuem alta variabilidade topográfica, tamanhos menores das áreas cultivadas, diversidade de cultivo e produção e quantidade de matéria seca que fica depositada sobre o solo nos terrenos, necessitando equipamentos e técnicas de manejo apropriados a cada realidade, com custos acessíveis. Ainda, a falta de informações pelos agricultores é um fator condicionante que dificulta a adoção dessas tecnologias.

Este estudo da pesquisa atual contribuiu no levantamento de inovações tecnológicas e de critérios que influenciam a adoção pelos agricultores. Observa-se, por fim, que existem lacunas na literatura referentes à adoção e inovação tecnológica específicas no cultivo de hortaliças em SPDH, ou seja, pesquisas futuras são necessárias para aprofundamento na área.

Referências

- Adalja, A., & Lichtenberg, E. (2018). Implementation challenges of the food safety modernization act: Evidence from a national survey of produce growers. *Food Control, 89*, 62-71.
- Adnan, N., Nordin, S. M. D., Bahruddin, M. A., & Tareq, A. H. (2019). A state-of-the-art review on facilitating sustainable agriculture through green fertilizer technology adoption: assessing farmers behavior. *Trends in Food Science & Technology, 86*, 439-452.
- Aghanenu, A. S., & Onemolease, E. A. (2012). Farmers' response to the application of modern technologies to wetland farming in Edo State, Nigeria. *Journal of Agricultural & Food Information, 13*(3), 267-282.
- Ali, A., Yeoh, W. K., Forney, C., & Siddiqui, M. W. (2018). Advances in postharvest technologies to extend the storage life of minimally processed fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58*(15), 2632-2649.
- An, W., Ci, S., Luo, H., Wu, D., Adamchuk, V., Sharif, H., Wang, X., & Tang, H. (2015). Effective sensor deployment based on field information coverage in precision agriculture. *Wireless Communications and Mobile Computing, 15*(12), 1606-1620.
- Anderson, R. L. (2015). Integrating a complex rotation with no-till improves weed management in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 35*(3), 967-974.
- Bandal, A., & Thirugnanam, M. (2016). Quality measurements of fruits and vegetables using sensor network. *Smart Innovation, Systems and Technologies, 49*, 121-130.
- Bavorova, M., Imamverdiyev, N., & Ponkina, E. (2018). Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia. *Environmental Science and Pollution Research International, 25*(2), 1016-1032.
- Bawden, O., Kulk, J., Russell, R., McCool, C., English, A., Dayoub, F., Lehnert, C., & Perez, T. (2017). Robot for weed species plant-specific management. *Journal of Field Robotics, 34*(6), 1179-1199.

- Beach, H. M., Laing, K. W., Walle, M. V. D., & Martin, R. C. (2018). The current state and future directions of organic no-till farming with cover crops in Canada, with case study support. *Sustainability, 10*(2), 373.
- Bechar, A., & Vigneault, C. (2016). Agricultural robots for field operations: concepts and components. *Biosystems Engineering, 149*, 94-111.
- Bechar, A., & Vigneault, C. (2017). Agricultural robots for field operations. Part 2: operations and systems. *Biosystems Engineering, 153*, 110-128.
- Beza, E., Reidsma, P., Poortvliet, P. M., Belay, M. M., Bijen, B. S., & Kooistra, L. (2018). Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture, 151*, 295-310.
- Bietila, E., Silva, E. M., Pfeiffer, A. C., & Colquhoun, J. B. (2017). Fall-sown cover crops as mulches for weed suppression in organic small-scale diversified vegetable production. *Renewable Agriculture and Food Systems, 32*(4), 349-357.
- Bjornlund, V., & Bjornlund, H. (2019). Understanding agricultural water management in a historical context using a socioeconomic and biophysical framework. *Agricultural Water Management, 213*, 454-467.
- Brainard, D. C., Peachey, R. E., Haramoto, E. R., Luna, J. M., & Rangarajan, A. (2013). Weed ecology and nonchemical management under strip-tillage: Implications for northern U.S. vegetable cropping systems. *Weed Technology, 27*(1), 218-230.
- Cahn, M. D., & Johnson, L. F. (2017). New approaches to irrigation scheduling of vegetables. *Horticulturae, 3*(2), 28.
- Canali, S., Campanelli, G., Ciaccia, C., Leteo, F., Testani, E., & Montemurro, F. (2013). Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. *European Journal of Agronomy, 50*, 11-18.
- Chandra, P., Bhattcharjee, T., & Bhowmick, B. (2018). Does technology transfer training concern for agriculture output in India? A critical study on a lateritic zone in West Bengal. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies, 8*(2), 339-362.
- Chen, G., Kolb, L., Leslie, A., & Hooks, C. R. R. (2017). Using reduced tillage and cover crop residue to manage weeds in organic vegetable production. *Weed Technology, 31*(4), 557-573.
- Chen, J., Huang, Q., Wang, Y., & Zhang, G. (2012). Kinematics modeling and analysis of transplanting mechanism with planetary elliptic gears for pot seedling transplanter. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing), 28*(5), 6-12.
- Chen, J., Wang, B., Zhang, X., Ren, G., & Zhao, X. (2011). Kinematics modeling and characteristic analysis of multi-linkage transplanting mechanism of pot seeding transplanter with zero speed. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing), 27*(9), 7-12.
- Chung, S. O., Kang, S. W., Bae, K. S., Ryu, M. J., & Kim, Y. J. (2015). The potential of remote monitoring and control of protected crop production environment using mobile phone under 3G and Wi-Fi communication conditions. *Engineering in Agriculture, Environment and Food, 8*(4), 251-256.
- Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. *Journal of Rural Studies, 69*, 53-64.

- De Pascale, S., Roupheal, Y., Gallardo, M., & Thompson, R. B. (2018). Water and fertilization management of vegetables: State of art and future challenges. *European Journal of Horticultural Science*, 83(5), 306-318.
- Defterli, S. G., Shi, Y., Xu, Y., & Ehsani, R. (2016). Review of robotic technology for strawberry production. *Applied Engineering in Agriculture*, 32(3), 301-318.
- Deng, X., Zheng, L., Che, Y., & Li, M. (2010). Development of wireless sensor network of field information based on ZigBee and PDA. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 26(2), 103-108.
- Dihingia, P. C., Kumar, G. V. P., Sarma, P. K., & Neog, P. (2018). Hand-fed vegetable transplanter for use with a walk-behind-type hand tractor. *International Journal of Vegetable Science*, 24(3), 254-273.
- Dorn, B., Jossi, W., & van der Heijden, M. G. A. (2015). Weed suppression by cover crops: comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. *Weed Research*, 55(6), 586-597.
- Duong, T. T., Brewer, T., Luck, J., & Zander, K. (2019). A global review of farmers' perceptions of agricultural risks and risk management strategies. *Agriculture (Switzerland)*, 9(1), 10.
- Dursun, M., & Ozden, S. (2011). A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors. *Scientific Research and Essays*, 6(7), 1573-1582.
- Fennimore, S. A., & Cutulle, M. (2019). Robotic weeders can improve weed control options for specialty crops. *Pest Management Science*, 75(7), 1767-1774.
- Fourati, M. A., Chebbi, W., Ayed, M. B., & Kamoun, A. (2019). Information and communication technologies for the improvement of the irrigation scheduling. *International Journal of Sensor Networks*, 30(2), 69-82.
- Gao, G., Wang, T., Zhou, Z., & Bu, Y. (2015). Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 31(19), 15-21.
- Han, C., Yuan, P., Guo, H., & Zhang, J. (2018). Development of an automatic pepper plug seedling transplanter. *Asian Agricultural Engineering*, 27(2), 110-120.
- Han, X., & Chen, H. (2018). Design and optimization experiment of separation device for tomato chain paper pot seeding transplanter [番茄链式纸钵苗移栽机分离机构设计与优化试验]. *Nongye Jixie Xuebao*, 49(5), 161-168.
- Holmes, A. A., Thompson, A. A., & Wortman, S. E. (2017). Species-specific contributions to productivity and weed suppression in cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 109(6), 2808-2819.
- Jewell, L. P. (2016). Increasing adoption of on-farm water recycling technology in culturally and linguistically diverse communities in a peri-urban context - key challenges and lessons. *Acta Horticulturae*, (1112), 31-37.
- Ji, J., Li, M., Jin, X., Zhao, K., Wu, A., & Sun, J. (2018a). Design and experiment of intelligent farming device for vegetables based on Android [基于Android系统的蔬菜智能耕作装置设计与试验]. *Nongye Jixie Xuebao*, 49(8), 33-41.
- Ji, J., Yang, L., Jin, X., Gao, S., Pang, J., & Wang, J. (2018b). Design and parameter optimization of planetary gear-train slip type pot seedling planting mechanism [行星轮系滑道式钵苗栽植机构设计与参数优化]. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 34(18), 83-92.
- Jin, X., Li, D. Y., Ma, H., Ji, J. T., Zhao, K. X., & Pang, J. (2018). Development of single row automatic transplanting device for potted vegetable seedlings. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(3), 67-75.

- Jin, X., Li, Q. W., Zhao, K. X., Zhao, B., He, Z. T., & Qiu, Z. M. (2019). Development and test of an electric precision seeder for small-size vegetable seeds. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(2), 75-81.
- Jin, X., Zhao, K., Ji, J., Qiu, Z., He, Z., & Ma, H. (2020). Design and experiment of intelligent monitoring system for vegetable fertilizing and sowing. *The Journal of Supercomputing*, 76(5), 3338-3354.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: a review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 219, 179-194.
- Leavitt, M. J., Sheaffer, C. C., Wyse, D. L., & Allan, D. L. (2011). Rolled winter rye and hairy vetch cover crops lower weed density but reduce vegetable yields in no-tillage organic production. *HortScience*, 46(3), 387-395.
- Leite, A. E., De Castro, R., Jabbour, C. J. C., Batalha, M. O., & Govindan, K. (2014). Agricultural production and sustainable development in a Brazilian region (Southwest, São Paulo State): motivations and barriers to adopting sustainable and ecologically friendly practices. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 21(5), 422-429.
- Leskovar, D., Othman, Y., & Dong, X. (2016). Strip tillage improves soil biological activity, fruit yield and sugar content of triploid watermelon. *Soil & Tillage Research*, 163, 266-273.
- Li, X., & Farid, M. (2016). A review on recent development in non-conventional food sterilization technologies. *Journal of Food Engineering*, 182, 33-45.
- Li, Z., Vigneault, C., & Wang, N. (2010). Automation and robotics in fresh horticulture produce packinghouse. *Stewart Postharvest Review*, 6(3), 1-7.
- Liu, J. (2017). Research progress analysis of robotic harvesting technologies in greenhouse. *Nongye Jixie Xuebao*, 48(12), 1-18.
- Liu, Y., Liu, L., Zhao, Z., Zhao, J., & Cui, W. (2018). Design and experiment on plant seedling device for vegetable seedling seeder [蔬菜育苗播种机清种装置设计与试验]. *Nongye Jixie Xuebao*, 49, 83-91.
- López Riquelme, J. A., Soto, F., Suardíaz, J., Sánchez, P., Iborra, A., & Vera, J. A. (2009). Wireless sensor networks for precision horticulture in Southern Spain. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68(1), 25-35.
- Lowry, C. J., & Brainard, D. C. (2016). Strip-intercropping of rye-vetch mixtures affects biomass, carbon/ nitrogen ratio, and spatial distribution of cover crop residue. *Agronomy Journal*, 108(6), 2433-2443.
- Lowry, C. J., & Brainard, D. C. (2019). Organic farmer perceptions of reduced tillage: a Michigan farmer survey. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34(2), 103-115.
- Ma, Y. C., Zhang, W., Wang, C., Mao, X., Zhang, B., & Wang, H. Y. (2016). Seedling-growing tray made of rice straw for maize seedling transplantation and its shear mechanics test. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(6), 44-55.
- Mahmood, S. A., & Murdoch, A. J. (2018). Adaptation of precision agriculture to root crops (sugar beet and potato). *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 13, 1-12.
- Mainetti, L., Patrono, L., Stefanizzi, M. L., & Vergallo, R. (2013). An innovative and low-cost gapless traceability system of fresh vegetable products using RF technologies and EPCglobal standard. *Computers and Electronics in Agriculture*, 98, 146-157.

- Majsztrik, J. C., Price, E. W., & King, D. M. (2013). Environmental benefits of wireless sensor-based irrigation networks: case-study projections and potential adoption rates. *HortTechnology*, 23(6), 783-793.
- Maldonado, A. I. L. (2010). Automation and robots for handling, storing and transporting fresh horticulture produce. *Stewart Postharvest Review*, 6(3), 1-6.
- Mandel, D., Ghosh, P. P., & Dasgupta, M. K. (2012). Appropriate precision agriculture with site-specific cropping system management for marginal and small farmers. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 7, 1-16.
- Manimaran, P., & Arfath, D. Y. (2016). An intelligent smart irrigation system using WSN and GPRS module. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(6), 3987-3992.
- McPhee, J. E., & Aird, P. L. (2013). Controlled traffic for vegetable production: Part 1. Machinery challenges and options in a diversified vegetable industry. *Biosystems Engineering*, 116(2), 144-154.
- McPhee, J. E., Aird, P. L., Hardie, M. A., & Corkrey, S. R. (2015). The effect of controlled traffic on soil physical properties and tillage requirements for vegetable production. *Soil & Tillage Research*, 149, 33-45.
- McPhee, J. E., Maynard, J. R., Aird, P. L., Pedersen, H. H., & Tullberg, J. N. (2016). Economic modelling of controlled traffic for vegetable production. *AFBM Journal*, 13, 1-17.
- Mirsky, S. B., Curran, W. S., Mortensen, D. A., Ryan, M. R., & Shumway, D. L. (2009). Control of cereal rye with a roller/crimper as influenced by cover crop phenology. *Agronomy Journal*, 101(6), 1589-1596.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006-1012.
- Monisha, M., & Dhanalakshmi, T. G. (2015). A review on precision agriculture and its farming methods. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(3), 1142-1153.
- Nordey, T., Basset-Mens, C., De Bon, H., Martin, T., Déletré, E., Simon, S., Parrot, L., Despretz, H., Huat, J., Biard, Y., Dubois, T., & Malézieux, E. (2017). Protected cultivation of vegetable crops in sub-Saharan Africa: limits and prospects for smallholders: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(6), 53.
- Norris, C. E., & Congreves, K. A. (2018). Alternative management practices improve soil health indices in intensive vegetable cropping systems: a review. *Frontiers in Environmental Science*, 6(JUN), 50.
- Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: the state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66-84.
- Ortiz-Martínez, V. M., Andreo-Martínez, P., García-Martínez, N., Pérez de los Ríos, A., Hernández-Fernández, F. J., & Quesada-Medina, J. (2019). Approach to biodiesel production from microalgae under supercritical conditions by the PRISMA method. *Fuel Processing Technology*, 191, 211-222.
- Pedersen, H. H., Oudshoorn, F. W., McPhee, J. E., & Chamen, W. C. T. (2016). Wide span - re-mechanising vegetable production. In D. S. Tustin & B. M. VanHooijdonk (Eds.), *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes* (pp. 551-558). Belgium: ISHS Acta Horticulturae.

- Pekkeriet, E. J., & van Henten, E. J. (2011). Current developments of high-tech robotic and mechatronic systems in horticulture and challenges for the future. *Acta Horticulturae*, (893), 85-94.
- Price, A. J., & Norsworthy, J. K. (2013). Cover crops for weed management in southern reduced-tillage vegetable cropping systems. *Weed Technology*, 27(1), 212-217.
- Pritchett, K. A., Kennedy, A. C., & Cogger, C. G. (2011). Management effects on soil quality in organic vegetable systems in Western Washington. *Soil Science Society of America Journal*, 75(2), 605-615.
- Quan, L., Shen, J., Xi, D., Wang, H., & Liu, L. (2016). Motion planning and test of robot for seedling tray handling in narrow space. *Nongye Jixie Xuebao*. *Nongye Jixie Xuebao*, 47(1), 51-59.
- Rajkumar, P. (2010). Food mileage: an indicator of evolution of agricultural outsourcing. *Journal of Technology Management & Innovation*, 5(2), 37-46.
- Raut, R. D., Luthra, S., Narkhede, B. E., Mangla, S. K., Gardas, B. B., & Priyadarshinee, P. (2019). Examining the performance oriented indicators for implementing green management practices in the Indian agro sector. *Journal of Cleaner Production*, 215, 926-943.
- Reeve, J. R., Hoagland, L., Villalba, J., Carr, P., Atucha, A., Cambardella, C. A., Davis, D. R., & Delate, K. (2016). Organic farming, soil health, and food quality: considering possible links. *Advances in Agronomy*, 137, 319-367.
- Saunders Bulan, M. T. (2015). Buckwheat species as summer cover crops for weed suppression in no-tillage vegetable cropping systems. *Weed Science*, 63(3), 690-702.
- Sar-Shalom Nahshon, C., Sagi-Dain, L., Wiener-Megnazi, Z., & Dirnfeld, M. (2019). The impact of intentional endometrial injury on reproductive outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction Update*, 25(1), 95-113.
- Schimmelpfennig, D. (2018). Crop production costs, profits, and ecosystem stewardship with precision agriculture. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(1), 81-103.
- Shi, T. (2015). Development and test of automatic corn seedling transplanter. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 31(3), 23-30.
- Strigaro, D., Cannata, M., & Antonovic, M. (2019). Boosting a weather monitoring system in low income economies using open and non-conventional systems: data quality analysis. *Sensors (Switzerland)*, 19(5), 1185.
- Tey, Y. S., Li, E., Bruwer, J., Abdullah, A. M., Cummins, J., Radam, A., Ismail, M. M., & Darham, S. (2013). A structured assessment on the perceived attributes of sustainable agricultural practices: a study for the Malaysian vegetable production sector. *Asian Journal of Technology Innovation*, 21(1), 120-135.
- Tian, Y., Wang, Q., Zhang, W., & Gao, L. (2016). Reducing environmental risk of excessively fertilized soils and improving cucumber growth by Caragana microphylla-straw compost application in long-term continuous cropping systems. *The Science of the Total Environment*, 544, 251-261.
- Todorovic, M., Riezzo, E. E., Buono, V., Zippitelli, M., Galiano, A., & Cantore, V. (2016). Hydro-tech: An automated smart-tech decision support tool for eco-efficient irrigation management. *Asian Agricultural Engineering*, 25(2), 44-56.
- van Asseldonk, M. A. P. M., Malaguti, L., Breukers, M. L. H., & Fels-Klerx, H. J. V. D. (2018). Understanding preferences for interventions to reduce microbiological contamination in Dutch vegetable production. *Journal of Food Protection*, 81(6), 892-897.
- Waisnawa, I. N. G. S., Santosa, I. D. M. C., Sunu, I. P. W., & Wirajati, I. (2018). Model development of cold chains for fresh fruits and vegetables distribution: a case study in Bali province. *Journal of Physics: Conference Series*, 953, 012109.

- Wang, D., Shen, J., Sun, J., Liu, Q., Liu, L., Zhao, L., & Chen, Q. (2013). Engineering technology classification of processing and storage for agricultural product producing area. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 29(21), 257-263.
- Wang, J., Du, D., Hu, J., & Zhu, J. (2014). Vegetable mechanized harvesting technology and its development. *Nongye Jixie Xuebao*, 45(2), 81-87.
- Wayman, S., Cogger, C., Benedict, C., Burke, I., Collins, D., & Bary, A. (2015). The influence of cover crop variety, termination timing and termination method on mulch, weed cover and soil nitrate in reduced-tillage organic systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(5), 450-460.
- Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., Swanton, C., & Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science. *Weed Science*, 66(3), 275-285.
- Whittemore, R., & Knafelz, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546-553.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. (2017). Big data in smart farming: a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Yang, L., Su, Y., Zhang, D., Cui, T., & Zhang, R. (2014). Motion analysis and performance test of corn paper pot seedlings transplanter. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 30(13), 35-42.
- Yang, Y., Ni, L., Jiang, L., Xu, Y., Shi, J., Wang, M., & Xi, X. (2018). Study on the optimization of fertilizer irrigation technology for greenhouse vegetables on saline-alkali soil. IPPTA. *Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association*, 30(5), 536-542.
- Zhang, B., Fu, Z., Wang, J., & Zhang, L. (2019). Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: a case study of Beijing, China. *Agricultural Water Management*, 212, 349-357.
- Zhang, C., Yue, P., Di, L., & Wu, Z. (2018). Automatic identification of center pivot irrigation systems from landsat images using convolutional neural networks. *Agriculture (Switzerland)*, 8(10), 147.
- Zhang, G. S., & Ni, Z. W. (2017). Winter tillage impacts on soil organic carbon, aggregation and CO₂ emission in a rainfed vegetable cropping system of the mid-Yunnan plateau, China. *Soil & Tillage Research*, 165, 294-301.
- Zhou, M., Xu, J., Tong, J., Yu, G., Zhao, X., & Xie, J. (2018). Design and experiment of integrated automatic transplanting mechanism for taking and planting of flower plug seedlings [花卉穴盘苗取栽一体式自动移栽机构设计与试验]. *Nongye Gongcheng Xuebao (Beijing)*, 34(20), 44-51.
- Zidora, C. B. M., Rocha Junior, W. F., Santoyo, A. H., & Uribe-Opazo, M. A. (2022). Fatores determinantes para o acesso à informação por produtores de hortaliças na região sul de Moçambique. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(spe), e238628.
- Ziegler, M., Garg, L., Tiwary, S., Vashistha, A., & Heimerl, K. (2019). Fresh insights: user research towards a market information service for bihari vegetable farmers. In *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 1-11). New York: Association for Computing Machinery.

Recebido: Novembro 29, 2021.

Aceito: Agosto 29, 2022.

JEL Classification: O1