

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Volume XI

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
org.



2022



Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XI



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB

UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 239p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-41-9

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460419>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: fatores físico-químicos que interferem no processo de compostagem; ácido húmico e microrganismos promotores de crescimento na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro; bioatividade de extratos de laranja e alho no desempenho germinativo de sementes de cenoura; paradigmas associados ao cultivo do eucalipto no cerrado; accelerated aging, cold, and electrical conductivity tests as parameters to analyze wheat seed vigor; germinação de sementes de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção: uma revisão; desempenho agrônômico de híbridos de milho em segunda safra no Mato Grosso do Sul; agricultura 4.0: desenvolvimento, aplicações e impactos sociais; uso do biofóssido como substrato para a produção de mudas; atributos físicos de uma topossequência de Luvisolos Crômicos (TC) no Semiárido paraibano; três espécies de *Senecio* (Asteraceae) proibidas na composição de produtos tradicionais fitoterápicos no Brasil; censo de roedores por consumo de alimentos no município de Paranaguá; uso da programação linear para estimar ganhos econômicos em sistemas de integração lavoura-pecuária: o caso da combinação da ovinocultura com atividades agrícolas no estado do Paraná, Brasil; comparação da presença de *Cryptococcus* ssp. em área verde urbana antes e após processo de revitalização; dificuldades e estratégias na comercialização de produtos da feira livre da Quatorze de Março em Capanema, Pará; análise dos impactos ambientais causados pela urbanização no Igarapé Sajope no município de Igarapé-Açu – Pará; aspectos Sobre a Produção e Comercialização de Tomate Orgânico; produção de Brássicas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	7
Fatores físico-químicos que interferem no processo de compostagem	7
Capítulo 2	18
Ácido húmico e microrganismos promotores de crescimento na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro	18
Capítulo 3	27
Bioatividade de extratos de laranja e alho no desempenho germinativo de sementes de cenoura	27
Capítulo 4	38
Ainda, sobre os paradigmas associados ao cultivo do eucalipto no cerrado	38
Capítulo 5	55
Accelerated aging, cold, and electrical conductivity tests as parameters to analyze wheat seed vigor	55
Capítulo 6	66
Germinação de sementes de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção: uma revisão	66
Capítulo 7	81
Desempenho agrônômico de híbridos de milho em segunda safra no Mato Grosso do Sul	81
Capítulo 8	91
Agricultura 4.0: desenvolvimento, aplicações e impactos sociais	91
Capítulo 9	103
Uso do biossólido como substrato para a produção de mudas	103
Capítulo 10	115
Atributos físicos de uma topossequência de Luvisolos Crômicos (TC) no Semiárido paraibano	115
Capítulo 11	133
Três espécies de <i>Senecio</i> (Asteraceae) proibidas na composição de produtos tradicionais fitoterápicos no Brasil	133
Capítulo 12	141
Censo de roedores por consumo de alimentos no município de Paranaguá	141
Capítulo 13	158
Uso da programação linear para estimar ganhos econômicos em sistemas de integração lavoura-pecuária: o caso da combinação da ovinocultura com atividades agrícolas no estado do Paraná, Brasil	158
Capítulo 14	177
Comparação da presença de <i>Cryptococcus</i> <i>ssp.</i> em área verde urbana antes e após processo de revitalização	177

Capítulo 15	186
Dificuldades e estratégias na comercialização de produtos da feira livre da Quatorze de Março em Capanema, Pará	186
Capítulo 16	195
Análise dos impactos ambientais causados pela urbanização no Igarapé Sajope no município de Igarapé-Açu – Pará	195
Capítulo 17	206
Aspectos Sobre a Produção e Comercialização de Tomate Orgânico	206
Capítulo 18	221
Produção de Brássicas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	221
Índice Remissivo	235
Sobre os organizadores	236

Agricultura 4.0: desenvolvimento, aplicações e impactos sociais

Recebido em: 01/06/2022

Aceito em: 04/06/2022

 10.46420/9786581460419cap8

Maryele Lázara Rezende^{1*} 

INTRODUÇÃO

A agricultura, ao longo da história, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, permitindo ao homem fixar-se em regiões férteis e deixar de ser nômades. O aumento na produção de alimentos permitiu que a população humana crescesse rapidamente ao longo dos anos, aumentando a demanda por alimentos e exigindo condutas ambientalmente corretas (Ribeiro et al., 2017).

Para Mazoyer e Roudart (2010) a segmentação das revoluções agrícolas apresentam uma metodologia diferenciada. Para os autores a primeira revolução agrícola, foi a revolução neolítica caracterizada pelo início da semeadura de plantas e manutenção de animais em cativeiros com objetivo de multiplicá-los, seguida da revolução antiga e medieval marcadas por sistemas de derrubada e queimada, sistemas de alqueive e tração leve e os sistemas com alqueive e tração pesada, estes últimos desenvolvidos durante a idade média. Ainda para os autores, a primeira revolução industrial agrícola dos tempos modernos desenvolveu-se com estreita relação com a revolução industrial e caracterizou-se pelo surgimento de ferrovias e máquinas a vapor. A segunda revolução moderna da agricultura foi marcada pela utilização da mecanização, motorização e fertilização mineral. Porém, os próprios autores Mazoyer e Roudart (2010) reconhecem que as revoluções neolíticas, antiga e medieval frequentemente não são reconhecidas como tais, ou simplesmente desconhecidas.

Na literatura moderna normalmente se verifica a utilização das nomenclaturas agricultura 1.0, 2.0, 3.0, 4.0. A agricultura 1.0 ocorreu juntamente com a revolução industrial e utilizou-se de melhorias na mecanização, seleção de plantas e animais e aumento na produção de insumos agrícolas (Fernandes, 2019). Neste período a agricultura foi impulsionada pela utilização de insumos sintéticos, produção de commodities e expansão das monoculturas. A agricultura 2.0, também chamada de revolução verde, ocorreu em no século XX com a introdução de melhoria genética nas plantas que proporcionou a ampliação da produção de alimentos em cultivares mais resistentes, já a agricultura 3.0, ocorreu na década de 90 com a utilização da biotecnologia (Fernandes, 2019).

¹ IF Goiano Campus Posse e Universidade Federal de Goiás

* Autora correspondente: maryele.rezende@ifgoiano.edu.br

Para Fernandes (2019) o grande marco histórico para determinar o surgimento da Agricultura 4.0 foi a disponibilização do sinal de GPS (*Global Position System*) que na agricultura permitiu a associar dados de produção instantaneamente com coordenadas geográficas. Porém, não existe um consenso na literatura ao determinar se a agricultura de precisão pertence a agricultura 3.0 ou a agricultura 4.0. No entanto, é evidente que a agricultura de precisão foi essencial para o surgimento da agricultura digital, também chamada de agricultura 4.0.

A agricultura 4.0, é um termo derivado da indústria 4.0 que foi cunhado na Alemanha em 2011. É a agricultura que utiliza da internet para coletar e analisar dados, bem como, automatizar a operação. A agricultura 4.0 pode fazer uso inteligência artificial, rede de sensores, comunicação de máquina para máquina, conectividade entre dispositivos móveis e computação em nuvens com foco no processo de melhoria contínua resultando em agricultura e pecuária de precisão, automação e robótica. Espera-se que a agricultura 4.0 possa promover um elevado índice de produtividade, eficiência no uso dos insumos, redução dos custos de mão-de-obra, melhorar a qualidade do trabalho, segurança dos trabalhadores e causar menos impactos ambientais (Fernandes, 2019).

Atualmente especula-se sobre a Agricultura 5.0 com expectativa de marco teórico para 2030 que utilizará de tecnologias como o cultivo de carne, utilização da água do mar na agricultura, produção vertical (Ribeiro et al., 2017), modificação genética de plantas e animais por meio da biologia sintética que possibilita reprogramar e criar novos genes em organismos vivos para executarem atividades complexas e precisas (Vasconcelos; Figueiredo, 2015) e veículos e máquinas autônomas (Mendes et al., 2020).

Para Mazoyer e Roudart (2010) a agricultura nunca foi descoberta ou inventada, mas segue um processo de evolução que afeta as formas de produção e também a sociedade. Neste sentido Hayami e Ruttan (1988) defendem que os processos de inovação dependem da criação de tecnologias adaptadas ecológica e economicamente as características de cada região (país, estados). Para os autores, à medida que os processos produtivos se tornam caros existe uma pressão na comunidade científica para prover tecnologias que ajustem os processos produtivos as demandas sociais. O Brasil em sua dimensão continental é constituído de modelos heterogêneos de desenvolvimento agrícola, logo, abriga desde sistemas rudimentares como a tração animal até fazenda altamente tecnológicas, essa situação exige múltiplos estudos para prover o desenvolvimento tecnológico e social do agronegócio no país.

A evolução esperada para a agricultura não se limita às atividades de dentro da porteira, ela demanda uma rede de insumos que em geral são disponibilizados pelas indústrias e universidades. Essa mesma rede é constituída para atender as necessidades e também desejos de consumidores cada vez mais conscientes, o que proporciona modificações/transições na maneira produzir os produtos agropecuários com foco na redução de custos, aumentos dos atributos de qualidade e atendimento das demandas ambientais (Ribeiro et al., 2017). Portanto, conforme Fernandes (2019) o desenvolvimento da agricultura 4.0 é dependente do desenvolvimento da indústria 4.0, para o autor um descompasso no

desenvolvimento das duas pode levar a importação de tecnologias e/ou internacionalização do agronegócio brasileiro.

Nos últimos 40 anos o Brasil se tornou um grande exportador de alimentos para o mundo a partir da disponibilidade de recursos naturais, avanços em tecnologias, ciências e inovação juntamente com a atuação do governo por meio de políticas públicas e competência dos agricultores. Porém, o Brasil ainda deve aumentar significativamente seu nível de produtividade para atender a uma demanda mundial crescente por alimentos diante de condições ambientais arbitrarias como a limitação de recursos naturais e mudança do clima (Ribeiro et al., 2017). Para Massruhá e Leite (2017) os principais desafios globais nos próximos 50 anos serão energia, água, alimento e pobreza, esses fatores devem promover pressão sobre o agronegócio com o objetivo de garantir a segurança alimentar, fornecer energia limpa e promover o desenvolvimento sustentável.

Logo, o objetivo deste artigo foi empreender uma busca na literatura brasileira e analisar quais são os principais estudos e desenvolvimento de tecnologias que podem fazer parte do futuro do agronegócio brasileiro a partir da verificação da produção científica, também procurou-se verificar se a literatura analisada contempla as mudanças na dinâmica social que a agricultura 4.0 pode promover.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa. Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada uma pesquisa no SciELO utilizando os descritores “agricultura 4.0” ou “agricultura digital”, a busca retornou 935 trabalhos. Com vista ao atendimento do objetivo do trabalho, optou-se por utilizar apenas publicações brasileiras em qualquer idioma que foram publicadas entre 2017 e 2020, a pesquisa retornou 59 trabalhos. Posteriormente foi realizada a leitura dos resumos dos artigos científicos e selecionados 36 artigos que tratam sobre a temática agricultura 4.0 com foco no desenvolvimento e utilização de tecnologias ou adaptação das tecnologias existentes e análise e propostas de redução dos impactos sociais e ambientais da agricultura digital.

Os artigos selecionados foram organizados em planilhas eletrônicas para averiguar os principais temas de estudos, áreas de publicação, bem como verificar a relação entre os pesquisadores e centros de pesquisa.

RESULTADOS

Após a tabulação dos dados, foi possível verificar que os anos de 2018 e 2020 apresentam números iguais de publicações com 11 publicações cada (Gráfico 1) não revelando a existência de tendências nestes dados. 87% das publicações foram realizadas na língua inglesa e as demais em português (Gráfico 2), apesar da amostra avaliar apenas publicações brasileiras, esse elemento em específico leva a reflexão sobre quais são os objetivos das pesquisas desenvolvidas no Brasil. As pesquisas estudadas estão vinculadas com estratégias de extensão para transferir a tecnologia? Esse questionamento torna-se ainda

mais importante quando verificado que boa parte das pesquisas desenvolve a adaptação de cultivares nas mais diversas regiões do país (Gráfico 6), ou seja, é uma pesquisa feita por brasileiros para atender os brasileiros mas que estão publicados em língua estrangeira.



Gráfico 1. Quantidade de publicações. Fonte: elaborado pela autora.

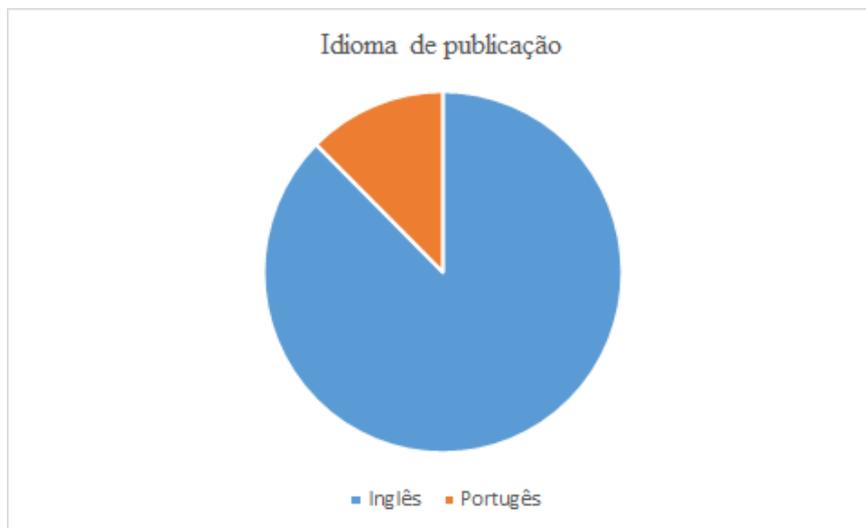


Gráfico 2. Idioma das publicações. Fonte elaborada pela autora.

As principais revistas a receber artigos que contemplavam a temática foram a “Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental” e a “Revista Ciência Agronômica” (Gráfico 4). O local de desenvolvimento das pesquisas foi prioritariamente no nordeste brasileiro com destaque para o estado da Paraíba em especial na cidade de Campina Grande (Gráfico 5). Porém várias pesquisas tiveram o desenvolvimento em múltiplos estados e universidades verificando parcerias que envolvem os estados de BA-MG, GO-SP, MG-PI-DF entre outros.



Gráfico 3. Principais revistas. Fonte: elaborado pela autora.

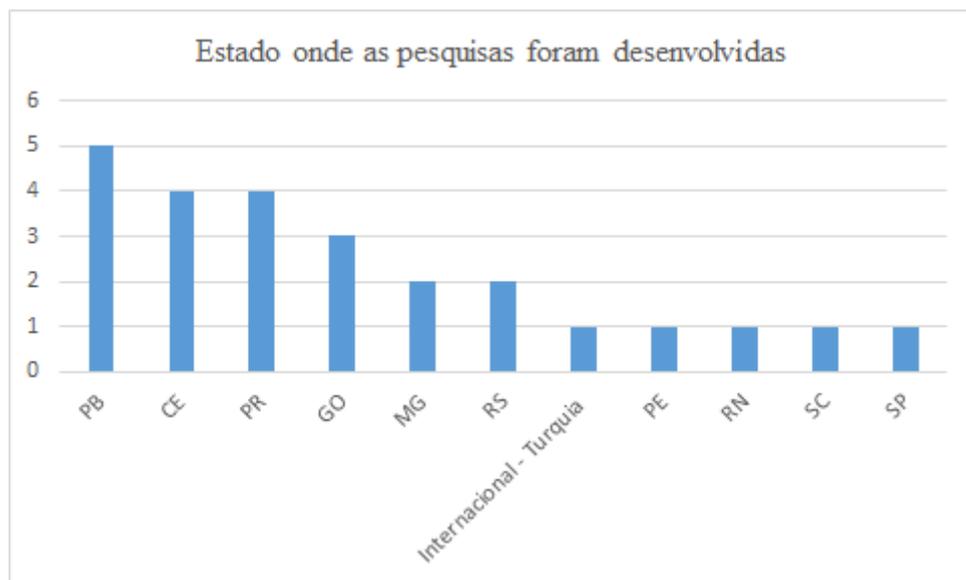


Gráfico 4. Estado de origem da pesquisa. Fonte: elaborado pela autora

Foram observadas várias pesquisas com o objetivo de adaptar os processos produtivos (Gráfico 6) para a utilização de recursos amplamente disponíveis localmente em substituição a insumos químicos e de custo elevado e mensurado o comportamento de cultivares a este insumos como por exemplo a pesquisa de Tullio et al. (2018) que avaliaram os efeitos da adubação com esterco bovino nos frutos da Niagara Rosada e a pesquisa de Pontes Filho et al. (2018) que verificaram a viabilidade da utilização de hidrogel na produção de mudas de tamboril. Outra pesquisa interessante e corrobora com os processos de adaptação produtiva são os estudos de Pasinato et al. (2018) sobre a adaptação do trigo de sequeiro no cerrado brasileiro.

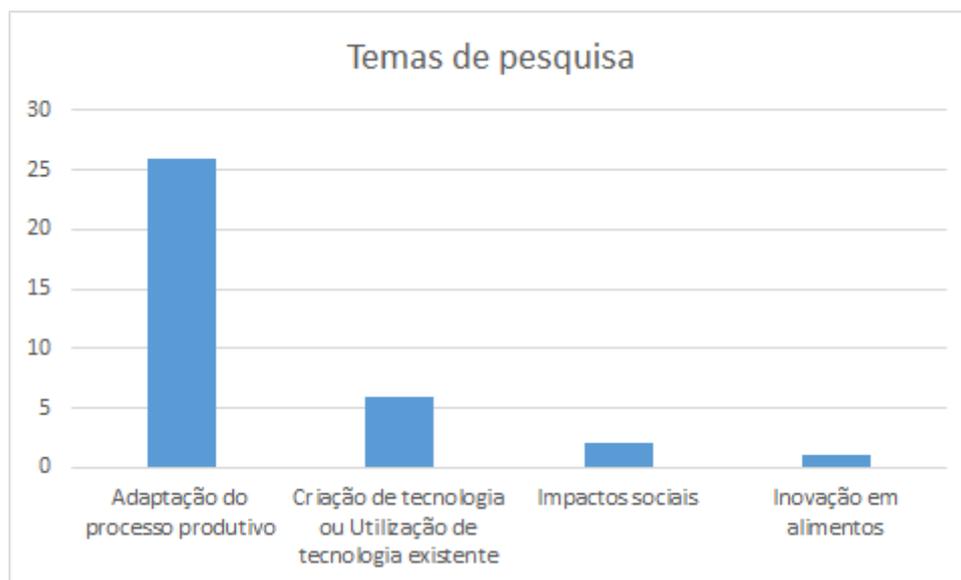


Gráfico 5. Principais temas pesquisados. Fonte: elaborado pela autora.

Também foram verificadas pesquisas que relatam a utilização de tecnologias (Gráfico 6) em problemas de produção como o estudo de Giovanelli et al. (2017) que estimaram a evaporação no sul do Tocantins por meio de irragômetros. Já Borges et al. (2020) desenvolveram um aplicativo capaz de gerar mapas temáticos e zonas de manejo que antes eram disponíveis apenas em desktops. Aquino et al. (2018) utilizaram o sensoriamento remoto para avaliar áreas degradadas, Souza et al. (2019) usaram de imagens geradas por satélites para determinar e avaliar áreas de preservação permanente, já Hoss et al. (2020) utilizaram imagens multiespectrais para avaliar a massa seca e o teor de nitrogênio das folhas do milho e Gomes et al. (2020) avaliaram voçorocas com imagens geradas por drones.

O maior número de pesquisas relacionadas à agricultura 4.0 desta amostra investigam a adaptação de cultivares a águas salinas como a acerola (Dias et al., 2018; Lima et al., 2019; Lima et al., 2020), mudas de goiabeiras (Souza et al., 2017), algodoeiros (Soares et al., 2018), agrião (Lira et al., 2018; Souza et al., 2020), gravioleira (Silva et al., 2020) e a testagem de plantas resistente a salinidade para utilização do gene (Ferreira et al., 2020) ou a utilização de água residual como na cultura da pimenta (Silva et al., 2019) e no capim marandu (Santos et al., 2017). Essas pesquisas foram protagonizadas principalmente por pesquisadores da Paraíba e verifica-se que um grupo de pesquisadores cooperam entre si para realizar as pesquisas sobre recursos hídricos substitutos no processo de irrigação.

Os artigos que tratam dos impactos socioeconômicos apresentam-se em número reduzido. Um dos poucos trabalhos têm autoria internacional e narra o êxodo rural de jovens na Turquia (Berk, 2018). Esse fato em particular demonstra a importância científica das revistas brasileiras.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para Massruhá (2020) a transformação digital desempenha um papel-chave na transformação da estratégica, da cultura e dos processos organizacionais utilizando principalmente o alcance e o poder da

internet. Algumas tecnologias são críticas na transformação digital como computação em nuvem, internet das coisas, mídias sociais, mobilidade, big data, ciência dos dados, inteligência artificial, realidade aumentada e realidade virtual, robótica, conectividade, aprendizado da máquina, automação e avanços na biotecnologia, bioinformática e nanotecnologia. A agricultura 4.0 deve auxiliar o desenvolvimento de uma produção sustentável ao coletar e analisar os dados disponíveis e utilizar a quantidade mínima de água, fertilizantes e pesticidas conforme a necessidade da área a ser aplicada, diferente do modelo tradicional que aplica quantidades uniformes de insumos (Ribeiro et al., 2017).

A literatura pesquisada neste trabalho revela uma disparidade entre o conceito e aplicação da agricultura 4.0 definido por Massruhá (2020) com os resultados encontrados nesta pesquisa. Observa-se que grande parte dos estudos tratam de aspectos químicos e/ou biológicos de plantas e solos, enquanto que o esperado da agricultura 4.0 seriam pesquisas voltadas para o desenvolvimento tecnológico em especial por meio de processos digitais, análise de dados, robôs e sensores. É de se indagar se a agricultura 4.0 realmente está acontecendo no Brasil ou se o processo de informatização da agricultura acontece por outros meios que não são as pesquisas científicas desenvolvidas em universidades brasileiras, ou se são processos importados e que não são testados cientificamente no contexto socioeconômico brasileiro. Também é necessário verificar se existem outras estratégias de publicações para este tipo de pesquisa.

Para Fernandes (2019) no Brasil se verifica uma rápida evolução tecnológica no agronegócio, porém um desenvolvimento lento da indústria, marcado principalmente pela redução do produto interno bruto (PIB) do segmento, logo, observa-se que os protagonistas da revolução tecnológica no agronegócio brasileiro podem ser fomentadas pelas empresas multinacionais, que importam pacotes tecnológicos de seu país de origem.

Outro elemento pouco evidenciado na literatura pesquisada são os impactos sociais gerados por novas tecnologias e processos digitais no agronegócio (limitado a uma única pesquisa internacional sobre o êxodo rural e uma pesquisa sobre o pagamento pela utilização da água para fins de irrigação). O Brasil, particularmente, tem um desenvolvimento agrário bifurcado, onde de um lado existem produtores internacionalmente competitivos que se destacam na produção de commodities e de outro lado um agronegócio desenvolvido com base na agricultura familiar pouco tecnificada e capacitada. Logo, demanda-se estudos para mensurar os impactos sociais e delinear políticas públicas para esse público. Uma temática emergente é o desemprego que já está sendo verificado no campo em função da substituição da mão-de-obra pela utilização de tecnologia que pode gerar o êxodo rural e demandar elevada capacitação dos trabalhadores contratados pelas unidades rurais.

Para Fernandes (2019) os principais desafios para o desenvolvimento da agricultura 4.0 no Brasil são a falta de mão-de-obra qualificada, a ineficiência da infraestrutura de comunicação do país, a dificuldade na identificação de tecnologias e parceiros e ausência de linhas de financiamento apropriadas. Ainda se verifica um distanciamento entre as universidades, a indústria e o agronegócio.

Para Bolfe et al. (2020) um dos principais desafios para o desenvolvimento da agricultura 4.0 é a conectividade no campo, que apesar de apresentar um crescimento significativo de cobertura verifica-se que mais de 70% dos estabelecimentos rurais ainda não têm acesso a internet. Ainda para os autores, outro desafio é o custo das tecnologias digitais em especial quando precisam ser adquiridas pela agricultura familiar e como consequência a capacitação para que produtores e técnicos em agropecuária. Para Fernandes (2019) é necessário formar parcerias entre empresas, industriais, academia e governo para acelerar a inovação tecnológica e assegurar a oferta de mão-de-obra qualificada. Também é necessário estudar estratégias para disponibilizar tecnologias da agricultura 4.0 à agricultores familiares como crédito ou alternativas de compartilhamento de tecnologias.

Massruhá e Leite (2017) destacam a importância do trabalho da EMBRAPA em encurtar as barreiras entre o digital e os grupos sociais marginalizados e que necessitam ser integrados. Para as autoras a EMBRAPA tem utilizado de múltiplos meios de comunicação para apoio e transferência de tecnologia, tais como dia de campo, programas de rádio e TV, divulgação de cartilhas e disponibilização de aplicativos como foco nos distintos segmentos do agronegócio brasileiro adaptando sua linguagem e instrumentos de comunicação. Outro elemento que auxilia no compartilhamento de informações e desenvolvimento da agricultura 4.0 é a expansão do acesso à internet no meio rural que ocorre principalmente por meio de telefonia móvel (IBGE, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da categorização realizada na base de dados do SciELO sobre agricultura 4.0 verifica-se que as principais publicações tratam sobre adaptação de cultivares a prováveis cenários ambientais para o Brasil em curto horizonte temporal. O elemento tecnologias digitais (que era a expectativa de resultados principais) teve um número reduzido de publicações e normalmente relatam o emprego dessas tecnologias na resolução de problemas técnicos, sociais e ambientais. Também foi verificado que um grupo de pesquisadores da protagoniza as pesquisas nessa temática, em especial, por abordar a utilização de águas salinas e residuais.

Ao comparar a catalogação dos artigos com Hayami e Ruttan (1988) e Mazoyer e Roudart (2010) fica evidente que o processo de desenvolvimento da agricultura 4.0 é um elemento contínuo e adaptativo buscando responder as demandas impostas pelo ambiente e viabilizar a manutenção das populações e o crescimento demográfico. Porém, neste momento é necessário estudar e ajustar políticas públicas com foco na manutenção do emprego e renda no campo e capacitação da mão-de-obra, bem como, viabilizar soluções para o público marginalizado na agricultura como comunidades tradicionais e agricultores familiares.

Por fim, este trabalho evidencia possíveis problemas de pesquisa que necessitam ser investigados como (i) a análise dos elementos que promovem a competitividade no campo no Brasil, existem evidências que a competitividade do agronegócio brasileiro é proveniente apenas da abundância de

recursos naturais e precariedade tecnológica; (ii) investigar como ocorre o processo de inovação no agronegócio brasileiro, se ele surge por meio de universidades, startups ou se são importados; e (iii) analisar os impactos sociais que o desenvolvimento tecnológico do agronegócio pode provocar, como por exemplo os fluxos migratórios e a pobreza no contexto rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, D. do N., Rocha Neto, O. C. da, Moreira, M. A., Teixeira, A. dos S., & Andrade, E. M. de. (2018). Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region TT - Utilização de sensoriamento remoto para identificação de áreas em risco de degradação na região semiárida. *Revista Ciência Agronômica*, 49(3), 420–429. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180047>
- Berk, A. (2018). Factors affecting the exit from farming of young farmers in Turkey: the case of Niğde province TT - Fatores que afetam a saída de jovens agricultores de propriedades rurais na Turquia: o caso da província de Niğde. *Ciência Rural*, 48(8). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180471>
- Bolfe, E. L., Barbed, A. G. A., Massruhá, S. M. F. S., Souza, K. X. S. de, & Assad, E. D. (2020). Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. *Agricultura Digital: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Nas Cadeias Produtivas*, 2018, 380–406.
- Borges, L. F., Bazzi, C. L., Souza, E. G. de, Magalhães, P. S. G., & Michelon, G. K. (2020). Web software to create thematic maps for precision agriculture TT - Software para web para criar mapas temáticos para agricultura de precisão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.00735>
- Dias, A. S., Lima, G. S. de, Sá, F. V. da S., Gheyi, H. R., Soares, L. A. dos A., & Fernandes, P. D. (2018). Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization TT - Trocas gasosas e eficiência fotoquímica da aceroleira cultivada com águas salinas e adubação potássica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(9), 628–633. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000900628&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v22n9/1415-4366-rbeaa-22-09-0628.pdf
- Fernandes, M. A. (2019). Principais desafios a agricultura e indústria para os próximos 10 anos.
- Ferreira, T. M. M., Santos, M. de L., Lopes, C. L., Sousa, C. A. F. de, & Souza Junior, M. T. (2020). Effect of salinity stress in *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. accession A10.1 during seed germination and plant development TT - Efeito do estresse salino em *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. acesso A10.1 durante a germinação das sementes e desenvolvimento d. *Ciência e Agrotecnologia*, 44. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044010020>

- Giovanelli, L. B., Oliveira, R. A., Oliveira-Filho, J. C., Baptestini, J. C. M., Delazari, F. T., & Sediya, G. C. (2017). Reference evapotranspiration estimation by the Irrigameter in Southern Tocantins State, Brazil TT - Estimativa da evapotranspiração de referência pelo Irrigâmetro no Sul do Estado do Tocantins. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(5), 293–297. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n5p293-297>
- Gomes, J. H. G., Pereira, M. G., Francelino, M. R., & Lorangeira, J. P. B. (2020). Physical and chemical attributes of soil on gully erosion in the Atlantic forest biome TT - Atributos físicos e químicos em voçorocas no Bioma da floresta Atlântica. *Revista Ambiente & Água*, 15(2). <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2459>
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1988). *Desenvolvimento Agrícola: teorias e experiências internacionais*.
- Hoss, D. F., Luz, G. L. da, Lajús, C. R., Moretto, M. A., & Tremea, G. A. (2020). Multispectral aerial images for the evaluation of maize crops TT - Imagens aéreas multiespectrais para avaliação da cultura do milho. *Ciência e Agrotecnologia*, 44. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044004920>
- IBGE. (2019). Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. *Censo Agropecuário*, 8, 1–105. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf
- Lima, G. S. D. E., Silva, A. R. P. D. A., Sá, F. V. D. A. S., Gheyi, H. R. A. J., & Soares, L. A. D. O. S. A. (2020). Qualidade físico-química de frutos de aceroleira irrigado com águas salinas e adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, 33(1), 217–225. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n123rc>
- Lima, G. S. de, Pinheiro, F. W. A., Dias, A. S., Gheyi, H. R., Soares, L. A. dos A., & Silva, S. S. da. (2019). Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization TT - Crescimento e componentes de produção da aceroleira cultivada com águas salinas e adubação potássica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(4), 250–256. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n4p250-256>
- Lira, R. M., Silva, Ê. F. F., Silva, G. F., Soares, H. R., & Willadino, L. G. (2018). Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water TT - Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de agrião cultivado em hidroponia com águas salobras. *Horticultura Brasileira*, 36(1), 13–19. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180103>
- Massruhá, S. M. F. S. et al. (2020). A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. *Agricultura Digital: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Nas Cadeias Produtivas*, 1, 20–45. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217698/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap1.pdf>
- Massruhá, S. M. F. S., & Leite, M. A. de A. (2017). AGRO 4.0 - rumo a agricultura digital. *JC Na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento Para Alimentar o Brasil*, 28–35.

- Mazoyer, M., & Roudart, L. (2010). História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. In Editora Unesp. São Paulo.
- Mendes, C. I. C., Massruhá, S. M. F. S., Maranhão, J. S. de A., Ribeiro, P. G. G., & Santos, L. C. X. (2020). O direito frente à digitalização da agricultura. *Agricultura Digital: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Nas Cadeias Produtivas*, 24. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217710/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap13.pdf>
- Pasinato, A., da Cunha, G. R., Fontana, D. C., de Almeida Monteiro, J. E., Nakai, A. M., & de Oliveira, A. F. (2018). Potential area and limitations for the expansion of rainfed wheat in the Cerrado biome of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(7), 779–790. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000700001>
- Pontes Filho, R. A., Gondim, F. A., & Costa, M. C. G. (2018). Seedling growth of tree species under dose of hydrogel and two levels of luminosity. *Revista Árvore*, 42(1). <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100012>
- Ribeiro, J. G., Marinho, D. Y., & Espinosa, J. W. M. (2017). Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. *Simpósio de Engenharia Da Produção*.
- Santos, G. O., Faria, R. T. de, Rodriguês, G. A., Dantas, G. de F., Dalri, A. B., & Palaretti, L. F. (2017). Forage yield and quality of marandugrass fertigated with treated sewage wastewater and mineral fertilizer TT - Rendimento e qualidade de forragem de capim-marandu fertirrigado com água residuária de esgoto tratado e adubo mineral. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 39(4), 515–523. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i4.32828>
- Silva, A. A. R. DA, Lima, G. S. DE, Azevedo, DE, C. A. V., Veloso, Almeida, L. L. D. S., & Gheyi, H. R. (2020). Ácido Salicílico Como Atenuador Do Estresse Salino De Gravioleira. *Revista Caatinga*. 2125, 1092–1101.
- Silva, V. F., Bezerra, C. V. C., Nascimento, E. C. S., Ferreira, T. N. F., Lima, V. L. A., & Andrade, L. O. (2019). Production of chili pepper under organic fertilization and irrigation with treated wastewater TT - Produção de pimenta malagueta sob adubação orgânica e irrigação com água residuária tratada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(2), 84–89. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n2p84-89>
- Soares, L. A. dos A., Fernandes, P. D., Lima, G. S. de, Suassuna, J. F., & Pereira, R. F. (2018). Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at different phenological stages TT - Trocas gasosas e produção do algodoeiro colorido irrigado com água salina em diferentes estádios fenológicos. *Revista Ciência Agronômica*, 49(2), 239–248. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180027>
- Souza, C. A. de, Silva, A. O. da, Santos, J. da S. G., Lacerda, C. F. de, & Silva, G. F. da. (2020). Production of watercress with brackish water and different circulation times for the nutrient solution TT -

Produção de agrião com águas salobras e diferentes tempos de circulação da solução nutritiva. *Revista Ciência Agronômica*, 51(3). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200049>

Souza, J. M. F., Dos Reis, E. F., Martins, A. S., & Santos, A. L. F. (2019). Evaluation of conflict of land use in the Lamarão river watershed, federal district. *Ciencia Florestal*, 29(2), 940–954. <https://doi.org/10.5902/198050984784>

Souza, L. de P., Nobre, R. G., Silva, E. M., Gheyi, H. R., & Soares, L. A. dos A. (2017). Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio TT - Production of guava rootstock grown with water of different salinities and doses of nitrogen. *Revista Ciência Agronômica*, 48(4), 596–604. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170069>

Tullio, L., Morais, H., & Yagi, R. (2018). Nutrition, yield and quality of ‘Niagara Rosada’ vine fruits using cattle slurry and plastic cover TT - Nutrição de plantas, produtividade e qualidade de frutos de videira ‘Niagara Rosada’ com esterco líquido bovino e cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(6). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018059>

Vilaça De Vasconcelos, M. J., Edson, J., Figueiredo, F., & Sintética, B. (2015). Documentos 196: Biologia Sintética. Embrapa Milho e Sorgo. www.embrapa.br/fale-conosco

Índice Remissivo

- A**
- Agricultura 4.0, 91, 92
 Altura de plantas, 83
 Asteraceae, 134
Azospirillum brasilense, 19, 20, 21
- B**
- Bacillus subtilis*, 19, 20, 22, 23, 24
 Boca a Boca, 192, 195
 Bosque, 179, 180, 181, 183, 185, 186
 Brassicaceae, 223, 226
- C**
- CNC Flora, 69, 70
 Compostagem, 8
Cryptococcus, 179, 180, 183, 185, 186
- D**
- Densidade do solo, 120, 124
- G**
- Germinação, 66
 Gestão Ambiental, 197
- I**
- Infraestrutura, 193
- L**
- Londrina, 179, 180, 183, 186
- M**
- Meio Ambiente, 200, 202
 Microrganismos promotores de crescimento,
 21, 23
- N**
- Nordeste brasileiro, 115
- P**
- pH, 8, 11, 12
 Preço, 193
- S**
- Senecio*, 134, 135, 136, 137, 138, 139
Senecio brasiliensis, 136, 137, 138, 139
 Solanaceae, 211, 216
- T**
- Toxicidade, 138
 Transporte, 193, 194, 196
Triticum aestivum L., 55

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 49 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br