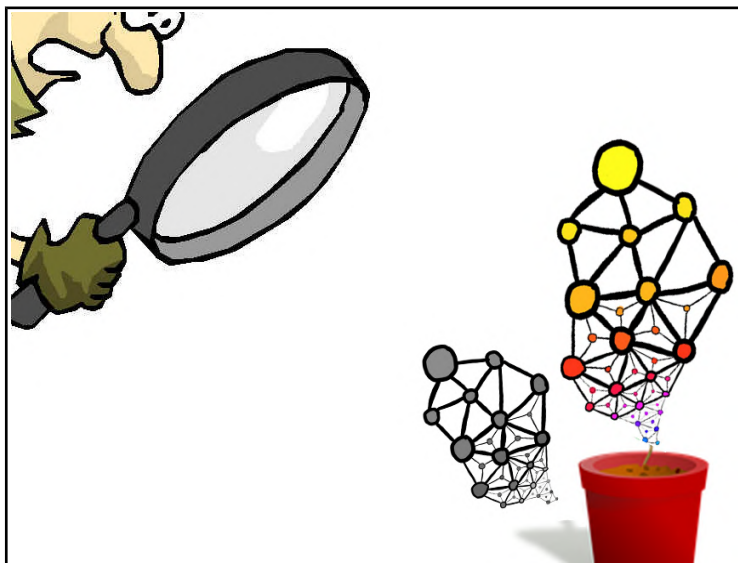




Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar
Electronic Journal Digital Skills for Family Farming
Revista Electrónica Competencias Digitales para Agricultura Familiar



eISSN: 2248-0452

Volume 7 | Número 1 | Janeiro – Junho, 2021

Volume 7 | Issue 1 | January – June, 2021

Volumen 7 | Número 1 | Enero – Junio, 2021



Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar
Volume 7 | Número 1 | Janeiro - Junho, 2021

Electronic Journal Digital Skills for Family Farming
Volume 7 | Issue 1 | January - June, 2021

Revista Electrónica Competencias Digitales para Agricultura Familiar
Volumen 7 | Número 1 | Enero - Junio, 2021

Fábio Mosso Moreira
Fernando de Assis Rodrigues



Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar
Volume 7 | Número 1 | Janeiro – Junho, 2021

Electronic Journal Digital Skills for Family Farming
Volume 7 | Issue 1 | January – June, 2021

Revista Electrónica Competencias Digitales para Agricultura Familiar
Volumen 7 | Número 1 | Enero – Junio, 2021

Tupã – Brasil
2021

Copyright © 2021 GPTAD – Grupo de Pesquisa Tecnologias de Acesso a Dados

Comissão Editorial | Editorial Board | Equipo Editorial

Fábio Mosso Moreira – *Editor de Conteúdo | Content Editor*

Fernando de Assis Rodrigues – *Editor*

Projeto gráfico e editoração | Graphic project & publishing | Diseño gráfico y edición

Fábio Mosso Moreira

Fernando de Assis Rodrigues

Capa | Cover | Tapa

Fábio Mosso Moreira

Normalização Bibliográfica | Bibliographic Standardization |

Normalización Bibliografica

Elizabete Cristina de Souza de Aguiar Monteiro

Coordenação Executiva | Executive Coordination | Coordinación

Ejecutiva

Ricardo César Gonçalves Sant’Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R3111 RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar / Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Engenharia. - Vol 7, no.1 (2021) – Tupã: GPTAD – Grupo de Pesquisa Tecnologia de Acesso a Dados, 2015 – Semestral.

Título da capa: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar

ISSN 2448-0452

1. Agricultura e tecnologias relacionadas. 3. Ciência da computação, informação e obras gerais. II. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências e Engenharia. Grupo de Pesquisa Tecnologias de Acesso a Dados.

CDD 020

<http://owl.tupa.unesp.br/recodaf>

Avaliadores *ad hoc* para este número | Evaluators *ad hoc* to this issue |
Evaluadores *ad hoc* para este número

	Ana Carolina Simionato ARAKAKI	UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
	Daiane Marcela PICCOLO	FATEC – Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo
	Elaine Parra AFFONSO	FATEC – Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo
	Elvio Gilberto da SILVA	UNIVEM – Centro Universitário Eurípides de Marília
	Fábio Mosso MOREIRA	UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
	Fernando de Assis RODRIGUES	UFPA – Universidade Federal do Pará
	Diana Vilas Boas Souto ALEIXO	UEL – Universidade Estadual de Londrina
	Jacquelin Teresa CAMPEROS-REYES	UNESP – Universidade Estadual Paulista
	João Arlindo dos Santos NETO	UEL – Universidade Estadual de Londrina
	Liliana Giusti SERRA	UNESP – Universidade Estadual Paulista
	Roberta Caroline Vesu ALVES	IFSP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
	Silvia Cristina VIEIRA	UNESP – Universidade Estadual Paulista



<http://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/pages/view/expediente>

Sumário

Tecnologias que auxiliam a produção sustentável de alimentos	
Darlene Sausen, Lucas Palhares Marques, Maelle Cavalcante de Melo, Gabriela de Araújo Costa e Leticia Bezerra Azevedo.....	16
Iniciativa para a integração de TI na gestão operacional de unidades produtivas agrícolas	
Helga Bermeo-Andrade, Dora González-Bañales, Nelson Tovar-Perilla e Omar Arenas-Quimbayo.....	43
Desenvolvimento de software para o manejo da irrigação utilizando a evapotranspiração da cultura	
Leoncio Gonçalves Rodrigues, Romulo Pereira da Silva, Ana Célia Maia Meireles, Carlos Wagner Oliveira e Francisca Laudeci Martins Souza.....	66
Planejamento de um sistema de monitoramento de plantações para aplicação na agricultura familiar	
Fábio Von Zuben Moreira, Marcos Almeida do Amaral e Mariana Zuliani Theodoro de Lima.....	91
Hábitos digitais dos produtores de frutas e hortaliças e sua relação com o perfil socioeconômico e o negócio rural	
Letícia Graziella Teixeira Nunes, Willian Krause, Danielle Storck Tonon e Débora Luiza Fontana Gotardo.....	120
Estudo de tempos e movimentos para mensurar a produtividade da mão de obra nas plantações de palma de azeite de palma na Colômbia: O caso da polinização artificial	
Jhonatan Eduardo Camperos, Edgar Ignacio Barrera e Mauricio Mosquera-Montoya.....	146

Table of Contents

Technologies that support sustainable food production

Darlene Sausen, Lucas Palhares Marques, Maelle Cavalcante de Melo,
Gabriela de Araújo Costa & Letícia Bezerra Azevedo.....19

Proposal for IT integration in operational management of agricultural
productive units

Helga Bermeo-Andrade, Dora González-Bañales, Nelson Tovar-Perilla
& Omar Arenas-Quimbayo.....47

Software development for the management of irrigation located in the
semi-arid using the evapotranspiration of culture

Leoncio Gonçalves Rodrigues, Romulo Pereira da Silva, Ana Célia
Maia Meireles, Carlos Wagner Oliveira & Francisca Laudeci Martins
Souza.....70

Planning a plantation monitoring system for application in family farming

Fábio Von Zuben Moreira, Marcos Almeida do Amaral & Mariana
Zuliani Theodoro de Lima.....95

Digital habits of fruit and vegetable producers and their correlation with
the socioeconomic profile and rural business

Letícia Graziella Teixeira Nunes, Willian Krause, Danielle Storck
Tonon & Débora Luiza Fontana Gotardo.....124

A time and motion study to assess labor productivity in oil palm
plantations from Colombia: The case of the artificial pollination

Jhonatan Eduardo Camperos, Edgar Ignacio Barrera & Mauricio
Mosquera-Montoya.....150

Tabla de Contenido

Tecnologías que apoyan la producción sostenible de alimentos	
Darlene Sausen, Lucas Palhares Marques, Maelle Cavalcante de Melo, Gabriela de Araújo Costa y Letícia Bezerra Azevedo.....	21
Iniciativa para la integración de TI en la gestión operativa de unidades productivas agrícolas	
Helga Bermeo-Andrade, Dora González-Bañales, Nelson Tovar-Perilla y Omar Arenas-Quimbayo.....	49
Desarrollo de software para la gestión del riego mediante evapotranspiración de cultivos	
Leoncio Gonçalves Rodrigues, Romulo Pereira da Silva, Ana Célia Maia Meireles, Carlos Wagner Oliveira y Francisca Laudeci Martins Souza.....	72
Planificación de un sistema de monitoreo de plantaciones para aplicación en agricultura familiar	
Fábio Von Zuben Moreira, Marcos Almeida do Amaral y Mariana Zuliani Theodoro de Lima.....	97
Hábitos digitales de los productores de frutas y hortalizas y su relación con el perfil socioeconómico y la empresa rural	
Letícia Graziella Teixeira Nunes, Willian Krause, Danielle Storck Tonon y Débora Luiza Fontana Gotardo.....	126
Estudio de tiempos y movimientos para la productividad de la mano de obra en plantaciones de palma aceitera de Colombia: El caso de la polinización artificial	
Jhonatan Eduardo Camperos, Edgar Ignacio Barrera y Mauricio Mosquera-Montoya.....	152



Editorial: O imperativo tecnológico no meio rural

Fábio Mosso Moreira^a

A terceira década do século XXI se inicia, mas os problemas ocasionados pela pandemia do COVID-19 que marcou o final da década anterior ainda persistem. A boa notícia é que a vacinação avança. A má é que esse avanço ocorre quase que exclusivamente em países ricos, ou seja, aqueles que foram vanguarda no desenvolvimento dos imunizantes (ex: EUA, Europa, China), ou que, ao menos, possuem relações diplomáticas sólidas o suficiente com os mesmos.

Este fato reforça e relembra a todos que o imperativo tecnológico também se estende nos aspectos sanitários. Se você não tem tecnologia para desenvolver, validar, produzir e distribuir as vacinas, você não imuniza. O mesmo já vem ocorrendo em outras esferas do cotidiano social, se você não tem aplicativo de entrega de comida, você não se alimenta. Se você não tem aplicativo de serviço de locomoção, você não circula. Todos estes são direitos básicos do cidadão, que estão adquirindo imperativamente a dependência de plataformas tecnológicas,

a Doutor em Ciência da Informação. Professor na UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. fabio.m.moreira@ufsc.br. <https://orcid.org/0000-0002-9582-4218>.

produtivas ou informacionais.

Mas em vez de entrar no mérito de discutir qualquer definição teórica para o imperativo tecnológico, este editorial considera importante destacar que a qualidade de ser imperativo pressupõem, por natureza, que determinado fato ou condição é imposta sem que haja uma devida discussão de suas implicações.

E como um contraponto para o imperativo tecnológico, a Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar – RECoDAF atua como um meio de comunicação que fomenta a divulgação de conhecimento científico-tecnológico no contexto dos pequenos produtores, partindo do pressuposto de que este conhecimento pode equilibrar as oportunidades que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) proporcionam para o setor agropecuário brasileiro sem se tornar imperativa.

Historicamente o Brasil já sofreu com um modelo de desenvolvimento rural baseado no imperativo das tecnologias produtivas (Revolução Verde), o que amplificou as desigualdades sociais e econômicas entre os pequenos produtores e grandes latifundiários. A publicação de mais uma edição da RECoDAF (v.7, n.1, 2021) adiciona um pouco mais de luz neste debate para evitar que o imperativo das tecnologias informacionais também se manifeste neste contexto.

Este primeiro número do sétimo volume, por sua vez, congrega um conjunto de seis artigos, que podem ser organizados em três dimensões conceituais distintas.

A primeira dimensão possui um direcionamento voltado para a identificação de opções tecnológicas que podem ser implementadas nas atividades agropecuárias do pequeno produtor. Este eixo é representado por um único artigo, intitulado “*Tecnologias que auxiliam a produção sustentável de alimentos*” (SAUSEN et al., 2021), e apresenta os resultados de um mapeamento de tecnologias informacionais identificadas como possível solução para ser utilizada no processo produtivo.

A segunda dimensão é composta por três artigos que tratam sobre o desenvolvimento e a prototipagem de tecnologias inovadoras para o meio rural. O artigo intitulado “*Iniciativa para a integração de TI na gestão operacional de unidades produtivas agrícolas*” (BERMEO-ANDRADE et al., 2021) expõe os resultados de um projeto-piloto para o desenvolvimento de um aplicativo direcionado a produtores de hortaliças; o artigo “*Desenvolvimento de software para o manejo da irrigação utilizando a evapotranspiração da cultura*” (RODRIGUES et al., 2021) descreve a prototipagem de um aplicativo voltado para gestão dos recursos hídricos no processo produtivo; e o terceiro artigo que integra esta dimensão intitula-se “*Planejamento de um sistema de monitoramento de plantações para aplicação na agricultura familiar*” (MOREIRA; AMARAL; LIMA, 2021) e descreve os componentes e a arquitetura de um dispositivo de baixo custo, desenvolvido para mensurar a temperatura e umidade (ar e solo) no cultivo de vegetais.

A terceira e última dimensão teórica desta composição inclui dois artigos, que possuem uma perspectiva mais aproximada das implicações que a manipulação das tecnologias informacionais possuem para o produtor ou trabalhador rural. O primeiro artigo que integra esta dimensão é intitulado “*Hábitos digitais dos produtores de frutas e hortaliças e sua relação com o perfil socioeconômico e o negócio rural*” (NUNES et al., 2021), e analisa a relação entre o perfil do produtor rural e a apropriação das TIC, por meio de um estudo de caso realizado no município de Tangará da Serra-MT; e o segundo artigo deste eixo intitula-se “*Estudo de tempos e movimentos para a mensuração da produtividade da mão de obra em plantações de palma de azeite na Colômbia: o caso da polinização artificial*” (CAMPEROS; BARRERA; MOSQUERA-MONTOYA, 2021), e apresenta

dados sobre a implementação de tecnologias baseada em inteligência artificial como forma de automatizar um trabalho massante desempenhado pelos trabalhadores rurais, como é o caso da polinização manual de cultivares.

Com mais esta coletânea, a RECoDAF segue desmistificando a disseminação das TIC no meio rural, seguindo de perto os efeitos que o imperativo tecnológico pode causar para o contexto das atividades agropecuárias do pequeno produtor, evitando, assim, uma acentuação ainda maior da desigualdade socioeconômica e da assimetria informacional existente entre as categorias de produtores.

Boa leitura.



Tecnologias que auxiliam a produção sustentável de alimentos

*Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c,
Gabriela de Araújo Costa^d e Letícia Bezerra Azevedo^e*

Resumo: Os pequenos produtores de base familiar têm papel fundamental no processo de produção de alimentos, fibras e bioenergias de forma mais sustentável. Isso é preconizado pela atual agricultura 4.0 que oferece soluções sustentáveis para produzir alimentos, uma vez que automatizam operações agrícolas, racionalizando o uso de insumos e melhorando a

-
- a Doutora em Agronomia. Sócia proprietária da Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.
- b Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.
- c Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.
- d Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. gabiarajuocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.
- e Estudante de graduação em Zootecnia pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

gestão agrícola das fazendas. Por isso, o trabalho tem por objetivo disponibilizar informações sobre algumas tecnologias que podem ser utilizadas pelos produtores no processo produtivo para colocar a sustentabilidade em prática. Realizou-se buscas em bases científicas que possibilitaram a identificação de cinco principais tecnologias que estão à disposição dos agricultores. O uso de cultivares mais eficientes e produtivas, da telemetria, de drones, de biodefensivos e de plataformas digitais são estratégias que podem ser facilmente inseridas para melhorar a produção e a qualidade de vida de quem trabalha no setor e por isso, aos poucos, vão se consolidando no campo.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Agricultura Digital. Agricultura Familiar. Tecnologias inovadoras.

Technologies that support sustainable food production

Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c, Gabriela de Araújo Costa^d & Letícia Bezerra Azevedo^e

Abstract: Small family-based producers have a fundamental role in the process of producing food, fibers and bioenergies in a more sustainable way. This is recommended by the current agriculture 4.0, which offers sustainable solutions to produce food, since they automate agricultural operations, rationalizing the use of inputs and improving the agricultural management of farms. Therefore, this work aims to provide information on some technologies that can be used by producers in the production process to put sustainability into practice. Searches were carried out on scientific bases that made it possible to identify five main technologies that are available to farmers. The

a Ph.D. in Agronomy. Entrepreneur of Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.

b Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.

c Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.

d Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. gabiaraujocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.

e Graduate student in Animal Science at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

use of more efficient and productive cultivars, telemetry, drones, biodefensives and digital platforms are strategies that can be easily inserted to improve the production and quality of life of those who work in the sector and, therefore, gradually consolidating in the field.

Keywords: Agriculture 4.0. Digital Farming. Family Farming. Innovative technologies.

Tecnologías que apoyan la producción sostenible de alimentos

Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c, Gabriela de Araújo Costa^d y Letícia Bezerra Azevedo^e

Resumen: Los pequeños productores familiares tienen un papel fundamental en el proceso de producción de alimentos, fibras y bioenergías de una manera sustentable. Así lo propugna la actual agricultura 4.0, que ofrece soluciones sostenibles para producir alimentos, ya que automatizan las operaciones agrícolas, racionalizan el uso de insumos y mejoran la gestión agrícola de las fincas. Por ello, este trabajo tiene como objetivo brindar información sobre algunas tecnologías que pueden ser utilizadas por los productores en el proceso productivo para poner en práctica la sustentabilidad. Se realizaron búsquedas en bases científicas que permitieron identificar cinco tecnologías

-
- a Doctorado en Agronomía. Socio propietario de Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.
 - b Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.
 - c Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.
 - d Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. gabiaraujocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.
 - e Estudiante de pregrado en Ciencia Animal en la UFRN - Universidad Federal de Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

principales que están disponibles para los agricultores. El uso de cultivares más eficientes y productivos, telemetría, drones, bio-defensivos y plataformas digitales, son estrategias que pueden insertarse fácilmente para mejorar la producción y calidad de vida de quienes laboran en el sector y, por tanto, de forma paulatina, consolidándose en el campo.

Palabras clave: Agricultura 4.0. Agricultura Digital. Agricultura Familiar. Tecnologías innovadoras.

1. Introdução

O setor agrícola tem trabalhado incessantemente para resguardar a segurança alimentar e fornecer fibras, energia e outros produtos de forma mais sustentável. Nesse contexto, os pequenos produtores de base familiar têm papel fundamental no processo, sendo os responsáveis por expressiva produção de hortifrutigranjeiros, que são a base da alimentação do povo brasileiro (MAMBRIN et al., 2019).

Nesse cenário de globalização da produção, para colocar a sustentabilidade em prática, os produtores podem fazer uso de informações digitais detalhadas que servem para orientar as decisões ao longo da cadeia produtiva (ZAMBON et al., 2019). Isso é preconizado pela agricultura 4.0 que faz uso de tecnologia de ponta como a Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), Sensores de monitoramento, Inteligência Artificial, Big Data e Computação na Nuvem (*Cloud Computing*).

À medida que o produtor entender e adotar essas tecnologias, a sustentabilidade da produção de alimentos se tornará uma realidade. Tais tecnologias oferecem soluções sustentáveis para produzir alimentos, uma vez automatizam operações agrícolas, racionalizando o uso de insumos e melhorando a gestão agrícola das fazendas. Conseqüentemente, é possível que novos patamares de produtividade sejam atingidos no campo, fazendo com que o Brasil permaneça entre os países que mais produzem alimento no mundo.

No entanto, para que isso se torne uma realidade com impacto positivo e efetivamente faça parte do sistema produtivo é preciso difundir as ferramentas da Agricultura 4.0 para que possam ser utilizadas pelos produtores dentro da propriedade rural (SAUSEN et al., 2020a). Visto que a sustentabilidade, assim como a profissionalização, a gestão baseada em dados e a produção a partir de novas ferramentas e técnicas são os pilares da agricultura digital. Assim, o presente trabalho tem por objetivo

disponibilizar informações sobre algumas tecnologias que podem ser utilizadas pelos produtores no processo produtivo para colocar a sustentabilidade em prática.

2. Metodologia

O presente estudo se caracteriza por uma análise qualitativa das ferramentas da agricultura digital que podem ser utilizadas pelos produtores rurais dentro de suas propriedades para realizar uma agricultura mais sustentável. Para tanto, foram realizadas buscas em bases científicas como: SciELO, Pubmed e Google Acadêmico. Os artigos foram selecionados utilizando os seguintes descritores: “agricultura 4.0”, “agricultura digital”, “agricultura familiar” e “tecnologias inovadoras no agro” o que possibilitou o entendimento do estado da arte. A partir da análise de dezenas de artigos, identificou-se cinco principais tecnologias que estão à disposição dos agricultores e serão abordadas a seguir, assim como as vantagens esperadas com sua adoção.

3. Tecnologias acessíveis para uso dentro da propriedade rural

Os investimentos em pesquisa promoveram tecnologias que deram suporte à melhoria e ao aumento da produção agrícola. A capacidade produtiva do Brasil cresceu entre 2,5 e 3 vezes nos últimos 50 anos (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). O que tem melhorado a alimentação da população ao disponibilizar alimentos mais baratos e de melhor qualidade (DALL’AGNOL, 2018).

As propriedades rurais do futuro serão completamente monitoradas e automatizadas. A transformação digital do setor é fundamental para o Brasil ampliar sua capacidade de produção com sustentabilidade para atender à demanda global por segurança alimentar e nutricional. Algumas das tecnologias que possibilitarão isso já estão disponíveis no mercado, trazendo

facilidade e praticidade para o mundo do agronegócio.

3.1 Cultivares

Com o desdobramento do melhoramento tradicional surgiu a biotecnologia, com o objetivo de acelerá-lo e de ampliar a variedade de genes que podem ser introduzidos nas plantas e nos animais. A biotecnologia vegetal proporcionou não só o aumento da produção e da qualidade dos alimentos, mas a realização da agricultura mesmo com a existência de pragas, doenças e problemas climáticos, por exemplo.

Desde de que a biotecnologia está em uso, as culturas geneticamente modificadas adicionaram na produção da soja, do milho, do algodão e da canola, respectivamente mais de 138, 274, 21,7 e 8 milhões de toneladas (BROOKES; BARFOOT, 2018). As lavouras transgênicas favorecem a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, uma vez que, o manejo das culturas fica facilitado, há menor necessidade de utilização de combustíveis e conseqüente redução nas emissões de gases do efeito estufa. Por essas culturas terem maior índice de produtividade, beneficia o ambiente ao reduzir a pressão sobre florestas e zonas de preservação ambiental e ao produtor ao economizar tempo e dinheiro.

A biotecnologia faz uso intenso da genética molecular (DNA recombinante) e da biologia molecular. E mais recentemente, passa a ser multidisciplinar para sair da dependência da tecnologia do DNA recombinante e poder gerar novas tecnologias baseadas em outros ramos da biologia (VARGAS et al., 2018). É assim, que a biotecnologia além de, adicionar genes, passa a um desenvolvimento direcionado de novas rotas metabólicas; a controlar a regulação gênica; a modulação de características fisiológicas e a controlar estrategicamente o desenvolvimento das plantas (PIXLEY et al., 2019; EMBRAPA, 2018). As principais inovações disponíveis aos produtores são:

- Cana-de-açúcar, algodão, milho e soja modificados para controle da população de insetos-praga (CTNBIO, 2017);
- Eucalipto com maior velocidade de crescimento proporcionando aumento volumétrico de madeira (CTIBIO, 2017);
- Cultivar de feijão resistente ao Vírus do Mosaico Dourado (BGMV – *Bean Golden Mosaic Virus*) (CTNBIO, 2017);
- Capim perene que cresce independentemente da estação do ano e produz alimento em quantidade e qualidade adequada para gado de leite ou de corte (EMBRAPA, 2021);
- Algodão, soja, milho, canola, beterraba, alfafa, trigo e arroz tolerantes a herbicidas de largo espectro, permitindo controle mais eficiente, de menor custo e com um número reduzido de aplicações de herbicidas (SAUSEN et al., 2020b);
- Milho (macho-estéril) desenvolvido com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de sementes de milho híbrido em escala comercial e assim restaurar a fertilidade para produção de sementes (CTNBIO, 2017); e
- Soja que alia características de resistência ao acamamento, alto potencial produtivo, precocidade e sanidade, especialmente radicular (EMBRAPA, 2020).

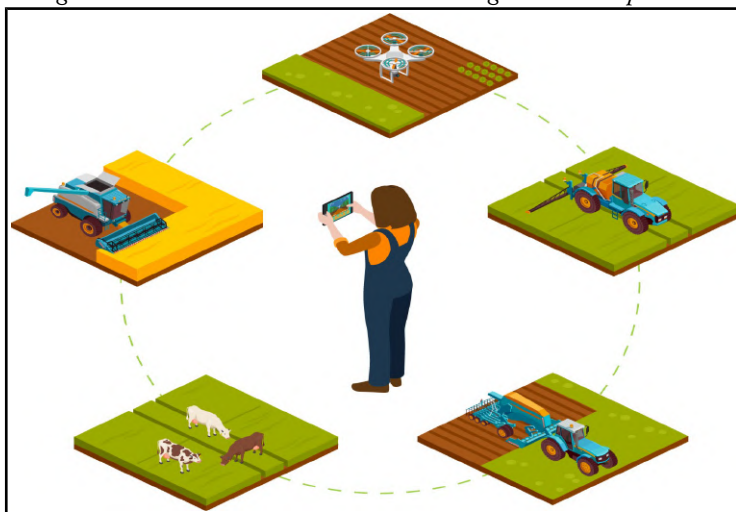
O setor tem constantemente aprimorado as técnicas de produzir novas cultivares e está sempre com lançamentos mais produtivos e/ou adaptados conforme a demanda do mercado. É preciso lembrar que para uma nova cultivar chegar ao mercado, ela segue um rigoroso protocolo de biossegurança, o que garante que sejam seguras ao consumo humano e animal e sua produção não tenha potencial de causar impacto ambiental (CTNBIO, 2021).

3.2 Telemetria

Produzir alimentos é uma função que requer que o produtor monitore dezenas de variáveis que podem interferir no sucesso da colheita. Para o processo complexo, é preciso o auxílio de ferramentas que facilitem o seu trabalho com dados e números que serão fundamentais nas tomadas de decisão. Uma das ferramentas tecnológicas que facilitam a produção agrícola é a telemetria.

A telemetria é a coleta e o compartilhamento remoto de dados sobre equipamentos, veículos e máquinas (Figura 1).

Figura 1 – Sistema de telemetria usado na agricultura de precisão



Fonte: Autores.

Na agricultura de precisão, sua aplicação consiste em um conjunto de hardware conectado a sensores embarcados nas máquinas (indutivos; capacitivos; de pressão de óleo do motor; de temperatura; de umidade relativa do ar e do solo; de matéria orgânica; de pH, de NO₃ no solo, de compactação; de plantas daninhas, etc.); GPS; monitores de colheita; amostradores de

solo; balizadores de aplicação (aérea e tratorizada); pulverizadores de precisão; radares; câmeras e outros.

Mediante um modem com software específico de telemetria instalado nos tratores, semeadoras, adubadoras, pulverizadores, colheitadeiras e outras máquinas, o agricultor pode acompanhar e fazer correções em tempo real nas atividades do campo (BLECHER; SILVA, 2017).

As informações colhidas no campo são enviadas para a central (qualquer dispositivo com acesso à internet como computador, tablete ou celular), onde são supervisionadas remotamente pelo operador. A partir disso é possível saber a posição exata de uma máquina, o que ela está fazendo e como está realizando sua tarefa. Caso deseje, o produtor pode enviar uma mensagem direta ao operador, que na hora poderá fazer alguma alteração no desenvolvimento da atividade.

Na agricultura a telemetria pode ser usada para acompanhar, gerenciar e automatizar os mais variados processos de uma produção agrícola. Identificar qual é a quantidade de combustível consumida, qual a distância percorrida durante o dia, a velocidade do deslocamento, a rotação e a temperatura do motor e evitar perdas com o transpasse (sobreposição), por exemplo. Saber ainda qual a área total da aplicação de um insumo, o momento exato do dia em que foi aplicado, qual o volume de insumos utilizado e o potencial da qualidade de aplicação (pela estimativa do valor da taxa de evaporação).

Com isso, o produtor poderá fazer um diagnóstico completo da lavoura e implementar ações que otimizem as operações. Com uma maior precisão na aplicação de insumos e fazendo a manutenção preventiva das máquinas agrícolas, é possível reduzir o custo de produção. No entanto, ressalvas devem ser feitas quanto ao custo dos equipamentos e softwares, que exigem um grande investimento e pessoas qualificadas para operar os sistemas.

3.3 Drones

No Brasil os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) que são aeronaves pilotadas remotamente (RPAs – *Remotely Piloted Systems*), são comumente chamados de drone. Existem diferentes tipos de drones no mercado. Que variam em função do número de hélices, tamanho e alcance. Essas características e as tecnologias embarcada nos drones determinam seu custo de aquisição. Hoje os drones estão mais acessíveis e podem contribuir muito nas lavouras, auxiliando a gestão e permitindo até mesmo aumento da produtividade das culturas.

Os drones têm sido a cada dia mais inseridos nas diversas atividades agrícolas, tais como:

- **Monitoramento da propriedade:** com um voo do drone é possível monitorar toda propriedade sem sair da sede. Se a área for muito grande é preciso subdividi-la em módulos com abrangência de 500 metros de raio. Com um sobrevoo é possível explorar áreas de difícil acesso, monitorar o desmatamento e foco de incêndios e realizar vigilância de modo geral;
- **Mapeamento e georreferenciamento:** com a visão aérea proporcionada pelo drone, a demarcação de áreas de uma propriedade fica facilitada. Assim, é possível limitar áreas, selecionar as melhores áreas para plantio e identificar as coordenadas geográficas do imóvel rural;
- **Acompanhamento das plantações:** através de sensores hiperespectrais, multiespectrais ou térmicos capazes de monitorar cada planta e de fotografias tiradas pelo drone é possível identificar falhas no plantio, locais com alta infestação de plantas daninhas, ataque de pragas, doenças e excesso ou falha de irrigação de forma não invasiva (SILVA et al., 2019; GONÇALVES et al., 2019);
- **Pulverização precisa:** alguns modelos de drones possibilitam fazer pulverização em locais exatos. Isso

reduz o gasto com produtos fitossanitários, realizando a aplicação apenas onde é necessário e de forma segura, eliminando o risco da exposição. Os modelos multirrotor são os ideais para esse tipo de aplicação; e

- Monitoramento animal: com as câmeras que equipam os drones é possível realizar monitoramento não invasivo, contagem de rebanhos, verificar se há animais feridos, ausentes ou em nascimento e ainda buscar animais perdidos (GIRALDELI, 2019).

Entretanto, é preciso ressaltar, que dependendo da classe do drone é fundamental realizar cadastro ou registro na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para operá-lo (ANAC, 2021).

3.4 Biodefensivos

A demanda por alimentos livres de agrotóxicos tem impulsionado à busca de técnicas de manejo alternativas para o controle de pragas e doenças (SOUZA et al., 2019). Os biodefensivos, ou defensivos biológicos, são produtos utilizados na agricultura com essa finalidade, e em alguns casos específicos, podem auxiliar no aumento da produtividade (PANDOLFO, 2018).

Esses produtos são compostos por microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, além de insetos parasitoides e predadores naturais das pragas, hormônios ou extratos vegetais. Apresentam características como, baixo teor de resíduos, alta performance, menor efeito secundário tóxico e boa compatibilidade com o meio ambiente e organismos não alvo (ARAÚJO et al., 2019; ANDRADE et al., 2015).

Recentes inovações têm permitido a formulação e comercialização de biodefensivos eficientes e em larga escala (PANDOLFO, 2018). No entanto, para manter a viabilidade dos microrganismos é preciso seguir as recomendações de armazenagem de forma criteriosa. O uso de defensivos biológicos

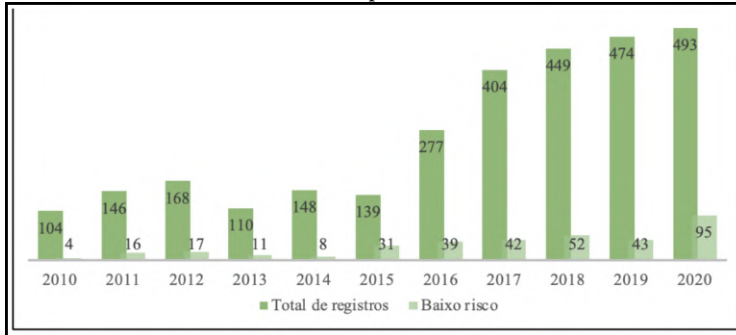
já representa mais de 40% dos métodos de controle adotado nas lavouras de batata, melão, morango e tomate (BORSARI; CLAUDINO, 2018). A adoção de tais produtos se dá em função da eficiência do controle e a aspectos relacionados a uma maior segurança dos produtos biológicos.

No Brasil há exemplos efetivos da eficácia do controle de pragas com produtos biológicos em grandes culturas como a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). A contenção da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) pode ser realizada com o fungo *Metarhizium anisoplia*; da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) com a dispersão do parasitoide *Cotesia flavipes*, que realizam predação dos ovos da broca; e de outras lagartas com a bactéria *Bacillus thuringiensis* (PETEAN, 2021). Tais exemplos demonstram que o emprego de biodefensivos pode ser realizado com sucesso também em larga escala.

Em 2020, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) concedeu registro a 493 agrotóxicos, componentes e afins (Figura 2), destes 19,3% são produtos de baixo risco (Bio¹ e Bio/Org²), um aumento de 120,9% em relação ao registrado no ano anterior (BRASIL, 2021). O uso dos biodefensivos é uma importante ferramenta para reduzir os problemas de resistência das plantações pelo uso irracional de defensivos químicos. Seu uso deve, sempre que possível, ser incorporados junto ao manejo integrado de pragas e doenças.

-
- 1 Bio - O registro de Produto Formulado Biológico, Microbiológico, Bioquímico, Extrato Vegetal, Regulador de Crescimento ou Semioquímico com classificações classes IV - Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente, conforme avaliação do IBAMA, e Categoria 5 - Produto Improvável de Causar Dano Agudo ou Não classificado - Produto não classificado, pela ANVISA.
 - 2 Bio/Org - O registro de Produto Formulado Biológico, Microbiológico, Bioquímico, Extrato Vegetal, Regulador de Crescimento ou Semioquímico, para a Agricultura Orgânica se iniciou a partir da previsão legal disposta no Decreto n.º 6913, de 23 de julho de 2009.

Figura 2 – Número de registro de agrotóxicos, componentes e afíns, atribuídos pelo MAPA



Fonte: Autores com base em Brasil (2021).

3.5 Plataformas digitais

Uma das maiores contribuições da agricultura 4.0 são as plataformas digitais, as quais são ferramentas avançadas na gestão dos estabelecimentos rurais. As decisões tomadas pelo produtor rural, historicamente baseadas na tradição, experiência e intuição, passam a ser apoiadas por informações precisas e em tempo real (ROMANHUK, 2020).

As empresas de base tecnológica que têm crescimento rápido e escalável, mais conhecidas como startups, são as principais responsáveis pela criação de plataformas digitais inovadoras. No Brasil já são mais de 13.774 startups cadastradas no ecossistema brasileiro de startups, dentre as quais 493 (3,58%) tem seu foco no agronegócio (ABSTARTUPS, 2021).

A 2ª edição do Censo AgTech Startups Brasil, realizado em 2018, ouviu 184 startup do agronegócio e mostrou que a maior parte delas tem como área de atuação suporte à decisão; IoT e hardware; software e gestão agrícola (AGTECH GARAGEM, 2021). O produtor rural precisa ter conhecimento da variedade de soluções tecnológicas que são oferecidas pelas startups para facilitar as atividades agrícolas. Essas soluções vão desde

sistemas de gerenciamento de dados zootécnicos até marketplaces de insumos e produtos.

A Embrapa é também responsável por parte dos aplicativos que auxiliam a resolver problemas recorrentes dentro do Agronegócio. A empresa disponibilizou diferentes softwares, gratuitamente aos produtores e público em geral, para facilitar as atividades nos sistemas agroalimentares em 2020 (Quadro 1).

Quadro 1 – Softwares lançados pela Embrapa em 2020

Nome	Funcionalidade
BRS Capiaçú	Aplicativo que disponibilizar em um só veículo as informações necessárias sobre a cultivar de capim-elefante BRS Capiaçú. ³
GeoMatopiba	Plataforma para o gerenciamento de análise de dados, de acesso público e gratuito, sobre a região do Matopiba. ⁴
+Leite	Aplicativo que realiza o diagnóstico produtivo da fazenda leiteira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁵
UzumWebMaca	É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos da macieira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁶
UzumWebMorango	É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos do morangueiro de forma simples, amigável e intuitiva. ⁷

3 BRS Capiaçú. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5253/app-brs-capiacu>. Acesso em: 20 abr. 2021.

4 GeoMatopiba. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122591/geomatopiba-inteligencia-territorial-estrategica-para-o-matopiba>. Acesso em: 20 abr. 2021.

5 +Leite. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6162/aplicativo-leite>. Acesso em: 20 abr. 2021.

6 UzumWebMaca. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/maca/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

UzumWebPessego	É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos do pessegueiro de forma simples, amigável e intuitiva.
UzumWebUva	É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos da videira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁸
AgroTagVEG	Sistema mobile capaz de realizar coletas sistemáticas de dados e propiciar o compartilhamento de informações em rede entre seus usuários (ex. membros da rede de fomento ILPF, técnicos, agricultores, extensionistas, pesquisadores e parceiros). ⁹
Bioinsumos	O aplicativo oferece ao público usuário as opções de bioinsumos cadastrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) no Catálogo Nacional de Bioinsumos, além de informações relevantes a respeito do emprego de insumos biológicos na agricultura. ¹⁰
PlanejArroz	Aplicativo para o Planejamento do Manejo e Estimativa da Produtividade em Arroz Irrigado. ¹¹

7 UzumWebMorango. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/morango/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

8 UzumWebUva. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

9 AgroTagVEG. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5343/agrotagveg---aplicativo-movel-agrotag-veg>. Acesso em: 20 abr. 2021.

10 Bioinsumos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7227/aplicativo-bioinsumos>. Acesso em: 20 abr. 2021.

11 PlanejArroz. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124971/planej arroz-aplicativo-para-o-planejamento-do-manejo-e-estimativa-da-produtividade-em-arroz-irrigado>. Acesso em: 20 abr. 2021.

PSR – Programa de Seguro Rural	O aplicativo tem como objetivo de apresentar o programa de seguro rural, suas características, as subvenções vigentes e os contatos (telefone, e-mail e site) de seguradoras que operam na área agrícola aos usuários do serviço, em sua maioria produtores rurais. ¹²
--------------------------------	---

Fonte: Autores.

4. Vantagens esperadas com a adoção das tecnologias

A tecnologia promove a praticidade, facilita a execução de tarefas da rotina diária do campo, flexibiliza o planejamento, melhora a mensuração e a utilização de dados, que geram informações para otimizar a produção (PAZETO, 2021; SAIZ-RUBIO; ROVIRA-MÁS, 2020). Frente a luz da transformação digital os modelos de negócio estão sendo revisados (COSTA et al., 2020). É preciso pensar na experiência do cliente (*customer experience*) e fazê-lo se identificar com o produto ofertado. Conhecer o perfil dos consumidores é primordial (COSTA et al., 2020). Para isso, os produtores rurais precisam assumir suas atividades agrícolas como um negócio e pensar estrategicamente formas para aproximar e fidelizar seus clientes/consumidores. A própria tecnologia pode e deve ser usada para conhecer os clientes e proporcionar a eles uma experiência capaz de fidelizá-los.

A tecnologia veio para favorecer a atividade rural e aproximar clientes de fornecedores. Essa interação entre pessoas é um dos pilares da agricultura digital, uma vez que, as máquinas mais modernas e os sistemas digitalizados transformam o trabalho do campo em uma atividade mais fácil, do ponto de vista da força física, o que impacta na qualidade de vida dos envolvidos e impulsiona um modelo de negócio que se importa com as pessoas.

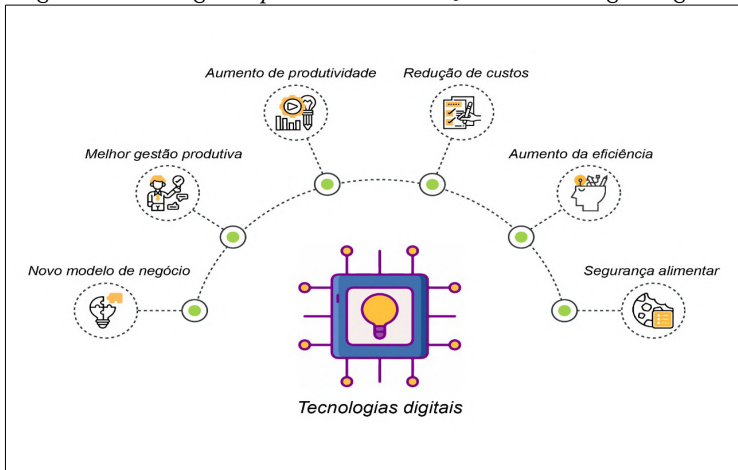
12 PSR – Programa de Seguro Rural. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7323/psr--programa-de-seguro-rural>. Acesso em: 20 abr. 2021.

Na agricultura ocorre perdas por diversos fatores, sejam eles, climáticos, edáficos, falta de genótipos adaptados, por inadequação de equipamento, por falta de conhecimento, entre outros. Mas à medida que as propriedades vão adotando o uso das tecnologias inovadoras, elas ajudam a evitar essas perdas e a produção vai sendo otimizada ao máximo. Essas tecnologias aliadas ao conhecimento agrônômico e zootécnico proporciona aumento de produtividade, por conduzir a uma tomada de decisão mais assertiva.

O uso das tecnologias digitais permite ao produtor ter acesso a informações que muitas vezes ficavam “invisíveis aos olhos”. De posse de tais informações ele pode fazer melhor gestão das atividades, produzir índices de performance de equipamentos, processos e pessoas. E assim, fazer as alterações necessárias para reduzir os custos e aumentar a eficiência produtiva (Figura 3).

Figura 3 – Vantagens esperadas com a adoção das tecnologias digitais



Fonte: Autores.

À medida que as tecnologias digitais vão se disseminando no campo e o conhecimento técnico sendo aprimorado, maior

será a produção de alimentos, tanto em quantidade como em qualidade (SAUSEN et al., 2020a; DALL’AGNOL, 2018). Com uma maior oferta, a tendência é que os preços dos alimentos se tornem mais acessíveis a toda população, resultando em maior segurança alimentar.

A agricultura está em constante evolução e a era digital veio para ficar. Se render a essa “novidade” é inevitável para manter-se competitivo. Os profissionais das ciências agrárias precisam estar atualizados para acompanhar as tendências do mercado que está cada vez mais exigente.

5. Considerações finais

Em um mundo globalizado, manter-se competitivo exige que os produtores se reinventem e aprimorem constantemente o modo de produção. Os consumidores exigem uma agricultura mais sustentável, o que torna a adoção das tecnologias digitais ferramentas que vão ao encontro dos interesses de produtores e do mercado.

O uso de cultivares mais eficientes e produtivas, da telemetria, de drones, de biodefensivos e de plataformas digitais são estratégias que podem ser facilmente inseridas para melhorar a produção e a qualidade de vida de quem trabalha no setor e por isso, aos poucos, vão se consolidando no campo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARTUPS (ABSTARTUPS). **Startups pelo Brasil: o ecossistema brasileiro em números**. 2020. Disponível em: <https://startupbase.com.br/home>. Acesso em: 3 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Drones**. Brasília, DF, 2020. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>.

Acesso em: 2 maio 2021.

AGTECH GARAGEM. **2ª Censo AgTech Startups Brasil**.

Infográfico. c2021. Disponível em:

<http://www.agtechgarage.com/censo>. Acesso em: 3 maio 2021.

ANDRADE, J. N., COSTA NETO, E. M.; BRANDÃO, H.

Using ichthyotoxic plants as bioinsecticide: a literature review.

Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Campinas, v. 17, n. 4, p. 649-656, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n4/1516-0572-rbpm-17-4-0649.pdf>. Acesso em: 3 maio 2021.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, G. M.; LACERDA, L. B.; BATISTA, J. L.; LOPES, G. M. Perspectivas atuais da utilização de

bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).

Revista Brasileira de Meio Ambiente, São Paulo, v. 7, n. 3. p. 20-27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3575253>.

Acesso em: 1 maio 2021.

BLECHER, B.; SILVA, E. E. A telemetria acelera a produção

agrícola. **Globo Rural**, Rio de Janeiro, 5 jun. 2017. Disponível em:

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2017/06/telemetria-acelera-producao-agricola.html>. Acesso em: 11 maio 2021.

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Mercado e percepção do produtor brasileiro. **Agroanalysis 2018**. 2018. Disponível em:

<https://www.abcbio.org.br/informativos/publicacoes>. Acesso em: 11 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA). **Registros concedidos – 2005 – 2020**. Brasília, DF, 2021.

Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 09 maio 2021.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2016: impacts on pesticide use and carbon emissions. **GM Crops & Food**, Philadelphia, v. 9, p. 109-139, 2018. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29883251>. Acesso em: 11 maio 2021.

COSTA, J. W. N.; OLIVEIRA, R. J.; LEPRE, T. R. F. Perfil do consumidor 4.0 e novos modelos de negócio. **South American Development Society Journal**, São Paulo, v. 5, n. 15, p. 499-516, 2020. Disponível em:

<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/286/257>. Acesso em: 11 maio 2021.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (CTNBIO). **Plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**. Brasília, DF, 2017. Disponível em:

<http://ctnbio.mctic.gov.br/liberacao-comercial>. Acesso em: 01 maio 2021.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (CTNBIO). **Entenda o caminho que um OGM percorre dentro da CTNBio**. Brasília, DF, 2021. Disponível em:

<http://ctnbio.mctic.gov.br/processo-de-ogm>. Acesso em: 01 maio 2021.

DALL'AGNOL, A. Entenda a importância da pesquisa agrícola para a sociedade brasileira. **Canal Rural**, [S. l.], 7 ago. 2018.

Disponível em:

<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2018/08/07/pesquisa-agricola-e-a-sociedade-brasileira/>. Acesso em: 11 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Produtos**. Brasília, DF, 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/produtos>. Acesso em: 10 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Balço social 2019**. 23. ed. Brasília, DF, 2020. 60 p. Disponível em:

<https://bs.sede.embrapa.br/2019/arquivo.html>. Acesso em: 10 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2018. 212 p. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 10 maio 2021.

GIRALDELI, A. Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais. **Aeagro**, Porto Alegre, 5 abr. 2019. Disponível em:

<https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura>. Acesso em: 10 maio 2021.

GONÇALVES, K. M.; SILVA, M. T.; LEMOS, O. L. Uso de RPA na estimativa de falhas e presença de formigueiros em um povoamento florestal de eucalipto. **Anuário do Instituto de**

Geociências, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 274-280, 2019.

Disponível em: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_274_280.

Acesso em: 11 maio 2021.

MAMBRIN, R. B.; MOURA, D. S.; HELGUEIRA, D. B.

Definições e histórico do setor da horticultura. *In*: SAUSEN, D.;

MAMBRIN, R.B.; CASSANEGO, D. B.; CARVALHO, I. R.

(ed.). **Cadeia produtiva da horticultura**: situação atual. Curitiba:

CRV, 2019. P. 25-30.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 – rumo à

agricultura digital. *In*: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.;

SILVA, W. T. L.; VALE, J. M. F.; PURINI, S. R. M. *et al.* (org.). **JC**

na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o

conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. Botucatu: Instituto de

Biociências, 2017. 500 p. ISBN: 978-85-99697-85-6. Disponível em:

<http://www3.ibb.unesp.br/wp-content/uploads/2017/11/SNCT-2016-E-book-JC-na-Escola-Mobilizar-o-Conhecimento-para-Alimentar-o-Brasil-Edição-fnal.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

PANDOLFO, M. Uso de Biodefensivos no Brasil. **AgroLink**, [S.

l.], 2018. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/uso-de-biodefensivos-no-brasil_412526.html. Acesso em: 11 maio 2021.

PAZETO, M. Lavoura high tech: a importância da tecnologia no

agronegócio. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2021. Disponível em:

<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/lavoura-high-tech-a-importancia-da-tecnologia-no-agronegocio>. Acesso em: 11 maio 2021.

PETEAN, M. A importância dos biodefensivos para o manejo

integrado. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2021. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/a-importancia-dos-biodefensivos-para-o-manejo-integrado>. Acesso em: 11 maio 2021.

PIXLEY, K. V.; FALCK-ZEPEDA, J. B.; GILLER, K. E.; GLENNA, L. L.; GOULD, F. *et al.* genome editing, gene drives, and synthetic biology: Will they contribute to disease-resistant crops, and who will benefit? **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 57, p. 165-188, 2019. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-phyto-080417-045954>. Acesso em: 11 maio 2021.

ROMANHUK, S. A Agricultura 4.0 no Brasil. **Digital Agro News**. 2020. Disponível em: <https://digitalagro.com.br/2020/05/08/a-agricultura-4-0-no-brasil>. Acesso em: 11 maio 2021.

SAIZ-RUBIO, V.; ROVIRA-MÁS, F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 207, p. 1-21, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/2/207>. Acesso em: 10 maio 2021.

SAUSEN, D., MARQUES, L. P.; COSTA, G.A.; MELO, M.C., AZEVEDO, L.B. Agrotecnologias disruptivas. **RECoDAF: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 6, n. 2, p. 41-68, jul./dez. 2020a. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/126>. Acesso em: 11 maio 2021.

SAUSEN, D.; MARQUES, L. P.; BEZERRA, L. O.; SILVA, E. S.; CANDIDO, D. Biotecnologia aplicada ao manejo de plantas

daninhas. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 5, p. 23150-23169, 2020b. DOI: 10.34117/bjdv6n5-027. Disponível em:

<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9511>. Acesso em: 11 maio 2021.

SILVA, G. B. P.; LOVATTO, M.; FERRARI, L. E. Utilização de novas tecnologias para monitoramento de doenças na horticultura. *In*: SAUSEN, D.; MAMBRIN, R. B.; CASSANEGO, D. B.; CARVALHO, I. R. (ed.). **Cadeia produtiva da horticultura: situação atual**. Curitiba: CRV, 2019, 168 p. ISBN: 9788544434123.

SOUZA, H. N.; RIBEIRO, M. F.; SILVA, R. Z. Compatibilidade entre defensivos naturais e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (bals.). Vuill. **Magistra**, Cruz da Almas, v. 30, p. 60–66, 2019. Disponível em:

<https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/540>. Acesso em: 11 maio 2021.

VARGAS, B. D.; BASSO, A.; RODRIGUES, T. V.; SILVA, L. B.; GATZKE, M. *et al.* Biotecnologia e alimentos geneticamente modificados: uma revisão. **Revista Contexto & Saúde**, Ijuí, v. 18, n. 35, p. 19-26., 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.21527/2176-7114.2018.35.19-26>. Acesso em: 2 maio 2021.

ZAMBON, I.; CECCHINI, M.; EGIDI, G.; SAPORITO, M. G.; COLANTONI, A. Revolution 4.0: industry vs. agriculture in a future development for SMEs. **Processes**, Basel, v. 7, n. 36, p. 1-16. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/7/1/36>. Acesso em: 11 maio 2021.



Iniciativa para a integração de TI na gestão operacional de unidades produtivas agrícolas

Helga Bermeo-Andrade^a, Dora González-Bañales^b, Nelson Tovar-Perilla^c e Omar Arenas-Quimbayo^d

Resumo: Este artigo apresenta a proposta de desenvolvimento e transferência de um Sistema de Informação para Gestão de Fazendas (SIGF), em sua versão web, para um grupo piloto de produtores do setor de frutas e hortaliças na Colômbia. O processo de integração do SIGF é documentado identificando quatro de seus componentes: os atores, as motivações, as modalidades e as etapas que o facilitaram. Os resultados obtidos mostram duas conquistas em particular. A primeira relacionada às transformações geradas na gestão operacional das unidades de produção agrícola no que diz respeito ao planejamento, programação, execução e controle das tarefas. A segunda

a Professora na Universidade de Ibagué/Colômbia.
helga.bermeo@unibague.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-6346-1128>.

b Professora no Instituto Tecnológico de Durango/México.
doraglez@itdurango.edu.mx. <https://orcid.org/0000-0003-4696-7519>.

c Professor na Universidade de Ibagué/Colômbia.
nelson.tovar@unibague.edu.co.

d Pesquisador no SENA/Colômbia – Serviço Nacional de Aprendizagem.
oarenasq@sena.edu.co.

corresponde à usabilidade e funcionalidade alcançadas no SIGF, produto do envolvimento atempado de utilizadores com experiência na atividade agrícola e conhecimentos básicos em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desde a fase de validação do projeto realizado.

Palavras-chave: Sistemas de informação. Integração de tecnologia da informação. Processos de transferência de tecnologia. Gestão operacional.

Proposal for IT integration in operational management of agricultural productive units

Helga Bermeo-Andrade^a, Dora González-Bañales^b, Nelson Tovar-Perilla^c & Omar Arenas-Quimbayo^d

Abstract: This article presents the proposal designed for the development and transfer of a Farm Management Information System (FMIS) in its web version, to a pilot group of producers of the fruit and vegetable sector in Colombia. The FMIS integration process is documented based on the identification of four components: actors, motivations, modalities and stages that facilitated it. The results obtained show two particular achievements. The first related to the transformations generated in the operational management of agricultural productive units in what corresponds to the planning, programming, execution and control of tasks. The second corresponds to the usability and functionality achieved in the FMIS, product of the early involvement of users with experience in agricultural activity and basic knowledge in Information and Communication Technologies (ICT) since the validation stage of the design made.

a Professor at the University of Ibagué/Colombia. helga.bermeo@unibague.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-6346-1128>.

b Professor at the Technological Institute of Durango/Mexico. doraglez@itdurango.edu.mx. <https://orcid.org/0000-0003-4696-7519>.

c Professor at the University of Ibagué/Colombia. nelson.tovar@unibague.edu.co.

d Researcher at SENA/Colombia - National Learning Service. oarenasq@sena.edu.co.

Keywords: Information systems. Information technology integration. Technology transfer process. Operational management.

Iniciativa para la integración de TI en la gestión operativa de unidades productivas agrícolas

Helga Bermeo-Andrade^a, Dora González-Bañales^b, Nelson Tovar-Perilla^c y Omar Arenas-Quimbayo^d

Resumen: Este artículo presenta la propuesta diseñada para el desarrollo y la transferencia de un Sistema de Información de Gestión de Fincas (SIGF) en su versión web, a un colectivo piloto de productores del sector hortofrutícola en Colombia. El proceso de integración de SIGF se documenta a partir de la identificación de cuatro de sus componentes: los actores, las motivaciones, las modalidades y las etapas que lo facilitaron. Los resultados obtenidos evidencian dos logros en particular. El primero relacionado con las transformaciones generadas en la gestión operativa de unidades productivas agrícolas en lo que corresponde a la planificación, programación, ejecución y control de tareas. El segundo corresponde a la usabilidad y funcionalidad lograda en el SIGF, producto del oportuno involucramiento de los usuarios con experiencia en la actividad agrícola y conocimientos básicos en Tecnologías de Información

a Profesor de la Universidad de Ibagué/Colombia. helga.bermeo@unibague.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-6346-1128>.

b Profesor del Instituto Tecnológico de Durango/México. doraglez@itdurango.edu.mx. <https://orcid.org/0000-0003-4696-7519>.

c Profesor de la Universidad de Ibagué/Colombia. nelson.tovar@unibague.edu.co.

d Investigador del SENA/Colombia – Servicio Nacional de Aprendizaje. oarenasq@sena.edu.co.

y Comunicación (TIC) desde la etapa misma de validación del diseño realizado.

Palabras clave: Sistemas de información. Integración de tecnologías de información. Procesos de transferencia de tecnología. Gestión operativa.

1. Introdução

En la actual sociedad de la información y el conocimiento, la integración de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) hace parte de la estrategia para apoyar la gestión eficiente y moderna de unidades de producción agrícola, así como para la generación de sistemas sostenibles de alimentación (BILALI; ALLAHYARI, 2018). Dentro de dicha integración, se encuentran los denominados Sistemas de Información para la Gestión de Fincas (SIGF), los cuales han surgido como apoyo para la gestión de cultivos y para el manejo administrativo-financiero de las fincas (TUMMERS; KASSAHUN; TEKINERDOGAN, 2019a).

Hoy por hoy, la incorporación de las TIC en la gestión de fincas orientadas a la exportación y regladas en los aspectos de calidad y sanidad por normas nacionales e internacionales, se ha convertido en una cuestión particularmente relevante y necesaria para los productores en países con gran tradición agrícola, para ganar productividad y ser competitivos internacionalmente (PRADHAN; MALLIK; BAGCHI, 2018). En la actualidad, un administrador agrícola se enfrenta al hecho de que no basta su experiencia como agricultor para lograr la sostenibilidad y el éxito comercial, ahora necesita desarrollar capacidades para estar al tanto de los últimos avances en investigación y tecnología agrícola, y tener habilidades para la toma de decisiones soportado en el uso de las TIC (FOUNTAS et al., 2015; KALOXYLOS et al., 2012; MORRIS; HENLEY; DOWELL, 2017).

Abordando el contexto del sector agrícola colombiano, este artículo tiene como propósito describir la experiencia de desarrollo y transferencia de un Sistema de Información de Gestión de Fincas (SIGF), denominado 'Itague'¹³, el cual fue creado y transferido para apoyar la gestión operativa de unidades productivas agrícolas productoras de fruta en la región central del

13 Itague. Disponible em: <http://itague.co>. Acesso em: 20 abr. 2021.

Tolima (Colombia). Particularmente fue transferido para facilitar las labores de planificación, programación, ejecución y control de tareas en finca.

2. Problemática

Colombia es un país de gran tradición agrícola, cuyo sector productivo hace aportes importantes a la economía nacional, estimado para el año 2018 en un 14% del PIB Nacional (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 2018). Históricamente, Colombia se ha destacado en los mercados internacionales por su rica oferta en productos de origen agrícola como café, banano, flores y frutas. En lo que corresponde a frutas, las agrocadenas frutícolas son consideradas como una de las apuestas productivas con mayor potencial exportador para el país (REVISTA DINERO, 2016). Sin embargo, el sector hortofrutícola tiene grandes retos por superar dada la deficiente infraestructura tecnológica presente en las unidades productivas y en las zonas rurales, y la poca integración logística efectiva entre los actores que conforman estas agrocadenas de suministro; dos aspectos que, en su conjunto, debilitan la posición de los productores y menoscaban la productividad del sector (OCDE, 2015).

Colombia cuenta con una amplia diversidad de regiones dedicadas al cultivo de frutas. Entre las regiones productoras, el departamento del Tolima (considerado una de las despensas agrícolas del centro del país), se destaca por sus altos volúmenes de producción de frutales como aguacate, mango, pasifloras, cacao y cítricos. Al año 2017 aportó cerca del 5% de la producción nacional, y entre estas, la más destacada fue la producción de aguacate con la que alcanzó una participación del 18% frente a todo el volumen generado a nivel nacional (ASOHOFRUCOL, 2020).

No obstante, el nivel de comercialización a nivel

internacional del aguacate del Tolima es bajo (aportó menos del 1% del total nacional de 37.000 ton en exportación al 2017) (PROCOLOMBIA, 2018). Los bajos niveles de producción/hectárea en las zonas de cultivo, la baja tecnificación de la labor productiva, las limitadas capacidades para la gestión eficiente de finca en los productores, y la ausencia de sistemas de trazabilidad que generen confianza y confiabilidad en los productos para incursionar en mercados diferenciados y de alto valor, son causa de baja productividad y competitividad en este renglón del sector hortofrutícola tolimense.

3. Referentes teóricos

Durante los últimos años, han surgido sofisticados sistemas de administración de fincas para reemplazar los complejos y monolíticos sistemas agrícolas y herramientas de software obsoletos. La última tendencia es permitir que estos sistemas de gestión operen a través de Internet (FOUNTAS et al., 2015b). Uno de dichos sistemas es el denominado Sistema de Información para la Gestión de Fincas (SIGF), que es un conjunto de sistemas planificados para recolectar, procesar, almacenar y diseminar datos en la forma necesaria para llevar a cabo las operaciones y funciones de una finca.

Estos sistemas han evolucionado de simples registros de fincas hasta sistemas sofisticados y complejos para respaldar la gestión de la producción, cuyo propósito es satisfacer las crecientes demandas para reducir los costos de producción, cumplir con los estándares agrícolas y mantener una alta calidad y seguridad del producto (FOUNTAS et al., 2015).

Uno de los temas de interés para los académicos ha sido la identificación de cuáles son los factores que se asocian con la intención de incorporar tecnología de información en procesos productivos agrícolas. En este sentido, estudios como el de Morris, Henley y Dowell (2017b) que trató sobre ‘Diversificación

de fincas, emprendimiento y adopción de tecnología: análisis de los agricultores de las tierras altas de Gales’, sugieren que el proceso de adopción está asociado, en buena medida, al grado de utilidad que los productores ven en las TIC para apoyar su modelo de negocio, en tanto les permite, por ejemplo: elevar su escala de producción, mejorar la gestión de costos, apoyar la diversificación del negocio y, en general, hacer más eficientes sus procesos productivos en las fincas.

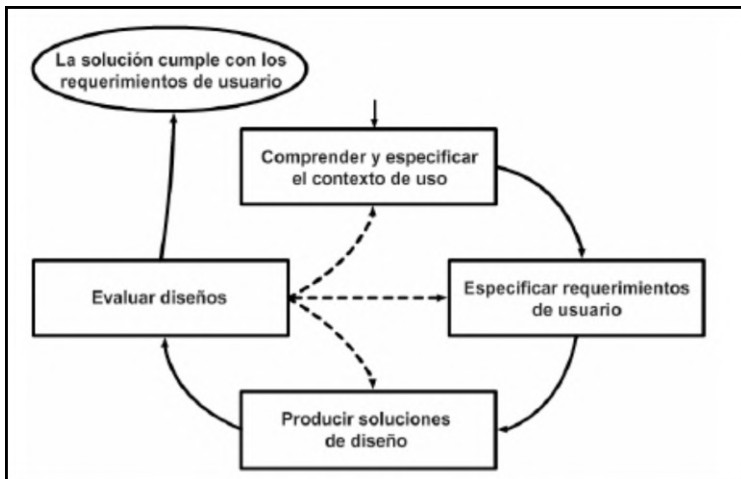
El uso e incorporación de las TIC se relaciona con varios aspectos asociados tanto al perfil del productor como a la unidad productiva. A continuación, se referencian algunos de ellos:

- La capacidad de innovación de los principales encargados de la toma de decisiones está relacionada con SIGF más sofisticados, y su relación más significativa está con la experiencia (edad) en el uso de sistemas de información (SONDEREGGER; SCHMUTZ; SAUER, 2016).
- El uso de la asistencia técnica puede llegar a ejercer un efecto positivo en la adopción e intensidad en el uso un SIGF. Las visitas de los especialistas a los agricultores aumentan la probabilidad del uso correcto de las tecnologías ya presentes, lo que aumenta la confianza de los agricultores en la adopción de nuevas tecnologías (CARRER; DE SOUZA FILHO; BATALHA, 2017).
- La arquitectura de diseño y operación del SIGF es determinante para su adopción. Estudios como el de Tummers, Kassahun y Tekinerdogan (2019b), evidencia que algunas de las recurrentes deficiencias vinculadas al diseño son: difícil de entender, pobre interfaz de usuario, diferentes interfaces, saturación de información y demasiada especialización.

4. Metodología

Las metodologías utilizadas para las fases de desarrollo y la transferencia del SIGF objeto de estudio, denominado Itagüe®, se distinguen según su propósito. En su fase de desarrollo, el SIGF diseñado se alineó a las metodologías propias del diseño centrado en el usuario, como la propuesta en el año 2010 en la norma ISO 9244-210 (ISO, 2010)(ver Figura 1), para asegurar que éste satisficiera los requisitos de una eficiente gestión operativa en fincas.

Figura 1 – Proceso iterativo del Diseño Centrado en el Usuario según la norma ISO



Fuente: Sánchez et al. (2012).

Por otro lado, la fase de transferencia del SIGF se apoyó en la metodología propuesta por González (2011) descrita en sus cuatro componentes en la Figura 2, para a su vez asegurar que la herramienta fuera apropiada convenientemente por cada uno de los potenciales actores usuarios de la misma (dueños/administradores de fincas, operarios de fincas, asesores

técnicos de fincas), para adelantar las tareas para las cuales fue diseñado.

Figura 2 – Elementos que conforman el proceso de transferencia de tecnología



Fuente: González (2011).

De acuerdo con el objetivo del estudio, en lo relacionado a la transferencia del SIGF, sería interesante que los autores dieran indicios de los beneficiarios de tal implementación. Hay información genérica de que fue en el departamento del Tolima, y es indicado en los resultados el grupo de productores de aguacate, sin embargo, documentaría aún mejor el estudio un breve comentario sobre tal grupo escogido aquí en metodología.

5. Resultados

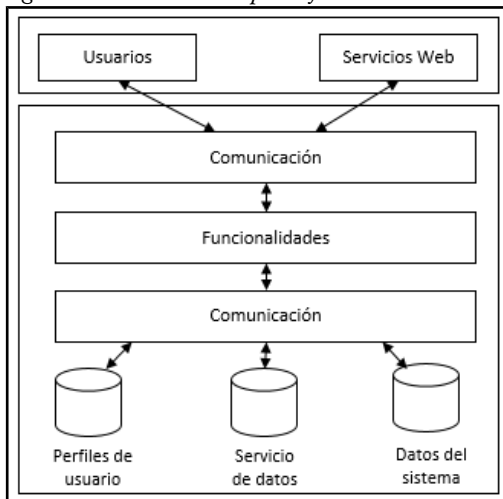
A partir de lo indicado en la Figura 1, los resultados se presentan en lo correspondiente a la fase de desarrollo, seguido de lo propio adelantado durante la fase de transferencia.

5.1 Fase de Desarrollo

El desarrollo del SIGF Itagüe® implicó la ejecución de cuatro etapas centrales con sus respectivas actividades asociadas, como se detalla a continuación:

- Análisis de contexto de uso. En esta etapa se inició con la tarea de revisión de los propósitos y alcances del proyecto, para luego dar lugar a la creación del arquetipo (perfil) de los potenciales usuarios. Paralelamente se adelantaron las entrevistas con potenciales usuarios para aclarar las necesidades de uso, y se referenció en la literatura científica o empírica, otras soluciones SIGF similares disponibles en el mercado;
- Especificación de requisitos. En esta etapa se inició con la definición de la arquitectura de la información (ver Figura 3) y se continuó con el diseño de los mapas iniciales de navegación. Para tal fin, fue importante la determinación de roles en finca y la especificación de tareas;
- Producción de la solución (diseño del prototipo). Se partió de la creación de un prototipo de baja fidelidad (a partir de las funciones centrales), el cual fue mejorado y afinado a través de grupos focales, conformados por diseñadores y usuarios del SIGF (ver Figura 4); e
- Evaluación de la solución (test de usuario). Esta se encuentra en desarrollo y se prevé con la evaluación por parte de un grupo piloto de 60 productores de aguacate con destino a exportación del Tolima, mediante pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario (UX: *User eXperience*), con la orientación inicial del equipo diseñador.

Figura 3 – Modelo conceptual-funcional del SIGF



Fuente: Itague. Disponible: www.itague.co. Acceso en: 20 abr. 2021.

Figura 4 – Interface principal de Itagüe®



Fuente: Itague. Disponible: www.itague.co. Acceso en: 20 abr. 2021.

5.2 Fase de Transferencia

A partir del modelo propuesto por González (2011), a continuación, se presentan los resultados del proceso de transferencia del SIGF Itagüe®, definidos por el rol de los actores, las modalidades de acción, las motivaciones para el

diseño y las etapas ejecutadas para su transferencia.

- Actores - Los actores involucrados en el proceso fueron:
 - Proveedor de la tecnología (suministrador o generador): Empresa pequeña, local y de base tecnológica, dedicada al desarrollo de software a la medida.
 - Receptor de la tecnología (usuario o cliente): Propietarios de unidades productivas agrícolas vinculados a una Asociación de Productores de Aguacate en el sector hortofrutícola del Tolima, en Colombia.
 - Intermediario del proceso (acelerador, facilitador, dinamizador, asesor, difusor...): Grupo de investigación Universitario orientado a la gestión de la innovación y la competitividad empresarial.
- Modalidades - Las modalidades presentes en el proceso de creación del SIGF Itagüe® se resumen como sigue:
 - Mecanismo de transferencia: El tipo de acuerdo entre el Proveedor y los Receptores (usuarios) inicialmente obedeció a cooperación técnica, sin costos de participación durante la fase piloto, con la posibilidad de que luego de un año de servicio, pudiese adquirirse como un servicio de base tecnológica incluido dentro del portafolio de productos y servicios del Proveedor.
 - Vía de transferencia: El proceso de trabajo que dominó fue directo, es decir la comunicación directa entre el Proveedor y los Receptores (usuarios), a través de sesiones individuales y grupales programadas, además de visitas en campo.
 - Formalidad de la transferencia. El acuerdo entre Proveedor y Receptores (usuarios), fue formal a través de un acuerdo escrito que gobernó los

términos de la transferencia, en cuanto a entregables, contrapartidas, tiempos de respuesta y beneficios esperados.

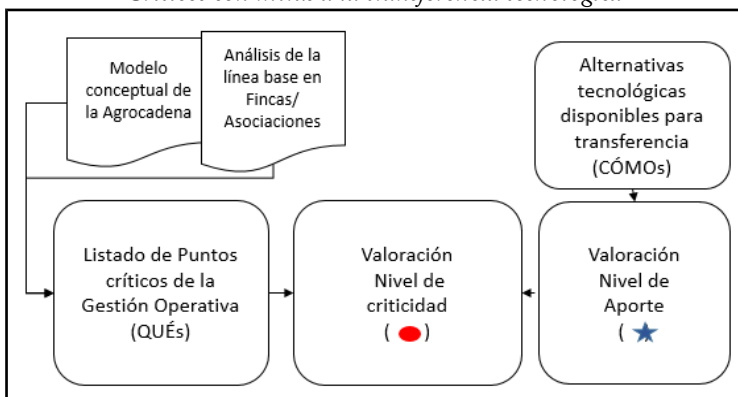
- Enfoque de la transferencia: El enfoque dominante de transferencia fue de acceso a la tecnología por parte de los Receptores (usuarios) de esta.
- Ámbito y alcance de la transferencia: El ámbito geográfico considerado en la fase piloto de Itagüe® fue regional, con alcance para productores de frutas de la región Tolima, proyectado para uso en otros sectores productivos a escala nacional e internacional.
- Contraprestación asociada a la transferencia. El acuerdo implicó una contraprestación económica y en especie. La primera obedece a la adquisición de los equipos informáticos y provisión de conectividad en finca. La segunda, a la disposición de consulta con personal experto en producción agrícola.
- En este ítem puede ser interesante indicar cuales fueron los actores que pagaron esa contraprestación económica y si se tiene información, las fuentes de financiación de tal pago.
- Motivaciones - Las motivaciones, causas o factores que originaron, impulsaron y/o condicionan el desarrollo y la transferencia de Itagüe® fueron:
 - Las ventajas tecnológicas presentes en la zona, producto de la ampliación de la conectividad de las zonas rurales en el país, habilitando con ello, la posibilidad de integrar las TIC en esta actividad productiva;
 - La actitud positiva y de superación de los Receptores (usuarios), para incursionar con éxito en el mercado internacional de frutas mediante certificaciones

- como la Global Gap, la cual obedece a una norma internacional de origen europeo que certifica la implementación de las buenas prácticas agrícolas (GLOBAL GAP, 2020) y que requiere una rigurosa trazabilidad y registro de las tareas de finca;
- La presencia de una convocatoria pública en Colombia, para financiar iniciativas que integraran la alianza entre empresas del sector TIC y las asociaciones consolidadas del sector Agrícola;
 - Las presiones para alcanzar la rentabilidad que enfrentaban los productores de fruta de la Región Tolima, para alcanzar la productividad y competitividad necesaria para unirse a agrocadenas de suministro de talla mundial; e
 - La experiencia del Proveedor, en desarrollar soluciones tecnológicas basadas en la web, para el colectivo de productores hortofrutícolas de la región Tolima.
- Etapas - La transferencia de Itagüe® como SIGF, implicó las siguientes etapas de trabajo:
 - Identificación de la necesidad: Se estableció a partir del análisis de puntos críticos (ver Figura 5), donde una necesidad existente era la de contar con un SIGF, operando bajo tecnologías web, que estuviese adaptado para apoyar la gestión operativa de unidades productivas agrícolas, en las labores de planificación, programación, ejecución y control de tareas.
 - Identificación de los actores: Se identificaron como actores centrales los siguientes: a) el proveedor tecnológico: una empresa local perteneciente al Cluster TIC de la región Tolima, b) el receptor de la tecnología: una asociación productora de fruta en la

región Tolima, c) el intermediario: un grupo de investigación vinculado a una Universidad privada que se localiza en la región Tolima.

- Negociación del acuerdo entre las partes. Los acuerdos entre las partes estuvieron determinados por los tiempos de ejecución, contrapartidas al presupuesto, compromisos de los beneficiarios receptores, compromisos de la empresa proveedora del sistema, entregables del proceso y estrategias de comunicación.
- Transferencia del sistema a los receptores. La transferencia de Itagüe® se realizó a un grupo de Receptores, una vez estuvo desarrollado en su versión de producto mínimo viable. Los resultados de la transferencia se vieron reflejados en el afinamiento del Sistema en lo relativo a generar condiciones de diseño para proveer mayor a utilidad de la herramienta y mayor facilidad de aprendizaje, y uso para el usuario final.

Figura 5 – Metodología Implementada para el Análisis de Puntos Críticos con miras a la transferencia tecnológica



Fuente: Los autores.

6. Conclusiones

La modernización de cualquier sistema de producción agrícola demanda la integración de las TIC a nivel operativo y gerencial para lograr niveles de productividad y rentabilidad que sean competitivos en el sector. El caso analizado de Itagüe® en la región Tolima-Colombia, ofrece una evidencia de que los sistemas de información apoyados en ambientes web constituyen una herramienta viable para modernizar e innovar en la gestión operativa de unidades productivas agrícolas.

Si bien el proceso de transferencia de Itagüe® continúa en ejecución, los primeros talleres con usuarios permiten identificar aportaciones desde los puntos de vista metodológico y práctico.

En primer lugar, las metodologías utilizadas para diseñar y desarrollar Itagüe®, confirman la pertinencia de utilizar herramientas de diseño centrado en el usuario, para asegurar la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que el producto facilitará el alcance de los objetivos específicos deseados por parte de sus usuarios finales.

En segundo lugar, en lo que corresponde al punto de vista práctico, los resultados obtenidos inicialmente con Itagüe® evidencian la conveniencia de involucrar a los potenciales adoptantes (en este caso productores agrícolas), desde las etapas iniciales del proceso de desarrollo hasta la etapa de configuración final y su respectiva transferencia.

Agradecimientos

Las autoras agradecen el apoyo económico recibido por el Proyecto Ocho Cadenas Productivas liderado por la Universidad del Tolima, Contrato 2017 de 2017 y financiado con recursos del Sistema General de Regalías a cargo de la Gobernación del Tolima en Colombia (periodo de gobierno 2015-2019). Igualmente extiende esta manifestación de agradecimiento a los demás integrantes del equipo investigador, así como a la

Federación Paltolima y al aliado tecnológico TICMAKERS® S.A.S.

Referências

ASOHOFRUCOL, **Asociación Hortifrutícola de Colombia**.

Bogotá, 2020.

BILALI, H.; ALLAHYARI, M. S. Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. **Information Processing in Agriculture**, Beijing, v. 5, n. 4, p. 456–464, 2018. DOI: 10.1016/j.inpa.2018.06.006. Acesso em: 28 abr. 2021.

CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. Factors influencing the adoption of Farm Management Information Systems (FMIS) by Brazilian citrus farmers. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 138, p. 11–19, 2017. DOI: 10.1016/j.compag.2017.04.004. Acesso em: 28 abr. 2021.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). **SIPSA: Sistema de información de precios**. Bogotá, 2018.

ECONOMÍA colombiana creció 2,5% en el primer trimestre de 2016. **Revista Dinero**, [S. l.], 2016.

FOUNTAS, S. *et al.* Farm management information systems: Current situation and future perspectives. **Computer and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 115, p. 40–50, 2015a.

FOUNTAS, S. *et al.* Farm management information systems: current situation and future perspectives. **Computers and**

Electronics in Agriculture, Amsterdam, v. 115, p. 40–50, 2015b.

DOI: 10.1016/j.compag.2015.05.011. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169915001337>
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169915001337>. Acesso em: 28 abr. 2021.

GLOBALG, A. P. **Certificación Global Gap**. 2020. Disponível

em: <https://www.globalgap.org/es/what-we-do/globalg.a.p.-certification/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

GONZALEZ, J. **Manual transferencia de tecnología y**

conocimiento. The transfer institute: [S. l.], 2011. Disponível em:

<http://www.negociotecnologico.com>. Acesso em: 28 abr. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR

STANDARDIZATION. **ISO 9241-210**: Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems Suíza International Organization for Standardization. Geneva, ISO, 2010.

KALOXYLOS, A. *et al.* Farm management systems and the Future Internet era. **Computers and Electronics in Agriculture**,

Amsterdam, v. 89, p. 130–144, 2012. DOI:

10.1016/j.compag.2012.09.002. Acesso em: 28 abr. 2021.

MORRIS, W.; HENLEY, A.; DOWELL, D. Farm diversification, entrepreneurship and technology adoption: Analysis of upland

farmers in Wales. **Journal of Rural Studies**, Oxford, v. 53, p. 132–143, 2017a. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2017.05.014. Acesso em: 28 abr. 2021.

MORRIS, W.; HENLEY, A.; DOWELL, D. Farm diversification, entrepreneurship and technology adoption: Analysis of upland

farmers in Wales. **Journal of Rural Studies**, Oxford, v. 53, p. 132–143, 2017b. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2017.05.014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.05.014>. Acesso em: 28 abr. 2021.

OCDE. **OECD Review of Agricultural Policies: Colombia 2015**. Colômbia, 2015.

PRADHAN, R. P.; MALLIK, G.; BAGCHI, T. P. Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. **IIMB Management Review**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 91–103, 2018. DOI: 10.1016/j.iimb.2018.01.001. Acesso em: 28 abr. 2021.

PROCOLOMBIA. PANORAMA DE LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE HASS EN COLOMBIA. **Agronet**, Bogotá, 2018. Disponível em: www.procolombia.gov.co. Acesso em: 12 jun. 2020.

SÁNCHEZ, D., IBARRA, J., FLORES, B., LÓPEZ, G. Adopción del Estándar ISO 9241-210:2010 en la Construcción de Sistemas Interactivos Basados en Computadora. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA DE SOFTWARE (CONISOFT), 2012, Guadalajara, Jalisco, México. **Anais [...]**. [S. l.]: Negro, 2012. Disponível em: <http://negro.iing.mx1.uabc.mx/~bflores/?p=567>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SONDEREGGER, A.; SCHMUTZ, S.; SAUER, J. The influence of age in usability testing. **Applied Ergonomics**, [S. l.], v. 52, p. 291–300, 2016. DOI: 10.1016/j.apergo.2015.06.012. Acesso em: 28 abr. 2021.

TUMMERS, J.; KASSAHUN, A.; TEKINERDOGAN, B.

Obstacles and features of farm management information systems: a systematic literature review. **Manuscript in preparation**, [S. l.], v.

157, Dec. 2018, p. 189–204, 2019. DOI:

10.1016/j.compag.2018.12.044. Acesso em: 28 abr. 2021.



Desenvolvimento de software para o manejo da irrigação utilizando a evapotranspiração da cultura

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Romulo Pereira da Silva^b, Ana Célia Maia Meireles^c, Carlos Wagner Oliveira^d e Francisca Laudeci Martins Souza^e

Resumo: O semiárido possui um regime pluviométrico irregular, associado a alta evaporação, altas temperaturas e baixa precipitação. Por essas características, a irrigação é o único meio de viabilizar cultivos em períodos fora da estação chuvosa. A irrigação requer um manejo adequado para ser sustentável. O manejo, no entanto, consiste no uso de métodos repetitivos e

-
- a Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. Estudante de Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. leonmeid@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.
- b Bacharel em Ciência da Computação. Estudante de Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. romulo.almeida@aluno.ufca.edu.br. <http://orcid.org/0000-0002-9671-5451>.
- c Doutora em Engenharia Civil. Professora na UFCA – Universidade Federal do Cariri. ana.meireles@ufca.edu.br.
- d Doutor em Engenharia de Biosistemas. Professora na UFCA – Universidade Federal do Cariri. carlos.oliveira@ufca.edu.br.
- e Doutora em Educação. Professora na UFCA – Universidade Federal do Cariri. laudecimartins@gmail.com.

dispendiosos que conduzem a erros que interferem na irrigação. Essas rotinas e processos de manejo, podem ser utilizadas no desenvolvimento de softwares, que tornam a tarefa mais simples. Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa desenvolver um software que otimize as rotinas, facilitando o manejo. Para tanto, foram utilizadas as linguagens Java e SQL. O desenvolvimento foi realizado na Interface de Desenvolvimento de softwares NetBeans 8.2 adotando-se o padrão Model-View-Control, o banco de dados utilizado foi Apache Derby. A partir das tecnologias empregadas, e a condução dos testes dos componentes e funções, obteve-se como resultado o software de manejo para irrigação localizada “Irrigasertão”. O software desenvolvido racional uso dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Água. Temperatura. Solo. Clima.

Software development for the management of irrigation located in the semi-arid using the evapotranspiration of culture

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Romulo Pereira da Silva^b, Ana Célia Maia Meireles^c, Carlos Wagner Oliveira^d & Francisca Laudeci Martins Souza^e

Abstract: The semiarid region has an irregular rainfall regime, associated with high evaporation, high temperatures and low precipitation. Due to these characteristics, irrigation is the only means of making crops possible during periods outside the rainy season. Irrigation requires proper management to be sustainable. Management, however, consists of using repetitive and expensive methods that lead to errors that interfere with irrigation. These routines and management processes can be used in software development, which make the task simpler. Given the above, the objective of this research was to develop software that optimizes routines, facilitating management. For

- a Irrigation and Drainage Technologist. Master's student in Sustainable Regional Development at UFCA – Federal University of Cariri. leonmeid@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.
- b Bachelor of Computer Science. Master's student in Sustainable Regional Development at UFCA – Federal University of Cariri. romulo.almeida@aluno.ufca.edu.br. <http://orcid.org/0000-0002-9671-5451>.
- c Ph.D. in Civil Engineering. Professor at UFCA – Federal University of Cariri. ana.meireles@ufca.edu.br.
- d Ph.D. in Biosystems Engineering. Professor at UFCA – Federal University of Cariri. carlos.oliveira@ufca.edu.br.
- e Ph.D. in Education. Professor at UFCA – Federal University of Cariri. laudecimartins@gmail.com.

this, the languages Java and SQL were used. The development was carried out in the NetBeans 8.2 Software Development Interface, adopting the Model-View-Control standard, the database used was Apache Derby. From the technologies used, and the conduction of the tests of the components and functions, the management software for localized irrigation “Irrigasertão” was obtained as a result. The software developed rational use of water resources.

Keywords: Water. Temperature. Soil. Weather.

Desarrollo de software para la gestión del riego mediante evapotranspiración de cultivos

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Romulo Pereira da Silva^b, Ana Célia Maia Meireles^c, Carlos Wagner Oliveira^d y Francisca Laudeci Martins Souza^e

Resumen: La región semiárida tiene un régimen de lluvias irregular, asociado con alta evaporación, altas temperaturas y bajas precipitaciones. Por estas características, el riego es el único medio de posibilitar los cultivos durante los períodos fuera de la temporada de lluvias. El riego requiere una gestión adecuada para ser sostenible. El manejo, sin embargo, consiste en utilizar métodos repetitivos y costosos que conducen a errores que interfieren con el riego. Estas rutinas y procesos de gestión se pueden utilizar en el desarrollo de software, lo que simplifica la tarea. Dado lo anterior, el objetivo de esta investigación fue desarrollar un software que optimice las rutinas, facilitando así la gestión. Para ello se utilizaron los

a Técnico en Riego y Drenaje. Estudiante de Maestría en Desarrollo Regional Sustentable en UFCA - Universidad Federal de Cariri. leonmeid@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.

b Licenciado en Ciencias de la Computación. Estudiante de Maestría en Desarrollo Regional Sustentable en UFCA - Universidad Federal de Cariri. romulo.almeida@aluno.ufca.edu.br. <http://orcid.org/0000-0002-9671-5451>.

c Doctorado en Ingeniería Civil. Profesor de la UFCA - Universidad Federal de Cariri. ana.meireles@ufca.edu.br.

d Doctor en Ingeniería de Biosistemas. Profesor de la UFCA - Universidad Federal de Cariri. carlos.oliveira@ufca.edu.br.

e Doctor en Educación. Profesor de la UFCA - Universidad Federal de Cariri. laudecimartins@gmail.com.

lenguajes Java y SQL. El desarrollo se realizó en la interfaz de desarrollo de software NetBeans 8.2, adoptando el estándar Model-View-Control, la base de datos utilizada fue Apache Derby. A partir de las tecnologías empleadas, y de la realización de las pruebas de los componentes y funciones, se obtuvo como resultado el software de gestión de riego localizado “Irrigasertão”. El software permitió un uso racional de los recursos hídricos.

Palabras clave: Agua. Temperatura. Suelo. Clima.

1. Introdução

A irrigação é uma técnica que visa a aplicação da água para as culturas, devido à falta ou má distribuição das águas das chuvas. Dentre as técnicas de irrigação, destaca-se a localizada por seu alto desempenho, eficiência e uniformidade de distribuição de água, onde a água é aplicada diretamente sob a zona das raízes da planta, reduzindo assim as perdas e melhorando o desempenho do sistema (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; MANTOVANI, BERNARDO; PALARETTI, 2009).

A região semiárida do Brasil tem seu balanço hídrico deficitário, com coeficiente de aridez variando de 0,2 a 0,5 (ARAÚJO, 2012). As altas temperaturas e as baixas umidades relativas do ar no período mais seco do ano dificultam o cultivo agrícola, inclusive para os que recorrem a sistemas irrigados (COELHO et al., 2012). Ao concentrar sua aplicação de água sob a zona radicular, a irrigação localizada torna-se uma tecnologia estratégica para produção agrícola no semiárido. Entretanto, irrigar não consiste apenas em aplicar água para as plantas, é preciso saber o quanto e quando aplicar (BERNARDO et al., 2019).

O manejo da irrigação é crucial para o sucesso das atividades agrícolas irrigadas, sendo capaz de evitar problemas como salinização e sodificação (BERNARDO et al., 2019). Conforme a Food and Agriculture Organization (FAO), no mundo há 412 milhões de hectares comprometidos com a salinidade e 618 milhões de hectares com problemas de sodicidade. Esses solos tornam-se improdutivos e economicamente inviáveis de recuperação. Medeiros, Gheyi e Nascimento (2012), afirmam que os solos das regiões secas são mais planos e rasos, o que contribui para o acúmulo de sais no perfil do solo.

A pouca água para promover a lixiviação, associado a baixa permeabilidade dos solos, favorece o acúmulo de sais nas

camadas superficiais. O manejo da irrigação é essencial no semiárido por garantir melhor uso da água e diminuir o risco de salinidade (MARQUES et al., 2014). Apesar de o manejo ser um processo repetitivo e dispendioso, traz vários benefícios. De acordo com Penteado (2010), o manejo da irrigação possibilita um aumento da produção, redução de custos de produção, economia de água e energia. No Brasil, segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), são mais de 7 milhões de hectares irrigados, sendo que somente no nordeste do Brasil são mais de 1,1 milhão de hectares. O manejo da irrigação tem objetivo de garantir a sustentabilidade dessas áreas (BRASIL, 2020).

O avanço da tecnologia fez com que, cada vez fosse mais comum, a utilização de programas computacionais, para otimizar procedimentos, como no manejo irrigação (NAIME et al., 2009). Todo procedimento pode ser transcrito para algoritmo, de forma a otimizar processos (CLARO; CARVALHO; LORENA, 2016). Um programa é um conjunto de algoritmos compilados em um arquivo executável que permite a execução de tarefas previamente definidas (CLARO; SOBRAL, 2008). Os processos bem definidos do manejo da irrigação permitem a produção de aplicações facilmente. Diversas linguagens podem ser usadas para criar programas, a exemplo do Java, que é uma linguagem orientada a objetos que usa uma máquina virtual para execução de seus *bytecodes* (CLARO; SOBRAL, 2008).

O objetivo desta pesquisa foi construir um programa que auxilie no manejo da irrigação localizada, permitindo uma melhor tomada de decisão, tornando os processos mais simples e ágeis. O software de manejo da irrigação localizada foi nomeado de IrrigaSertão, desenvolvido em linguagem Java, e se encontra disponível para descarregar gratuitamente¹⁴, onde sua distribuição e modificação está autorizada.

14 IrrigaSertão. Disponível em: <http://irmea.blogspot.com/2020/06/irrigasertao-software-de-manejo-da.html>. Acesso em: 20 abr. 2021.

2. Materiais e métodos

O software foi desenvolvido em ambiente de desenvolvimento NetBeans® versão 8.2, durante o período de Março a Outubro de 2020¹⁵. A linguagem empregada foi o Java, e o banco de dados (BD) utilizado foi o Apache Derby¹⁶, com comunicação em linguagem SQL e embarcado na aplicação.

No desenvolvimento foi utilizado o modelo MVC (*Model-View-Control*) como padrão de persistência de dados e comunicação entre as entidades, banco de dados e interface gráfica do usuário. Para tanto, o primeiro passo foi o levantamento dos requisitos do sistema e a definição das funcionalidades. O levantamento dos requisitos, foi feito através de busca na literatura sobre as principais formas de manejo da irrigação, adotando-se o manejo da irrigação baseado na evapotranspiração de referência.

A aplicação foi desenvolvida para manejo da irrigação localizada gotejamento e microaspersão. De acordo com Bernardo et al. (2019), a irrigação localizada é aplicação de água diretamente sob a zona radicular da cultura, havendo dois tipos principais de irrigação localizada a microaspersão e o gotejamento. A irrigação por microaspersão consiste na aspersão de água sob a copa das plantas em raio específico umedecendo a zona radicular das culturas, enquanto, o gotejamento consiste na aplicação de água, gota a gota, diretamente na zona radicular das plantas, esses sistemas operam sob baixa pressão e alta frequência (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009).

Adotou-se esse modelo de irrigação por sua alta eficiência e menor requerimento hídrico. Nesse contexto, a associação de um

15 O programa não foi registrado junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A publicação desse artigo é o único meio utilizado pelos autores para o reconhecimento de sua autoria.

16 Apache Derby: é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional Java que pode ser embutido em programas. Sendo um sistema Open Source.

manejo adequado, quando se utiliza um programa computacional permite extrair o máximo desempenho de um sistema de irrigação. Diagramas de classes em linguagem UML¹⁷ (*Unified Model Language*) foram criados para auxiliar o desenvolvimento, e para a criação dos diagramas foi adotado o software StarUML¹⁸.

A figura no **ANEXO I** apresenta um dos diagramas de classes do pacote *model*, nele não estão representadas as classes do pacote *control*, pacote DAO (responsável por gerenciar a conexão com a data source para obter e armazenar informações), e classe conexão, para não gerar ambiguidade. Assim, com o diagrama de classes, foram definidas todas as funcionalidades do programa, passando para o processo programação. As equações necessárias para o manejo da irrigação foram inseridas no programa.

A evapotranspiração potencial de referência é definida com a taxa de evapotranspiração de um gramado sem restrição hídrica, em crescimento ativo e cobrindo todo o solo, com altura de 0,12 m, resistência de superfície constante de 10 m s⁻¹ e albedo de 0,23 (ALLEN et al.,1998; BERNARDO et al.,2019). Silva et al., (2017) afirma que há diversos métodos para o cálculo da evapotranspiração, sendo os principais o método de Hargreaves e Samani (1982) e Penman-Monteith (1998). Para o cálculo da evapotranspiração potencial de referência (ET_o), utilizou a equação proposta por Hargreaves e Samani (1982), versão corrigida pelo Instituto Nacional do Semiárido (INSA) conforme ilustra a Eq.1.

Eq. 1:

$$ET_o = 0,0023(t_{med} + 17,8) * (t_{max} - t_{min})^{0,5} * (Ra * 0,408)$$

17 UML: é uma linguagem padrão para elaboração da estrutura de projetos de software.

18 StartUML: é uma ferramenta UML do MKLab, que permite a construção de diagramas em UML para estruturação de projetos de software.

Em que: t_{med} : é a temperatura média (em °C); t_{max} : é a temperatura máxima (em °C); t_{min} : é a temperatura mínima (em °C); R_a : é a radiação extraterrestres, em $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$.

Os valores de R_a foram embarcados no programa. Para o cálculo do armazenamento de água no solo foram utilizadas as equações de 2 a 7, descritas por Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009) e Bernardo et al., (2019).

Eq. 2:

$$DTA = \frac{Cc - Pm}{10} \times Da \times 100$$

Eq. 3:

$$DRA = DTA \times f$$

Eq. 4:

$$CTA = \frac{CC - PM}{10} \times Da \times Zr$$

Eq. 5:

$$CRA = CTA \times f$$

Eq. 6 :

$$IRN = CRA$$

Eq. 7:

$$ITN = \frac{IRN}{EF \times (1 - RL)}$$

Em que: CC : é a capacidade de campo (em %); PM : é o ponto de murcha (em %); Da : é a densidade do solo (em $g\ cm^{-3}$); Zr : é a profundidade efetiva do sistema radicular (em cm); f : é o fator de disponibilidade hídrica, adimensional; DTA : é a disponibilidade total de água (em $mm\ cm^{-1}$); DRA : é a

disponibilidade real de água (em mm); CTA: é a capacidade total de água (em mm); CRA: é a capacidade real de água (em mm); IRN: é a irrigação real necessária (em mm); ITN: é a irrigação total necessária (em mm); EF: é a eficiência de irrigação (em %); RL: é a razão de lixiviação de água no solo, adimensional.

A evapotranspiração potencial de uma cultura é obtida através da multiplicação da ET_o pelo coeficiente de cultivo (K_c) de uma dada planta, expressa o potencial de evapotranspiração de uma cultura sob condições ideais (BERNARDO et al., 2019).

Para determinação da evapotranspiração potencial da cultura (ET_c), a irrigação total necessária (ITN_c), o volume de água por planta (V_p) e o tempo de aplicação foram utilizadas as respectivas equações de 8 – 11, citadas por LOPES et al., (2019); SOUSA et al., (2019).

Eq. 8:

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_r$$

Eq. 9:

$$ITN_c = \frac{ET_c}{\left(\frac{RL}{100}\right) \times (1 - RL)}$$

Eq. 10:

$$V_p = ET_c \times S_p \times sf$$

Eq. 11:

$$T_a = \frac{V_p}{Q_a}$$

Em que: K_c : é o coeficiente de cultura, adimensional; K_r : é o coeficiente de redução para irrigação localizada, adimensional; Q_a : é a vazão do emissor (em L.h-1); S_p : é o espaçamento entre plantas (em m); S_f : é o espaçamento entre fileiras de plantas.

A porcentagem de área molhada para irrigação por microaspersão e localizada, são determinadas pelas equações 12 e 13 respectivamente, propostas por Bernardo, Soares e Mantovani (2009).

Eq. 12:

$$PwG = \left(NEP \times \frac{Se \times W}{Sp \times Sf} \right) \times 100$$

Eq. 13:

$$PwM = \left(\frac{NEP}{2} \right) \times \frac{Se \times (Se + w)}{Sp \times Sf}$$

Estruturas condicionais foram empregadas para desvio de fluxo, e assim definir a escolha da Eq.12 ou Eq.13. Para o coeficiente de redução foi adotada a equação 14, proposta por Keller e Bliesner (1990).

Eq. 14:

$$Kr = \frac{Pw}{100}$$

Em que: PwG: é a porcentagem de área molhada para irrigação gotejamento, %; PwM: é a porcentagem de área molhada para irrigação microaspersão; NEP: é o número de emissores por planta; Se: é o espaçamento entre emissores para obtenção de faixa molhada contínua (em m); Sp: espaçamento entre plantas (em m); Pw: é a porcentagem de área molhada, gotejamento ou microaspersão.

A razão de lixiviação controla o excesso de sais sob a zona radicular da cultura, pode ser realizada de forma natural pela precipitação pluvial ou artificial pelo acréscimo da lâmina de irrigação (MEDEIROS et al., 2016). A limitada lixiviação de sais no solo está entre os principais fatores que influenciam sua degradação. Em regiões semiáridas a alta evapotranspiração

promove um maior risco de salinização no solo, devendo desse modo aplicar uma lâmina extra para lixiviar os sais (SANTIAGO; MONTENEGRO; MONTENGRO, 2004).

Para a razão de lixiviação (RL) também foi empregado estruturas condicionai para as Eq.15 e Eq.16, onde para irrigações de baixas frequências à RL é direcionada para Eq.15 e para alta frequência pela Eq.16 (AYERS; WESTCOT, 1994).

Eq. 15:

$$RL = \frac{CEi}{(5 * CE_s) - CEi}$$

Eq. 16:

$$RL = \frac{CEi}{2 * CE_s}$$

Em que: CE_i: é a condutividade elétrica da água de irrigação (em dS.m-1); CE_s: é a condutividade elétrica do estrato de saturação do solo (em dS.m-1);

A precipitação efetiva foi determinada pelo método FAO/AGLW (DASTANTE,1978), sendo empregado estrutura condicional para Eq.17 e Eq.18.

Eq. 17: (para Ch ≤ 70mm)

$$Pe = 0.6 * Ch - 10$$

Eq. 18: (para Ch > 70mm)

$$Pe = 0.8 * Ch - 24$$

Em que: Pe: é a precipitação efetiva (em mm); Ch: é a chuva ocorrida mensal (em mm).

O coeficiente de uniformidade de água e o coeficiente de uniformidade de distribuição foram determinados pelas equações 19 e 20.

Eq. 19:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_n^1 Qa}{16 * Qm} \right) * 100$$

Eq. 20:

$$CUD = \left(\frac{Qn}{Qm} \right) * 100$$

Em que: CUC: é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (em %); CUD: é o coeficiente de uniformidade de Distribuição (em %); ΣQa : é o somatório da vazão dos emissores avaliados (em L h⁻¹); Qm: é a vazão média dos emissores avaliados (em L h⁻¹); Qn: é a vazão média dos 25% menores valores dos emissores avaliados (em L h⁻¹).

O fator de disponibilidade hídrica foi determinado com base em valores tabelados propostos por Bernardo, Soares e Mantovani (2008). Foi criada no software a possibilidade de geração de gráficos a partir de dados de temperatura, evapotranspiração, coeficiente de cultivo, chuvas e coeficiente de uniformidade de distribuição, para a faixa de tempo de 7, 15 e 30 dias. Ao término da programação foram testadas as funções do software, corrigindo assim os erros encontrados.

3. Resultados e discussões

O software IrrigaSertão foi submetido a repetidos testes de unidade e teste de funções, ou seja, as funções inseridas “equações”, a estrutura e a programação foram testadas à medida que o software foi desenvolvido, até se obter o resultado esperado para as funções e ações definidas. Após a finalização do software, testes de unidade foram realizados de modo a verificar se os componentes do programa estavam comunicando-se adequadamente entre si, e retornado os resultados esperados para as entradas, onde o software demonstrou ser operacional. De

acordo com Rocha (2005), o teste de software é uma atividade trabalhosa e procura identificar os possíveis erros, sendo corrigidos ou tratados como exceções.

A qualidade de um programa está relacionada com a capacidade deste gerar resultados conforme a finalidade que foi desenvolvido sem gerar erros, assim como, a sua facilidade de utilização e desempenho. Por outro lado, um teste de software avalia a presença ou ausência de defeitos (MUNIZ et al., 2019). Assim, não importa o quanto minucioso foi um teste, sempre haverá a possibilidade da ocorrência de erros, sendo o principal objetivo de um teste reduzir ao mínimo.

As principais telas da aplicação são “ETo” que permite determinar a evapotranspiração de referência pela Eq.1 e a tela “Manejo” onde é realizado o manejo da irrigação propriamente. A figura presente no **ANEXO II** apresenta a tela da ETo com as diferentes entradas de dados testadas e a visualização gráfica desses dados. Como se pode observar a representação de dados em gráficos possibilita uma melhor leitura dos dados, e desta forma auxilia na tomada de decisão, por permitir abstrair melhor as informações.

Para Dias e Carvalho (2010), gráficos contribuem para a tomada de decisão, tornando mais ágil a apropriação do conhecimento pelo usuário e fornece novos conhecimentos através de objetos visuais. Portanto, a criação da função de gerar gráfico, tem a pretensão de facilitar este procedimento e apropriação do conhecimento. Foram disponibilizados a possibilidade de geração de gráficos para intervalos de 7, 15 e 30 dias. Outros softwares consideram ser os gráficos uma alternativa condizente para a otimização dos processos de manejo da irrigação, como o software SMAI (Sistema de Manejo para Irrigação) desenvolvido pela UNESP (FEITOSA et al. 2014).

Segundo Feitosa et al. (2014), o software SMAI é uma ferramenta útil para manejo da agricultura irrigada, para locais

onde os usuários disponham de poucas informações. Do mesmo modo o software desenvolvido, têm a vantagem de trazer funções extras como avaliação do sistema, determinação da razão de lixiviação, determinação da precipitação efetiva, registro de coeficiente de cultivo, cadastro de parcela e propriedades, entre outras. O SMAI apenas permite a obtenção da ETo pelo método de Penman Monteith, enquanto o software IrrigaSertão tem como base método de Hargreaves e Samani, mas possibilita a inserção de ETo de qualquer outro, não gerando a obrigatoriedade de o usuário utilizar seus recursos totais, podendo intercambiar com valores de outras aplicações.

Outra aplicação que permite a determinação da ETo e possibilita o manejo da irrigação é o CROPWAT da FAO. Surendran, Sushanth e Joseph (2017) utilizou o CROPWAT para estimativa da ETo e manejo da irrigação em estudos na Índia. Observa-se, que aplicações de manejo da irrigação podem ser utilizadas como uma ferramenta de auxílio à pesquisa, assim o software desenvolvido ganha vantagens por suas diversas funções.

A Embrapa disponibiliza o software IrrigaFácil, o qual apresenta similitude com o software desenvolvido, entretanto este dispõe de menos funcionalidades como: estimativa da precipitação efetiva, avaliação do sistema, determinação da razão de lixiviação do sistema, geração de gráficos.

Segundo Alencar et al., (2007), para se obter sucesso em uma pastagem deve ser considerado o manejo da irrigação. Da mesma forma, Amaral e Silva (2008) também consideram a importância do manejo da irrigação para cultura do gergelim, demonstrando a importância da determinação da ETo e uso do Coeficiente de cultivo. A aplicação objeto de estudo desta pesquisa, possibilita a obtenção desses dois pontos apresentados pelos autores. Albuquerque, Faria e Coelho (2010) apresentam a utilização do software IrrigaFácil no documento 128 lançado pela

Embrapa, demonstrando o uso do software e suas funcionalidades. Observa-se desse modo, que a aplicação tem aplicação prática sendo fomentada inclusive pela Embrapa.

Diversos estudos, sob o desenvolvimento e uso de softwares para manejo da irrigação vem sendo conduzidos nos últimos tempos. Ferreira et al, (2017) demonstra o uso do software Intecentimetro® e verificou que sem seu uso o irrigante aplica uma lâmina de 20% superior à necessária. Melo et al., (2017) empregando o software IrrIFES para calcular o balanço hídrico no manejo da irrigação verificou que seu emprego tornou o processo mais simples. Valnir Junior et al., (2017) desenvolveu um software para manejo da microirrigação e verificou sua viabilidade em campo. Nesse sentido, fica evidente a importância do desenvolvimento de softwares par manejo da irrigação.

A aplicação desenvolvida segue o padrão presente em aplicações similares como SMAI, IRRIGA e CROPWAT. As aplicações desenvolvidas buscam na literatura os processos definidos para o manejo da irrigação, o que acaba conduzindo a um padrão de desenvolvimento. Junior et al., (2017) desenvolveu um software de manejo da irrigação com características parecidas e concluiu em seu teste que a utilização do software trouxe maior praticidade na operacionalização e manejo da irrigação. Nesse sentido, espera-se que o software IrrigaSertão alcance os resultados semelhantes ou melhores, por sua similaridade com outras aplicações e disponibilidade de funções.

4. Conclusões

O software desenvolvido permite o manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência, o que pode trazer diversos benefícios ambientais e econômicos para o produtor, contribuindo para sustentabilidade ao preservar o uso dos recursos hídricos e diminuir riscos ao solo como salinidade e sodicidade. O IrrigaSertão poderá ser empregado para

monitoramento local da evapotranspiração de referência e manejo da irrigação em função dos dados meteorológicos disponíveis.

Referências

- ALBUQUERQUE, P. E. P.; FARIA, C. M.; COELHO, E. A. **Utilização do software IrrigaFácil para manejo de irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa, 2011.
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F. MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 98-108, set. 2020.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 25-33, 2008.
- ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. *In*: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: INSA, 2012. p. 30-39.
- AYERS, R. S.; WESTCOT. FAO. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO, 1985, 174 p. (Irrigation and Drainage Paper n° 29).
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 2019. 545 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Atlas da Irrigação**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 21 set. 2020.

CLARO, D. B.; SOBRAL, J. B. M. **Programação em Java**. Florianópolis: Pearson Education, 2008. 89 p.

CLARO, D.; CARVALHO, C. P. L. F.; LORENA, A. C. **Introdução à Computação**. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. 200 p.

COELHO, F. E.; SILVA, T. S. M.; SILVA, A. J. P.; PALIZOTO, I.; CONCEIÇÃO, B. S.; SANTOS, D. B. Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar de assentamentos ribeirinhos do semiárido. *In*: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: INSA, 2012. Cap. 5, p. 100-115.

DASTANTE, N. G. **Effective rainfall in irrigated agriculture**. Rome: FAO, 1978. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 25).

DIAS, M. P.; CARVALHO, J. O. F. A Visualização da Informação e a sua contribuição para a Ciência da Informação.

DataGramZero, Rio de Janeiro, v. 8, n. 5, p. 1-16, out. 2007.

FAO (Italia). **Status of world soil resources**. Roma, 2015. 184 p.

FEITOSA, D. G.; MARIANO, J. C. Q.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; TEIXEIRA, A. H. C. Software SMAI 2.0 para estimativa da evapotranspiração de referência diária e horária. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM,

2014, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, DF: Conird, 2014. p. 1-6.

FERREIRA, F. E. P.; PEREIRA, S. B.; MARTINEZ, M. A.; SOARES, A. R.; CUNHA, F. F. Uso do software Intecerímetro[®] no manejo da irrigação da cultura do milho. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 1, n. 32, p. 1-7, abr. 2017. Semestral.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Estimating potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 108, p. 225-230, 1982.

KELLER, J.; BLIENSNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.

LOPES, L. C.; VIEIRA, H. D.; VIERA, G. H. S.; SOUZA, E. F. Projeto de aplicativo móvel capaz de fornecer informações para o manejo de irrigação do café Conilon. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 874-889, set. 2020.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

MARQUES, F. A. **Solos do Nordeste**. Recife: Embrapa, 2014. 8 p.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; COSTA, A. R. F.; TOMAZ, H. V. Q. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. *In*: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; FILHO, E. G. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCT Sal, 2016. Cap. 20, p. 319-335.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; NASCIMENTO I. B. Salinidade de solo e da água e seus efeitos na produção agrícola. *In*: GHEYI, H. R. PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O.

Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações.

Campina Grande: INSA, 2012. Cap. 10, p. 190-218.

MELO, D. P.; VIEIRA, G. H. S.; MIRANDA, L. Q.;

REDIGHIERI, T. Aplicativo web para cálculo de balanço hídrico

no manejo da irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura**

Irrigada, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 1302-1309, mar. 2017.

MUNIZ, A.; BOAS, C. V.; CABRA, B.; COLARES, R. **Jornada**

ágil de qualidade: aplique práticas no início do ciclo para

potencializar a aplicação contínua de softwares de qualidade. Rio

de Janeiro: Brasport, 2019. 189 p.

NAIME, J. M *et al.* **Programa para manejo da irrigação de**

precisão em culturas perenes. São Carlos: Embrapa, 2009. 4 p.

PENTEADO, S. R. **Manejo da Irrigação.** 2. ed. Voçosa: UFV,

2010. 208 p.

ROCHA, A. D. **Uma ferramenta baseada em aspectos para**

apoio ao teste funcional de programas. 2005. 120 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências da Computação e Matemática

Computacional) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SANTIAGO, F. S.; MONTENEGRO, A. A.; MONTENEGRO,

S M. G. L. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da

irrigação por microaspersão em área de assentamento. **Engenharia**

Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 632-643, dez. 2004.

SOUSA, V. F.; NUNES, G. M. V. C.; ZONTA, J. B.; ARAÚJO,

E. C. E. **Tecnologias para a produção de melancia irrigada na**

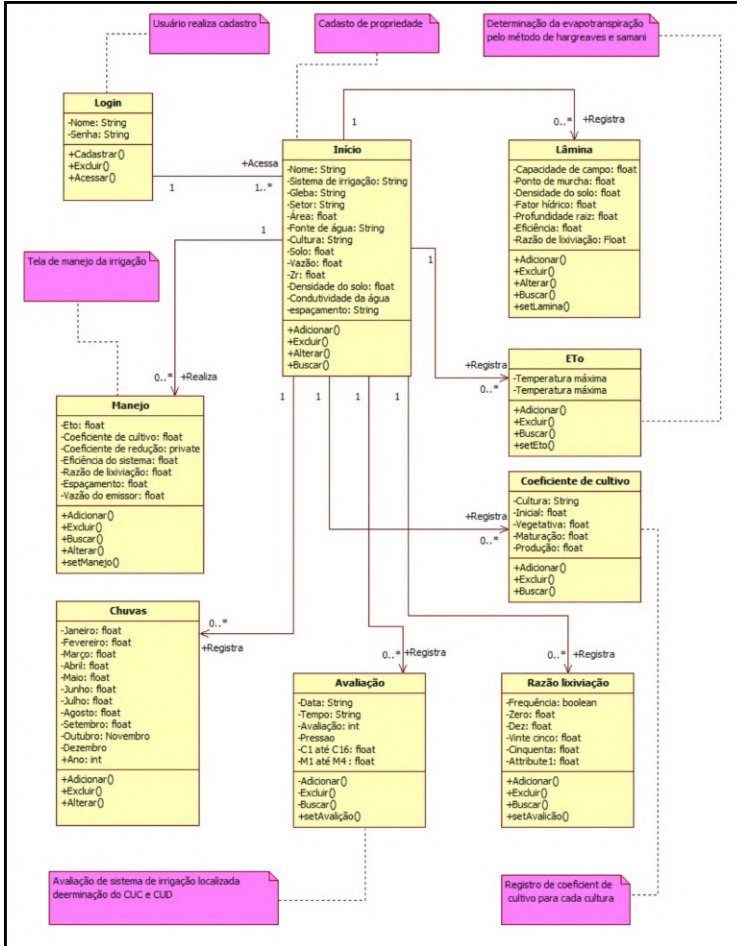
Baixada Maranhense. Cocais: Embrapa, 2019. 21 p.

SURENDRAN, U.; SUSHANTH, C. M.; JOSEPH, G. M. FAO-

CROPWAT model-based estimation of crop water need and appraisal of water resources for sustainable water resource management: Pilot study for Kollam district – humid tropical region of Kerala, India. **Current Science**, Kozhikode, v. 112, n. 1, p. 76-86, 10 jan. 2017.

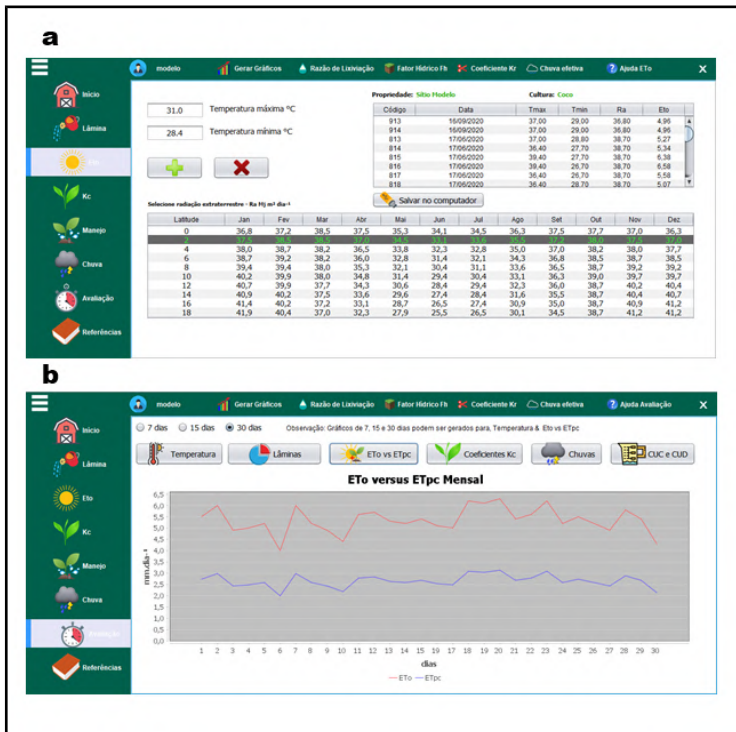
VALNIR JÚNIOR, M.; RIBEIRO, F. C.; ROCHA, J. P. A; LIMA, S. C. R. V; CARVALHO, C. M.; GOMES FILHO, R. R.
Desenvolvimento de um *software* para o manejo da microirrigação.
Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 1324-1330, 27 mar. 2017.

ANEXO I – Diagrama de classes, contendo as classes Modelo do programa IrrigaSertão



Fonte: Autores.

ANEXO II – Tela de registro da ETo (a”) e tela com representação gráfica dos dados na tela de registro (b)



Fonte: Autores.



Planejamento de um sistema de monitoramento de plantações para aplicação na agricultura familiar

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b e Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Resumo: As transformações advindas da indústria 4.0 também impactaram a agricultura, sendo designada como Agricultura 4.0, responsável por empregar tecnologias de monitoramento nas plantações. Entretanto, a agricultura familiar ainda não exhibe aplicação das tecnologias existentes, dessa forma, o presente trabalho se propôs a estudar o campo da agricultura 4.0 no Brasil e a circunstância dos agricultores familiares, com propósito de desenvolver um dispositivo capaz de introduzir princípios da agricultura 4.0 em tais propriedades. O trabalho contemplou a elaboração de um levantamento literário,

-
- a Estudante de Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.
- b Mestre em Engenharia Elétrica. Professor na Universidade Presbiteriana Mackenzie. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.
- c Mestre em Física Biomolecular. Professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

centrado em startups, indústria e agricultura, junto com um questionário direcionado a agricultores familiares, responsável por coletar 10 respostas e apontar o pequeno contato que os participantes têm com agricultura 4.0, e, por fim, o desenvolvimento de um protótipo, capaz de mensurar temperatura e umidade do ar e umidade do solo nas proximidades de um vegetal, o dispositivo ainda não foi submetido a testes de campo, mas demonstra-se promissor em seu desempenho em condições reais.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Agricultura Familiar. Arduino.

Planning a plantation monitoring system for application in family farming

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b & Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Abstract: The transformations resulting from industry 4.0 also impacted agriculture, being designated as Agriculture 4.0, responsible for using monitoring technologies in plantations. However, family farming still does not exhibit the usage of existing technologies, therefore, the present work proposed to study the field of agriculture 4.0 in Brazil and the circumstances of family farmers, with the purpose of developing a device capable of introducing principles of agriculture 4.0 in such properties. The project included the elaboration of a literary survey, centered on startups, industry and agriculture, together with a questionnaire directed to family farmers, responsible for collecting 10 responses and pointing out the small contact that the participants have with agriculture 4.0, and finally the development of a prototype, capable of measuring air temperature and humidity and soil moisture near a plant, the

a Bachelor's student in Production Engineering at Mackenzie Presbyterian University. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.

b Master in Electrical Engineering. Professor at Mackenzie Presbyterian University. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.

c Master in Bio-molecular Physics. Professor at Mackenzie Presbyterian University. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

device has not yet been subjected to field tests, but it shows promise in its performance under real conditions.

Keywords: Agriculture 4.0. Family Farming. Arduino.

Planificación de un sistema de monitoreo de plantaciones para aplicación en agricultura familiar

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b y Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Resumen: Las transformaciones resultantes de la industria 4.0 también impactaron a la agricultura, siendo designada como agricultura 4.0, responsable por utilizar tecnologías de monitoreo en las plantaciones. Sin embargo, la agricultura familiar no exhibe la aplicación de tecnologías existentes, por lo que el presente trabajo propuso estudiar el campo de la agricultura 4.0 en Brasil y las circunstancias de los agricultores familiares, con el propósito de desarrollar un dispositivo capaz de introducir principios de la Agricultura 4.0 en las propiedades. El trabajo incluyó la elaboración de una encuesta, centrada en startups, industria y agricultura, junto con un cuestionario dirigido a agricultores familiares, responsable de juntar 10 respuestas y señalar el pequeño contacto que tienen los participantes con la agricultura 4.0, y finalmente el desarrollo de un prototipo, capaz de medir la temperatura y la

a Estudiante de pregrado en Ingeniería de Producción en la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.

b Maestría en Ingeniería Eléctrica. Profesor de la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.

c Máster en Física Biomolecular. Profesor de la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

humedad del aire y la humedad del suelo cerca de una planta, el dispositivo aún no ha sido sometido a pruebas de campo, pero se muestra prometedor en su desempeño en condiciones reales.

Palabras clave: Agricultura 4.0. Agricultura Familiar. Arduino.

1. Introdução

A indústria 4.0 em conjunto com a revolução verde, originaram o conceito da Agricultura 4.0, segundo a qual, métodos computacionais, atrelados à análise de dados e *Internet of Things* (IOT) são empregados, propiciando um aumento de produtividade, somada com diminuição da degradação ambiental e elevação da efetividade do uso de insumos (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Ademais, o desenvolvimento da eletrônica possibilitou a disseminação do emprego de sensores e controladores, que passaram a ser financeiramente viáveis, proporcionando a mensuração de diversas grandezas como temperatura e umidade (LOPES, 2018). O estudo da temperatura se faz de extrema importância, uma vez que a temperatura do solo é uma variável importante para o êxito de uma safra (SENA et al., 2013).

Neste sentido, se faz relevante examinar o cenário da Agricultura 4.0 no Brasil, focando na situação de agricultores familiares, responsáveis pela grande parcela do abastecimento e consumo interno brasileiro, com intuito de elaborar um dispositivo capaz de introduzir princípios da Agricultura 4.0 nessas propriedades. Dessa forma, foi desenvolvido um levantamento literário aplicado em estudos e pesquisas, somado a um questionário voltado a agricultores familiares, além da confecção do dispositivo de mensuração.

Os resultados do questionário apontam para quase inexistência de conhecimento, dos agricultores familiares, a respeito dos princípios da Agricultura 4.0, o que possibilita adoção do protótipo elaborado, como forma de inovação nessas propriedades, uma vez que este proporciona a mensuração e transmissão, via *bluetooth*, da temperatura e umidade nas proximidades do vegetal, fazendo uso da plataforma arduino, configurando um baixo custo e simplicidade, além de um monitoramento introdutório do cultivo.

Ademais concerne especificar que o protótipo foi desenvolvido e submetido a um teste funcional, que consistiu em comprovar seu funcionamento por meio do acionamento de botões chaves e da transmissão de dados advindos dos sensores, entretanto essa abordagem possibilitará estudos futuros visando mensurar qual sua real eficácia e operabilidade em uma colheita.

2. Referencial teórico

2.1 Agricultura 4.0

Os esforços para o desenvolvimento de tecnologias industriais promoveram a quarta revolução industrial ou indústria 4.0, originária da Alemanha, que aplica as principais tecnologias vinculadas a automação e manejo de informações, sendo assim, relevante também para o aumento da produtividade do agronegócio no contexto da revolução verde (MILAGRE. et al., 2018). A partir deste conceito, surge a conceituação de Agricultura 4.0, também denominada de agricultura digital (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

As tecnologias modernas, como robotização e sensores óticos, são incumbidas de gerar uma quantidade abundante de dados e assegurar um aumento de precisão na produção agrícola, abrandando o desperdício de insumos e administrando a aplicação de defensivos. Ademais, essa precisão e controle ocasionarão uma previsibilidade de colheita maior, que é passível de ser agregado a conectividade fazendo uso da IOT, tão difundida na Agricultura 4.0 (PARRONCHI, 2018).

O grande volume de dados e informações que a tecnologia proporciona podem trazer vantagens para o bem-estar social (MILAGRE et al., 2018), tendo em vista que recursos naturais finitos, mudanças climáticas, aliados com expectativa de expansão populacional, acarretam uma forte urgência para a elaboração de modos de produção sustentáveis, que empregam tecnologia de forma acentuada, sendo assim, aptos a certificar

segurança alimentar para futuras gerações (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

O plantio de morango no Brasil, por exemplo, é uma atividade intensiva de mão de obra, capaz de exibir uma redução de gastos com insumos, por meio da aplicação tecnológica, como sensoriamento ou de maneira instintiva (MACHADO, 2018).

2.2 Startups: inovação de métodos e aplicação tecnológica

O comércio estrangeiro pode ser alcançado de forma mais veloz e efetiva, com a utilização das tecnologias de informação e comunicação. Entretanto, é preciso que a empresa detentora dessa tecnologia qualifique seus funcionários de forma assertiva (WILKINSON; RAMA, 2018).

O Brasil apresenta inúmeras regiões em que as startups agrícolas têm crescido exponencialmente, com amparo de ações públicas e privadas, destacando os ecossistemas dessas empresas em Piracicaba e Mato Grosso. Com atividades digitais, essas empresas evidenciam um novo modelo de ecossistema de inovação do sistema agroalimentar, que deve ser foco de agências estaduais de inovação e universidades para a elaboração de projetos (WILKINSON; RAMA, 2018).

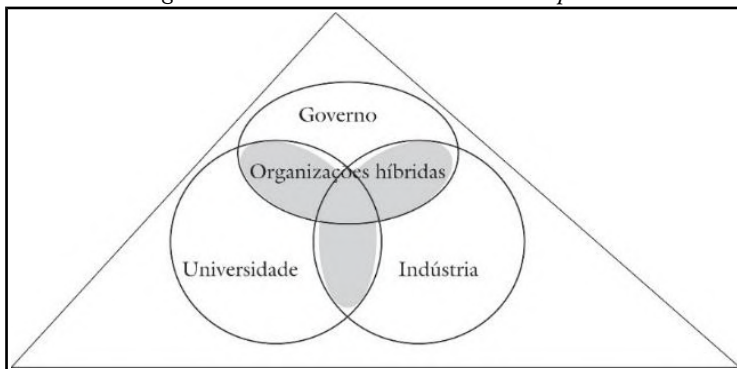
2.3 Fatores que podem impulsionar a inovação

O desempenho de uma empresa é determinado por vários fatores, sendo que um dos mais significativos é o conhecimento, considerado um aspecto fundamental para conquista de vantagem competitiva sustentável, dessa forma, sua administração é de acentuada importância, impactando diretamente a capacidade de inovação. (CORREIA; MENDES; MARQUES, 2018)

O modelo do Triângulo de Sabato, associado com a Trílice Hélice, estabelece que as ações entre universidades, governo e empresa, são vinculadas com a concepção de inovação. Assim, o governo prove apoio a execução de pesquisas, a universidade

qualifica os trabalhadores, e as empresa promovem a demandas. Sua aplicação, de forma ideal, abrange um padrão dinâmico, segundo o qual, a convergência dos integrantes proporciona invocação científica e tecnológica (COUTINHO, 2018).

Figura 1 - Estrutura social da Hélice Tríplice



Fonte: Etzkowitz e Zhou (2017, p.41).

3. Metodologia

A parte conceitual deste projeto foi estabelecida por uma pesquisa exploratória e bibliográfica, junto com análise de tendências científicas e de mercado, examinando projetos de startups e empresas já consolidadas no agronegócio.

A parte prática foi decomposta em duas vertentes. A primeira, destinada a enviar um questionário para os interessados sobre tecnologia e investigar potenciais de aplicação, além de conhecimentos, ferramentas, inovações e restrições que se fazem presentes em suas realidades.

A segunda vertente, voltou-se à elaboração de um protótipo para monitoramento de amostras na plantação, que ocorreu em três etapas: construção de uma estrutura portátil, elaboração do circuito elétrico e ajustes de um recipiente para conter o circuito.

A primeira etapa da elaboração fez uso de quatro tábuas de

madeira, com aproximadamente 50 centímetros de comprimento, que após serem adornadas com verniz foram unidas fazendo uso de duas mãos francesas. As tábuas são sustentadas por quatro hastes, fixadas nas extremidades de cada tábua, sendo que uma das tábuas apresenta uma dobradiça, para colocar a estrutura ao redor de vegetais de grande porte.

O segundo estágio se destinou a montar o circuito, fazendo uso da plataforma arduino, com os seguintes componentes: 4 baterias, modulo arduino uno, *protoboard*, sensor de umidade do solo, sensor dht-22, modulo hc-06, *cooler*, *jumpers*, 3 botões chave, modulo cartão MicroSD. E a terceira parte se voltou a realizar alguns ajustes no recipiente que contém o circuito, como adorar com verniz, acrescentar aberturas, para circulação de ar e adicionar dois parafusos em “L”, com intuito de possibilitar que o recipiente fique sustentado pela estrutura, oferecendo assim ao agricultor, informações para qualidade do seu plantio, visando baixo custo.

4. Resultados e discussão

4.1 Levantamento literário

Vinicius et al. (2019) consideram a Indústria 4.0 como um agrupamento de tecnologias respaldadas nos princípios e vínculos entre sistemas cyber-físicos, IOT e Big Data, com escopo de auxiliar interpretação e considerações feitas por seres humanos.

Rocha e Costa (2019) apontam que tecnologias de IOT amparam a agricultura inteligente, operando com dispositivos avançados, como aplicativos de controle e drones, aptos a estimular a agricultura familiar ou biológica, além de propiciar uma elevação de produtividade acompanhada pela redução do desperdício

Massruhá, Leite (2017) conceituam a Agricultura 4.0 como uma compatibilidade a Indústria 4.0, empregando a conectividade entre aparelhos, sensores, apuramentos analíticos para processar

grande volume de dados e constituir sistemas de suporte para tomada de decisão

Rieger e Trennepohl (2019) apontam que a implantação de equipamentos e máquinas agrícolas na área rural constituem condutas que impulsionaram o processo de industrialização, aproximando o agronegócio da indústria, acarretando o desenvolvimento do Brasil e impactando regiões produtoras, como Rio Grande do Sul. Ademais, as políticas de crédito rural compõem outro fator que dirigiu investimentos tecnológicos no setor, o que compreendeu de tratores a veículos aéreos não tripulados (LUCHETTI, 2019).

Lima et al. (2017) contempla que empresas estruturadas em tecnologia, intituladas Startups, têm grande factibilidade operacional, sobretudo no que se refere a proposta de valor alinhada com as insuficiências do agronegócio no Brasil. Alves, Conejero e César (2019) executaram um estudo de caso com uma incubadora, dotada de grande competência para transferir conhecimento em razão do suporte da universidade e empresas, e constatam que incubadoras auxiliam o desenvolvimento de empresas tecnológicas

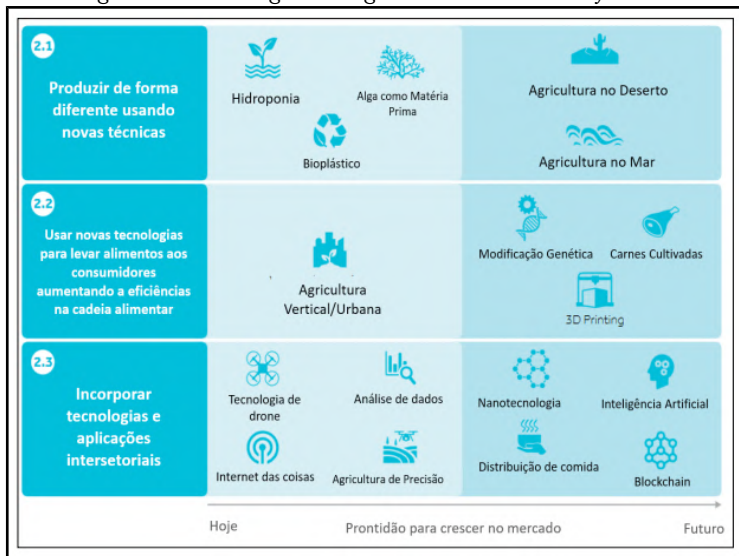
Lemos (2017) compreende em seu trabalho dados pertencentes ao 1º Censo AgTech Startups Brasil (2016), que contemplou um questionário encaminhado a 75 startups agrodigitais, utilizado para efetuar uma disposição do setor técnico do agronegócio brasileiro. O censo evidencia que as Startups de destaque operam nas seguintes áreas: drones e robótica; agricultura *indoor*; consultoria; proteção de cultivos; comercialização de produtos; irrigação e tecnologias ligadas ao consumo de água; segurança alimentar e rastreabilidade; comercialização de produtos; comercialização de insumos

França et al. (2019) considera que os pilares fundamentais da transição digital na agricultura moderna são: Pilar Sistemas (soluções tecnológicas que apoiam a tomada de decisão); Pilares

Banco de Dados e Padrão Metadados; Pilar Especialistas e Colaboração (parcerias, comunicação e colaboração com peritos); Pilares Objetivos; Pilar planejamento estratégico e modelos de competição (definição e criação de modelos de estratégia); Pilar Identificação e desenvolvimento de recursos e habilidades humanas (identificação de habilidades e capacitação); Pilar Cliente (cliente tido como usuário final); Pilar Inovação (experimentação voltada ao aprendizado); e Pilar Criação de Valor (valor que a atividade transfere ao cliente).

A Figura 2 ilustra alguns exemplos de tecnologias contemporâneas, associadas pela usabilidade, que compõem a Agricultura 4.0, junto com possíveis tendências futuras. Dessa forma, pode-se analisar quais tecnologias englobam o agronegócio atual e refletir no que ainda está por vir.

Figura 2 – Tecnologias da Agricultura 4.0 atuais e futuras



Fonte: Neumann (2019, p.27).

O levantamento bibliográfico, compreendeu materiais

acadêmicos e pesquisas, referentes a Agricultura 4.0, no entanto, para expandir a análise e investigar a realidade dos agricultores, com destaque aos grupos familiares, foi feito um questionário.

4.2 Análise do questionário

Concerne identificar que agricultores familiares, se adentram aos seguintes aspectos: não possuir área maior do que quatro módulos fiscais, empregar predominantemente mão de obra familiar nas atividades econômicas do seu empreendimento, dirigir o empreendimento com seus familiares, presentes Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 (VALENT et al., 2019).

O questionário utilizado contempla seis questões (Quadro 1), de aspecto quantitativo e qualitativo, que foram enviados via e-mail, usando a plataforma Google Formulário. Os endereços de e-mails foram selecionados da Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região (ANC) e do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, no qual foram coletados e-mails de produtores familiares e orgânicos, especificamente com prática de produção primária. Ao todo, foram enviados aproximadamente 184 e-mails, e é relevante ressaltar que houve tentativas de enviar o questionário por outras redes sócias, manifestando grande dificuldade para obter respostas, no total há 10 respostas.

Quadro 1 – Síntese do questionário e respostas

Número	Enunciado	Qtd. respostas	Conclusões
1	Você conhece a Internet das Coisas (IOT)?	10	Nenhum dos participantes possui conhecimentos sobre IOT.
2	Atualmente tudo está mais moderno. Existem máquinas computadorizadas, telefones, celulares, que recebem e enviam mensagens e caixas eletrônicos	10	50%: Não tenho problema com as tecnologias, pelo contrário, até gosto de usá-las; 50% quando não sei alguma coisa busco ajuda com outras

	onde é possível pagar contas, fazer transferências, e até tirar talão de cheques. Como você avalia a sua relação com as novas tecnologias?		peças. Os participantes não apresentam dificuldades para utilizar tecnologias ou possuem acesso à suporte técnico (ou de alguém com conhecimento).
3	Fez alguma inovação na propriedade nos últimos 2 anos?	10	70%: sim; 30%: Não. A maioria dos participantes realizou inovações nos últimos anos.
4	Caso sua resposta na questão anterior tenha sido 'Sim', qual foi a inovação?	7	Nenhuma das inovações apresentadas faz uso claro de tecnologias associadas às tecnologias da Agricultura 4.0.
5	Caso não tenha feito nenhuma inovação, quais as razões que lhe impedem de usar tecnologias na sua propriedade?	6	Pode se considerar que o motivo majoritário seja a falta de recursos.
6	Quanto a escolaridade, gostaria de saber quanto tempo de estudo você teve e até qual série?	10	Os participantes possuem variados graus de escolaridade, sendo detalhado na análise desta questão que encontra-se a seguir.

Fonte: Autores.

Questão 1

A primeira pergunta foi destinada a averiguar se os participantes possuem conhecimento sobre IOT, contempla os sete modelos de argumentações apresentadas como resposta, que por mais que possuam diferentes escritas, podem ser agrupados, concluindo de que nenhum participante conhecia a IOT. A ausência dessa compreensão pode estar associada a terminologia da expressão, entretanto, ela foi utilizada por conta de seu grande aparecimento em trabalhos acadêmicos.

A IOT se destina a estabelecer uma rede entre aparelhos, sendo largamente empregada na indústria, de maneira análoga, a

Agricultura 4.0 similarmente utiliza sensores e conexão entre dispositivos, com intuito de auxiliar a tomada de decisões, englobando assim, a internet das coisas (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Desse modo, é notório que a pergunta almejava analisar se o conceito da IOT já está presente no cenário da agricultura familiar atual. Mesmo que essa tecnologia tenha uma alta aplicabilidade, pode-se pressupor a existência de um entrave para adoção de tecnologias avançadas e para a ampliação da Agricultura 4.0, cuja uma das bases é a IOT. Castilho (2018) considera que a implementação é a maior dificuldade, no que se refere a utilização de IOT.

Questão 2

A segunda pergunta foi destinada a analisar a relação entre os usuários e as tecnologias, e indica duas concepções. Levando em conta a primeira, a integração de tecnologias nas práticas agrícolas acarreta a facilitação do uso de interfaces homem-máquina, assim, a inexistência de problemas com a tecnologias, pode estar vinculado a praticidade das mesmas, que se destinam a simplificar sua relação com utilizador (STEINKE, 2019).

Entretanto, são reconhecidos alguns obstáculos para a agricultura familiar se adaptar ao modelo tecnológico atual, como: falta de assistência técnica, insuficiência de recursos financeiros, acesso a políticas de crédito, entre outros suficientes para limitando o emprego tecnológico (SOUZA et al., 2019). Ademais, é possível constatar que a agricultura familiar tem a heterogeneidade como uma de suas características, ou seja, existem muitas realidades com singularidades próprias que as distinguem, como exemplo, as formas e meios de produção, área, tecnologia, conhecimento e disponibilidade de recursos. (BREITENBACH, 2018)

A segunda concepção, relativa à busca de auxílio para

utilizar tecnologias, faz alusão a troca de conhecimentos nas áreas rurais. Assim, entende-se que os conjuntos sociais do campo, por mais distintos que sejam, tem desenvolvido processos, estabelecidos nas redondezas locais, de elaboração de conhecimento (DA SILVA; DE DIOS-HERNANDEZ; MADERA-PACHECO, 2020), assim, pode-se inferir que a ajuda buscada, pelo usuário, encontra-se nas proximidades, isto é, o agricultor se instrui com seus pares nos arredores.

Questões 3 e 4

A questão 3 foi relativa à ocorrência de inovações, e evidenciou que a maioria dos participantes efetuou inovações em um período de dois anos. Em assentimento com a Lei 10.973, de 21/12/2004, a inovação é qualificada como introdução de novidade ou aprimoramento no meio social ou produtivo, desse modo, dentro da agricultura, as inovações são incluídas no desenvolvimento rural, colaborando para o aumento da produtividade, junto com a condição de vida do produtor rural (FARIA, 2012). As conclusões a respeito das inovações podem ser consultadas na tabela da “Questão 4”, retirada de Abreu (2010).

Questão 5

A quinta questão foi responsável por investigar as causas que impedem a inovação, e abrangeu todos os participantes que não puderam implementar algum tipo de inovação, compreendendo também os membros que responderam a terceira questão. Assim, considera-se provável que um indivíduo tenha realizado uma inovação, mas não foi capaz de realizar outra, ou ainda, é plausível que a inovação efetuada não esteja vinculada com aplicação de tecnologia, o que fez os participantes apontarem seus motivos.

Após analisar as respostas é notório que houve dois

conjuntos de explicações, o preponderante, alusivo a “Falta de recursos”, e o minoritário, referente ao preenchimento da opção “outro”, relativo a uma circunstância singular. Mesmo que essa resposta detalhe uma particularidade no questionário, a sua explanação para inexistência de inovação, se fundamenta na falta de recursos, o que configura a mesma resposta apontada pelo conjunto majoritário, assim, os dois grupos foram analisados como um só, devido a justificativa ser a mesma.

A disseminação e emprego de tecnologias são complexos, tendo diversos aspectos relacionados, como: peculiaridades da produção, particularidades da propriedade, conjuntura do agricultor e características socioeconômicas; que condicionam as deliberações a respeito do uso de tecnologias (SOUZA et al., 2019). Grande parte dos participantes adotaram inovações, entretanto verifica-se que a ausência de recursos, nestes casos foi restritiva e não impeditiva.

Questão 6

A questão 6 foi relativa ao grau de escolaridade dos participantes, e tornou possível segmentá-los em 4 grupos, sendo eles: Superior (compreende as respostas “superior” e “superior completo”); “Superior incompleto”; Médio (abrange “2 graus completo” e “ensino médio”); Pós-graduado (adentra “Pós graduado” e “Superior com especialização”).

4.3. Análise do dispositivo

O dispositivo desenvolvido neste trabalho consiste em um circuito coletor de três dados fundamentais de um vegetal próximo ao solo, sendo estes: temperatura, umidade do solo e umidade do ar. A elaboração do dispositivo se procedeu em três etapas, sendo a primeira designada para montar a estrutura portátil incumbida de sustentar o circuito e sensores, a segunda etapa se destinou a elaborar o arranjo dos componentes

eletrônicos, preparado para efetuar mensurações da temperatura e umidade do ar e do solo. A última etapa foi reservada para confecção de um pequeno recipiente para acomodar o circuito.

A estrutura ilustrada na Figura 4 tem o objetivo de auxiliar o usuário na colocação do equipamento ao redor do vegetal, uma vez que o dispositivo pode ficar sustentado em uma das tábuas, propiciando o monitoramento da umidade e temperatura em suas proximidades do vegetal.

Figura 4 – Estrutura



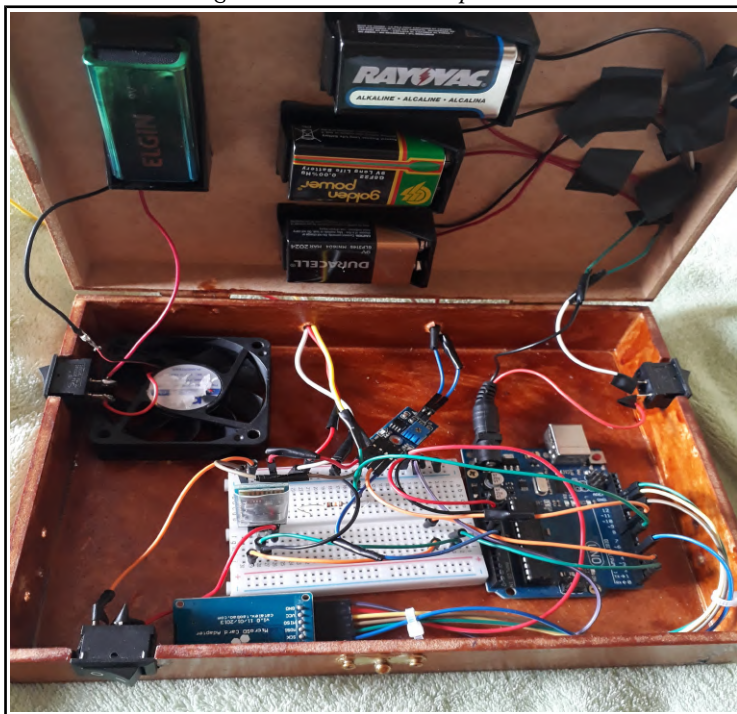
Fonte: Autores.

O circuito elaborado no presente trabalho (Figura 5) é composto pelos seguintes componentes: *Protoboard*, sensor de umidade do solo, sensor de umidade e temperatura (DHT-22), modulo *MicroSD card*, modulo HC-06 de comunicação *bluetooth*, placa Arduino Uno, resistor, *jumpers*, *cooler*, botão chave, suporte de baterias.

É importante salientar que o modulo HC-06 funciona somente no modo “*slave*”, ou seja, este não se conecta a outros dispositivos, apenas proporciona que instrumentos se conectem a ele (MENEZES, 2018). Assim, o usuário do equipamento permanece apto a analisar a temperatura e umidade do solo e do

ar de forma fácil e ágil, compreendendo as faixas de operação de -40°C a 80°C , relativa a temperatura do ar, e 0 a 100% para umidade do ar, referentes ao sensor DTH22, cuja precisão para a temperatura e umidade são $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2\%$ respectivamente (MACHADO, 2017).

Figura 5 – Circuito e componentes



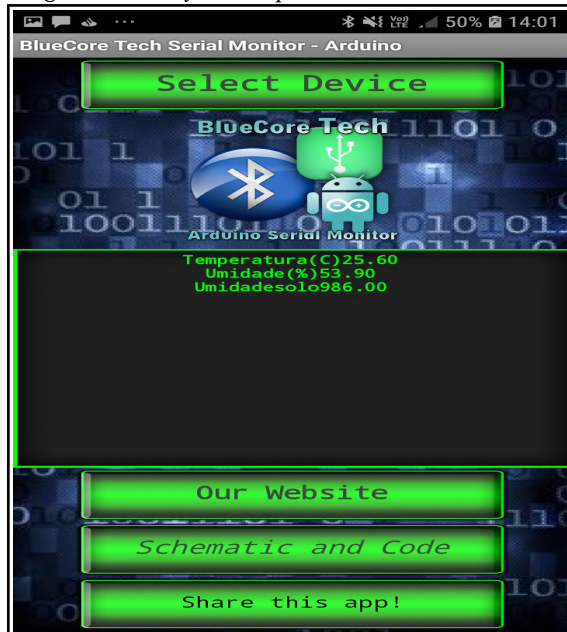
Fonte: Autores.

O Arduino é uma plataforma *open source*, projetada sobre um microcontrolador, com possibilidade de ser programado fazendo uso de uma linguagem similar a C/C++, o que proporciona o desenvolvimento de projetos simples e interativos, que unem software e hardware (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015). Desse modo ele é baseado em uma placa microcontroladora, de

baixo dispêndio elétrico e financeiro, capaz de se comportar de acordo com as instruções do usuário, dispostas por compilações em sua interface.

Por consequência de adversidades vinculadas à pandemia presente no ano de 2020, não foi possível efetuar testes concretos em campo, assim, o trabalho se restringiu apenas a ligar e confirmar o funcionamento do protótipo. Com intuito de ler os dados provenientes do Arduino, por meio da conexão *bluetooth*, foi empregado um aplicativo chamado *BlueCore Tech Serial Monitor*, responsável por revelar os dados monitorados na tela de um smartphone (Figura 6).

Figura 6 - Interface do aplicativo na tela do celular



Fonte: Autores.

A principal finalidade do protótipo desenvolvido é atuar na inserção de tecnologia na agricultura familiar, desse modo,

levando em conta o levantamento literário e o questionário, que foram destinados a analisar o cenário brasileiro e a situação dos agricultores familiares respectivamente, é possível depreender a ausência de um alinhamento entre os avanços e tendências da Agricultura 4.0 com a realidade das propriedades familiares.

O questionário trouxe dados mais próximos dos agricultores e abrangeu informações importantes para elaboração do protótipo, como: restrições dos participantes, sua relação com tecnologia, realização de inovações e tecnologias utilizadas. Tendo em vista, que nenhum dos participantes exibiu conhecimento de princípios básicos ou mesmo indícios da aplicação de tecnologias da Agricultura 4.0, incluindo os indivíduos com pós-graduação, a inovação foi o único aspecto que se fez próximo a Agricultura 4.0, sendo que mais da metade deles realizou inovações. Assim, o desenvolvimento do dispositivo teve enfoque na facilidade de manuseio e inserção tecnológica.

Desse modo, o dispositivo se apresenta como uma possível inovação para os agricultores familiares, uma vez que este perpassa a “ausência de recursos”, considerada principal empecilho para realização de inovação, e tem capacidade de inserir conceitos básicos da Agricultura 4.0 em propriedades familiares. Ademais, concerne ressaltar que os participantes indicaram não possuir dificuldades para utilizar tecnologias e se mostram interessados em buscar inovações, o que sugere a ausência de problemas para emprego do dispositivo.

5. Considerações finais

Os principais objetivos do presente trabalho foram indicar as principais tecnologias da Agricultura 4.0, evidenciada nos estudos explorados, e examinar o contexto de agricultores familiares, com foco na utilização e acessibilidade de tais tecnologias. Ademais, foi proposto a elaboração de um protótipo, destinado a introduzir

os princípios da Agricultura 4.0 na realidade dos agricultores familiares.

O aparelho elaborado ainda não foi sujeito a testes em campo, entretanto seu funcionamento foi comprovado pelas imagens apresentadas, e seu desenvolvimento levou em conta diferentes perspectivas de agricultores familiares, como custo e nível de maturidade que a Agricultura 4.0 possui nessas propriedades, conseqüentemente a aplicação do questionário se mostrou essencial para ajustar o aparelho as realidades dos agricultores familiares.

Assim, pode-se afirmar que é factível empregar tecnologias da Agricultura 4.0 no campo, empregando dispositivos de baixo custo passíveis de adequação. Em síntese, o presente trabalho congregou uma abordagem teórica e prática para acrescentar informações sobre o cenário agrícola atual, colaborando tanto para estudo que tem enfoque na convergência da Indústria 4.0 com Agricultura 4.0 quanto para trabalhos voltados ao desenvolvimento tecnológico. Concerne ressaltar que os resultados ainda se mostram preliminares por causa da adesão ao preenchimento, sendo que estudos mais amplos podem trazer novos resultados.

Referências

AGRICULTURA FAMILIAR: Organização da produção.

Chapecó: FETRAF-Sul/Cut, 2007. (Terra Solidária: 4). 193 p.

ABREU, M. M. Inovações Tecnológicas na agricultura familiar sob a ótica dos agricultores familiares de Chapecó e região oeste de Santa Catarina. (região da AMOSC). 2010. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Social de Políticas Públicas) – UNOCHAPECÓ, Chapecó, 2010.

ALVES, M. D. A. R; CONEJERO, M. A.; CÉSAR, A. D. S. Desafios

e inovações em incubadoras de base tecnológica do agronegócio: um estudo de caso da Ineagro. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, Vargem Grande Paulista, v. 5, n. 5, p. 1-21, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i5.935>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BREITENBACH, R. Participação econômica das atividades de subsistência na agricultura familiar. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 53-68, jan. 2018. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/6780>. Acesso em: 29 mar. 2020.

CASTILHO, L. B. F. D. **Co-simulação de rede para internet das coisas**. 2018. Dissertação (Mestrado em dupla diplomação em Sistemas de Informação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bragança, 2018.

CORREIA, P. M. A. R.; MENDES, I. O.; MARQUES, N. S. L. Gestão do conhecimento e da inovação. Determinantes da competitividade organizacional: um estudo de caso de uma empresa de consultoria tecnológica. **Revista estudo & Debate**, Lajeado, v. 25, n. 1, p. 192-215, 2018.

COUTINHO, E. **Interações entre universidade, indústria e governo para inovação no Brasil, sob a ótica teórica da tríplice hélice**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

DA SILVA, L. X.; DE DIOS HERNÁNDEZ, D.; MADERA PACHECO, J. A. A geração de conhecimento e as inovações sócio-organizativas da agricultura familiar: o caso de Dom Feliciano, RS.

Redes (St. Cruz Sul, Online), Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 1, p. 164-188, jan. 2020. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/14100>. Acesso em: 1 abr. 2020.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, maio 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 3 fev. 2019.

FARIA, S. S. **Adoption of innovation by family farms: the case of grape cultivation in Goiás state**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

FRANÇA, R. *et al.* Transformação digital na agricultura moderna: pilares e proposta de molde para o futuro da inovação agrícola. CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO (CIKI), 9., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, UFSC, v. 1, n. 1, nov. 2019. Disponível em: <http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/646>. Acesso em: 28 fev. 2020.

GONÇALVES, C. F. B. *et al.* Um estudo sobre a influência da Iot no gronegócio. **Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 24-35, ago. 2018. Disponível em: <http://ojs.faculademetropolitana.edu.br/index.php/revista-gestao-inovacao/article/view/9>. Acesso em: 18 out. 2019.

LEMOS, G. S. **Ecosistema de startups agtech no Brasil: inovação, competitividade e upgrading no agronegócio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão de Agronegócios) - Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2017.

LIMA, J. G. D. *et al.* Startups no agronegócio brasileiro: uma revisão sobre as potencialidades do setor. **Brazilian Journal of Production Engineering**, Espírito Santo, v. 3, n. 1, p. 107-121, jun./2017.

Disponível em:

http://teste.periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v3n1_10. Acesso em: 6 fev. 2020.

LOPES, N. F. **Desenvolvimento de sensores sem fio para o monitoramento do transporte de frutas e legumes.**

2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

LUCHETTI, A. **Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

MACHADO, B. F. **Sistema de monitoramento da qualidade do ar por meio de microsensores aplicado ao conceito de cidade inteligente.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica do Paraná, Londrina, 2017.

MACHADO, J. Agricultura de precisão em cultivo de morango. **Revista GEAMA**, Recife, v. 4, n. 1, p. 54-56, jan./mar. 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. *In*: MAGNONI JÚNIOR, L. *et al.* (org.). **JC na**

Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. Disponível em:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150>.

Acesso em: 18 jan. 2019

MENEZES, S. T. **Instrumentação para coleta telemétrica em tempo real de forças aplicadas em pedais.** 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e Automação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MILAGRE, A. P. A. *et al.* Mapeamento do uso de tecnologias no agronegócio na microrregião de Frutal. **Revista Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 9-23, ago. 2018.

NEUMANN, M. C. **Agricultura 4.0:** protótipo de um internet of things (IoT) na cultura da Lactuca Sativa. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

OLIVEIRA, C. L. V; ZANETTI, H. A. P. **Arduino Descomplicado:** como elaborar projetos de eletrônica. São Paulo: Érica S.A., 2015.

PARRONCHI, P. Os pioneiros do desenvolvimento e a Nova Agricultura 4.0: desenvolvimento econômico a partir do campo? The development pioneers and the New Agriculture 4.0: economic development from the countryside?. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 23., 2018., Niterói. **Anais [...].** Niterói: Sociedade Brasileira de Economia Política, 2018. Disponível em: <https://sep.org.br/anais/>. Acesso em: 18 jan. 2019.

RIEGER, F. C.; TRENNEPOHL, D. A relação agronegócio-

indústria no processo de desenvolvimento territorial: a relevância da indústria de maquinários agrícolas no Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1702-1722, jan. 2019. Disponível em:

<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1166/113>
2. Acesso em: 20 out. 2019.

ROCHA, A. S.; COSTA, H. T. V. **Integração entre o mundo real e o virtual no contexto da IoT: Internet das Coisas e Blynk operacionalidade e viabilidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SANTOS, R. A. **O processo de modernização da agricultura no sudoeste do Paraná**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

SCHWARTZ, C. **The reception of the information and communication technologies among familiar farmers in Santa Maria, Rio Grande do Sul**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SENA, J. *et al.* Simulação do comportamento da temperatura do solo através da temperatura do ar. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, p. 291-294, dez. 2013. Edição Especial.

SOUZA, P. M. *et al.* Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 57, n. 4, p. 594-617, dez. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?>

[script=sci_arttext&pid=S0103-20032019000400594&lng=en&nrm=iso](#). Acesso em: 29 mar. 2020.

STEINKE, R. G. **Projeto de uma interface homem-máquina de uma colhedora de grãos com foco em usabilidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019.

VALENT, J. Z. *et al.* Heterogeneidade estrutural: configurações organizacionais da agricultura familiar. **Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, RS, v. 23, n. 23, p. 1-14, set. 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/19059>. Acesso em: 21 mar. 2020.

VINICIUS, M.; GERIBELLO, R.; PINTO, S.; PAULETTI INOUE, J.; AMARANTE, M. Indústria 4.0 impactos da tecnologia da informação na nova indústria. **Revista Pesquisa e Ação**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 127-147, jun. 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/651>. Acesso em: 13 out. 2019.

WILKINSON, J.; RAMA, R. Indústria 2027: estudo de sistema produtivo – Agroindústrias. **Portal da Indústria**, Brasília, DF, maio 2018. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/5/industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo/#industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo-agroindustrias%20>. Acesso em: 22 jan. 2019.



Hábitos digitais dos produtores de frutas e hortaliças e sua relação com o perfil socioeconômico e o negócio rural

Leticia Graziella Teixeira Nunes^a, Willian Krause^b, Danielle Storck Tonon^c e Débora Luiza Fontana Gotardo^d

Resumo: A importância do uso da tecnologia da informação e comunicação (TIC) na agricultura é reconhecida mundialmente. O objetivo desta pesquisa foi analisar as relações do perfil socioeconômico dos produtores de frutas e hortaliças com o uso e a apropriação da TIC. Os dados foram coletados em pesquisa direta, por meio de questionário estruturado e variáveis

-
- a Bacharel em Administração. Mestranda em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola pela UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso. leticiagraziella1912@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4181-302X>.
- b Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Professor na UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso. krause@unemat.br. <http://orcid.org/0000-0002-5308-7715>.
- c Doutora em Ciências Biológicas. Professora na UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso. danistorck@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4402-0607>.
- d Bacharel em Administração com ênfase no Agronegócio. Mestranda em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola pela UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso. deborafgotardo@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4603-8314>.

quantitativas e qualitativas. A população pesquisada foram 162 produtores do município de Tangará da Serra-MT. Quanto ao perfil socioeconômico, 32% tem idade entre 51 e 60 anos, 63% possuem ensino fundamental, 58% têm renda familiar igual/superior de 4 salários-mínimos, 62% das propriedades possuem até 10 ha e apenas 51 produtores recebem assistência técnica. Os canais de comercialização mais utilizados são as feiras livres e a venda direta da propriedade para o comércio. O acesso à TIC ocorre através do celular e da internet e a apropriação através da pesquisa de preços e fornecedores e na compra de insumos e mercadorias. As variáveis que influenciam diretamente no uso da TIC são: idade, escolaridade e renda da propriedade. Conclui-se que, embora a maioria deles utilizem a TIC, os mesmos ainda não se apropriaram das vantagens que a mesma pode possibilitar no alcance de melhores resultados.

Palavras-chave: Comercialização. Tecnologia da Informação e Comunicação. Renda.

Digital habits of fruit and vegetable producers and their correlation with the socioeconomic profile and rural business

Letícia Graziella Teixeira Nunes^a, Willian Krause^b, Danielle Storck Tonon^c & Débora Luiza Fontana Gotardo^d

Abstract: The importance of using information and communication technology (ICT) in agriculture is been recognized worldwide. The aim of this research was to analyze the relationship between the socioeconomic profile of fruit and vegetable producers with the use and appropriation of ICT. The data were been collected in direct research, through a structured questionnaire also quantitative and qualitative variables. The surveyed population were 162 producers in Tangara da Serra municipality-MT. As for the socioeconomic profile, 32% are between 51 and 60 years old, 63% have elementary education, 58% have an equal / higher family income of 4 minimum wages, 62% of the properties have up to 10 ha and only 51 producers receive technical assistance. The most used marketing

a Bachelor's degree in Management. Master's student in Environment and Agricultural Production System at UNEMAT – Mato Grosso State University. leticia graziella1912@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4181-302X>.

b Ph.D. in Genetics and Plant Breeding. Professor at UNEMAT – Mato Grosso State University. krause@unemat.br. <http://orcid.org/0000-0002-5308-7715>.

c Ph.D. in Biological Sciences. Professor at UNEMAT – Mato Grosso State University. danistorck@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4402-0607>.

d Bachelor's degree in Management. Master's student in Environment and Agricultural Production System at UNEMAT – Mato Grosso State University. deborafgotardo@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4603-8314>.

channels are open markets and direct sale of the property for trade. Access to ICT occurs through cell phones, internet, appropriation through prices, suppliers research and the inputs and goods purchase. The variables that directly influence the ICT use are: age, education and property income. It is concluded that, although most of them use ICT, they have not appropriated the advantages yet that it can enable in achieving better results.

Keywords: Commercialization. Information and Communication Technology. Income.

Hábitos digitales de los productores de frutas y hortalizas y su relación con el perfil socioeconómico y la empresa rural

Letícia Graziella Teixeira Nunes^a, Willian Krause^b, Danielle Storck Tonon^c y Débora Luiza Fontana Gotardo^d

Resumen: La importancia del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la agricultura es reconocida en todo el mundo. El objetivo de esta investigación fue analizar las relaciones entre el perfil socioeconómico de los productores de frutas y hortalizas con el uso y apropiación de las TIC. Los datos fueron recolectados en investigación directa, a través de un cuestionario estructurado y variables cuantitativas y cualitativas. La población encuestada fueron 162 productores del municipio de Tangará da Serra-MT. En cuanto al perfil socioeconómico, el 32% tiene entre 51 y 60 años, el 63% tiene

a Bachiller en Administración. Estudiante de maestría en Medio Ambiente y Sistema de Producción Agropecuaria en UNEMAT - Universidad Estatal de Mato Grosso. leticiagraziella1912@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4181-302X>.

b Doctor en Genética y Fito-mejoramiento. Profesor de la UNEMAT - Universidad Estatal de Mato Grosso. krause@unemat.br. <http://orcid.org/0000-0002-5308-7715>.

c Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor de la UNEMAT - Universidad Estatal de Mato Grosso. danistorck@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-4402-0607>.

d Bachiller en Administración. Estudiante de maestría en Medio Ambiente y Sistema de Producción Agropecuaria en UNEMAT - Universidad Estatal de Mato Grosso. deborafgotardo@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4603-8314>.

educación básica, el 58% tiene un ingreso familiar igual / mayor de 4 salarios mínimos, el 62% de las propiedades tiene hasta 10 ha y solo 51 productores reciben asistencia técnica. Los canales de comercialización más utilizados son los mercados abiertos y la venta directa de la propiedad para su comercio. El acceso a las TIC se da a través de teléfonos celulares e Internet y la apropiación a través de la búsqueda de precios y proveedores y la compra de insumos y bienes. Las variables que influyen directamente en el uso de las TIC son: edad, educación e ingresos patrimoniales. Se concluye que, si bien la mayoría de ellos utilizan las TIC, aún no se han apropiado de las ventajas que les puede permitir para lograr mejores resultados.

Palabras clave: Comercialización. Tecnología de la Información y la Comunicación. Ingresos.

1. Introdução

A tecnologia da informação e comunicação (TIC) se tornou essencial no cotidiano das pessoas, e vem impactando diretamente as relações sociais e comerciais e impulsionando o desenvolvimento mundial (PEREIRA; SILVA, 2011). O aumento da população e, conseqüentemente, da sua necessidade de alimentos, também está transformando os sistemas alimentares, sendo necessária a adoção de novas tecnologias para contribuir com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável de um mundo livre de fome até 2030 (FAO, 2019).

Na agricultura, a TIC já é reconhecida mundialmente, pois as tecnologias digitais podem promover sistemas alimentares mais produtivos e sustentáveis, ajudando, conseqüentemente a suprir a demanda por alimentos (FAO,2019), além de gerar informações e conhecimentos sobre as atividades produtivas (MASSRUHÁ; LEITE; MOURA, 2016).

As frutas e hortaliças são fontes essenciais para uma alimentação saudável, além de grande importância econômica, haja vista que movimentam no Brasil mais de R\$ 100 bilhões anuais, produziram cerca de 53 milhões de toneladas em 2018 e geram mais de 13 milhões de empregos diretos e indiretos. Esses resultados indicam que a horticultura é uma ótima alternativa de cultivo, pode ser desenvolvida em pequenas áreas em relação a outras culturas, tem mercado consumidor mais acessível e é economicamente viável (KIST et al., 2018). Além disso, são realizadas por pequenos e médios produtores, caracterizados por mão de obra familiar, entretanto com baixa qualificação técnica (CNA, 2017).

Em Mato Grosso, cerca de 90% das frutas e hortaliças são produzidas pela agricultura familiar, sendo que dentre as frutas se destacam o cultivo da banana e do abacaxi, entretanto de acordo a SEPLAN/MT o estado possui elevado potencial para a produção de manga, caju, mamão e maracujá. Já a produção de hortaliças é

mais significativa nos municípios localizados mais próximos a grandes centros consumidores (EMBRAPA, 2014). De acordo com o IBGE (2017) as principais culturas de hortifrúti no estado são as frutas abacaxi, melancia, melão, banana, coco-da-baía, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, tangerina e uva. Em Tangará da Serra há predominância de mini e pequenas propriedades rurais, e dados da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural – EMPAER (2015) revelam que, em sua maioria, utilizam a horticultura como cultivo para obtenção de renda.

Embora grande parte da produção de frutas e hortaliças seja consumida pelo mercado interno e contribua para a segurança alimentar (CNA; ABRAFRUTAS, 2018), o setor também apresenta dificuldades como segmentação, baixa tecnologia de classificação, manuseio, armazenagem, perda pós-colheita, transporte e distribuição. Além disso, na venda da produção, a maioria dos agricultores sofrem redução dos preços de seus produtos por falta de conhecimento de mercado (TRENTO; SEPULCRI; MORIMOTO, 2011).

Embora as inovações tecnológicas do cultivo de hortaliças ainda não sejam muito conhecidas no Brasil, estas tecnologias estão mais acessíveis (CNA, 2017). Para Pereira et al. (2019) as TIC's promovem as atividades dos pequenos produtores e favorecem a sua comunicação com os clientes. Além disso aplicativos estão simplificando os processos e equipamentos como os smartphones estão possibilitando maior acesso a informações, comparação de preços e produtos, oportunizando maior segurança aos consumidores (CNA, 2017). As TIC's representam ainda, uma oportunidade para a inclusão social, já que permitem o acesso a informações, experiências e competências que auxiliam no aprendizado das pessoas e possibilita a apropriação de conhecimento (GAROFOLLO; TORRES, 2016).

Entretanto, o uso e a adoção das TIC's pelos agricultores dependem de uma série de fatores que envolvem o homem do campo e sua família (MENDES; BUAINAIN; FASIABEN, 2013), além de características socioeconômicas, da propriedade, grau de informação, sistemas produtivos e condições de mercado (SOUZA FILHO et al., 2011) e o principal gargalo para a adoção está mais ligado à questão de capacitação de pessoas do que ao custo (BOTEON; SILVA; DELEO, 2008).

Dada a importância da produção de frutas e hortaliças e de se conhecer e entender como os aspectos sociais, econômicos e culturais dos produtores podem refletir no uso e na adoção da tecnologia da informação e comunicação, o objetivo geral da pesquisa foi analisar as relações do perfil dos produtores de frutas e hortaliças com o uso e apropriação da tecnologia da informação e comunicação.

2. Materiais e métodos

A pesquisa é classificada como descritiva, tendo em vista que o seu objetivo principal foi a descrição de características de determinada população ou o estabelecimento de relação entre variáveis (GIL, 2010), além disso, considerada aplicada, uma vez que busca soluções para problemas existentes (JACOBSEN, 2009).

Os dados de natureza primária foram coletados através de pesquisa direta, realizada por meio de questionário estruturado, com perguntas abertas e fechadas, que abordam um conjunto de variáveis qualitativas e quantitativas, as quais exploradas conjuntamente, ampliam as informações (FONSECA, 2002).

A população pesquisada foram os produtores de frutas e hortaliças do município de Tangará da Serra-MT, localizado entre os municípios de Barra do Bugres, Brasnorte, Campo Novo do Parecis, Denise, Nova Olímpia, Porto Estrela e Santo Afonso, com população de estimada de 103.750 habitantes (IBGE, 2019),

perfazendo junto aos demais municípios o total de 225.786 habitantes e localiza-se a uma latitude 14°37'10" sul e a uma longitude 57°29'25", com 11.565,976 km². A cidade é caracterizada pela predominância de mini e pequenas propriedades rurais, as quais, utilizam a horticultura como cultivo para obtenção de renda.

Nesta pesquisa foi usada a amostragem probalística aleatória e o tamanho da amostra teve como base, dados do Censo Agropecuário (2017) que registram 227 estabelecimentos agropecuários com grupo de atividade econômica de horticultura e floricultura, somados ao grupo de produção de lavouras temporárias com 57 unidades, totalizando uma população de 284 produtores, com nível de confiança de 95% e erro amostral de 5%, foram pesquisados 162 produtores.

Os dados foram analisados através de estatística descritiva, de modo a possibilitar traçar o perfil socioeconômico e os hábitos digitais dos produtores de frutas e hortaliças. Para avaliar a influência de cada uma das variáveis do perfil econômico (Idade, Sexo, Escolaridade e Renda da Propriedade) sobre a utilização da TIC, foram utilizados os Modelos Lineares Generalizados (GLMs), com distribuição binomial, submetidos à ANOVA, com significância avaliada pelo teste χ^2 .

Posteriormente, se verificou a correlação entre as mesmas e, devido à baixa colinearidade ($VIF < 5$), foi construído um modelo global com todas as variáveis. Para escolher o modelo que incluísse as variáveis que melhor explicam o uso da TIC, a função *dredge*, do pacote MuMIn (BARTON, 2019) para ranquear os modelos do menor ao maior valor de AICc.

Burnham e Anderson (2002) sugerem que os melhores modelos são aqueles com menores valores de AICc e que modelos com $\Delta AICc < 2$ podem ser considerados equivalentes. Em seguida, construiu-se um melhor modelo médio a partir dos modelos selecionados, utilizando a função *model.avg* do pacote

(MuMIn). Foram realizados todos os testes e análises estatísticas no software R versão 3.4.2 (TEAM R CORE, 2018) e considerados significativos todos os testes que apresentaram valor de p menor ou igual a 0,05.

3. Resultados e discussões

O Censo Agropecuário 2017, nos resultados preliminares divulgados, demonstra que 72% dos estabelecimentos agropecuários no Brasil não possuem acesso à internet e 37% não possuem telefone. Em Mato Grosso, são 74% que não possuem acesso à internet e 25% não têm acesso à telefonia. Já em Tangará da Serra, 69% dos estabelecimentos agropecuários não possuem acesso à internet e 24% não tem telefone (IBGE, 2017).

No tocante aos produtores de frutas e hortaliças pesquisados, 44% das propriedades não tem conexão com a internet e 89% não possuem telefone fixo. Entretanto 98% dos entrevistados possuem telefone celular, sendo que 73% com conexão à internet. Desta forma, se pode observar que o acesso se dá principalmente através do celular e da internet. Dados da TIC domicílios (2018) demonstram que houve crescimento de 10% no acesso à internet nas áreas rurais de 2017 para 2018, atribuindo esse crescimento à melhoria da conexão e ampliação da conexão móvel (CETIC, 2018).

No que se refere à posse de equipamentos da tecnologia da informação, além do telefone celular, 25% dos produtores tem notebook, 19% possuem computador e 5% tablete. A presença de computadores nos domicílios sofreu uma redução de 8% de 2015 para 2018 sendo menos frequente ainda, em áreas rurais e classes mais baixas (CETIC, 2018).

Quanto a utilização da TIC, como já citado, 98% utilizam o celular, 70% dos entrevistados acessam a internet e somente 9% utilizam o computador para o negócio rural. De acordo com o Sebrae (2017) 95% dos produtores rurais do agronegócio no

Brasil utilizam celular, chegando a 97% no estado de Mato Grosso. Atualmente, somente 49% da população residente na área rural são usuários de internet, devido a questões de infraestrutura de acesso (CETIC, 2018). Daqueles que alegaram acessar a internet, 86% apresentam frequência diária, onde a maioria dos produtores (58%) declararam ficar conectado até 01 hora por dia. A frequência encontrada é similar aos dados divulgados pela TIC domicílios, de uso diário de 89% (CETIC, 2018).

Embora os produtores utilizem a TIC, observa-se que 57% utilizam a internet tanto para questões pessoais como para o seu negócio, 11% somente para questões pessoais e somente 1% para questões relacionadas exclusivamente para o negócio rural. Assim, se pode verificar que essas tecnologias já estão inclusas na rotina dos produtores, entretanto se pode observar que ainda há deficiência na utilização das mesmas para as atividades da propriedade.

Uma vez conhecido o acesso e a utilização da TIC pelos produtores, também é essencial a verificação da apropriação da mesma, ou seja, quando essas tecnologias passam a ser usadas para melhorar a gestão da propriedade e a interação entre os atores do meio rural (DEPONTI; KIRST; MACHADO, 2017).

A principal utilização da tecnologia da informação e comunicação pelos produtores de frutas e hortaliças é para pesquisa de preços e fornecedores (59%). Em 2018, 60% de todos os usuários da internet realizaram pesquisa de preços e fornecedores de acordo com a TIC Domicílios (2018). A correta pesquisa de preços e fornecedores, pode possibilitar a aquisição de insumos de melhor qualidade e preços mais acessíveis. Outro motivo de maior utilização da internet para o negócio rural pelos produtores de hortifrúti de Tangará da Serra é para a compra de insumos agrícolas e mercadorias (52,7%). No Brasil, este percentual alcança 53,9% dos produtores rurais e 64,7% em Mato Grosso (SEBRAE, 2017). O uso de insumos agrícolas promove o

aumento da produtividade e, conseqüentemente, pode maximizar os lucros.

Uma informação importante revelada pela pesquisa se refere à utilização da TIC como canal de comercialização, uma vez que 41% dos produtores alegaram que venderam produtos pela internet nos últimos doze meses, através de aplicativos como WhatsApp e Facebook. Neste aspecto a média do Brasil para os produtores do agronegócio é de 40,4% e média Mato Grosso de 35,7%. Em 2018, foram mais de 24 milhões (19%) de brasileiros que divulgaram e venderam seus produtos pela Internet, sendo menos frequente na zona rural (CETIC, 2018).

Uma das maiores dificuldades da agricultura familiar consiste no processo de comercialização, que conforme Carvalho e Santos (2015) está relacionada à distância das propriedades dos centros consumidores, grau de isolamento e ao próprio mercado, que prefere produção em grande escala. Desta forma, o comércio eletrônico para comercialização de hortícolas pode trazer benefícios, como a rapidez no processo de transação, flexibilidade e eficiência do processo de venda, alcançar grandes públicos a menores custos de venda e de distribuição (LAURENZANI, 2008).

Embora sejam utilizados aplicativos como Facebook e WhatsApp, 89% não conhece nenhum aplicativo específico para o meio rural e somente 7% utilizam aplicativos voltados a este setor, e ainda 7% possuem páginas Web ou perfil do negócio nas redes sociais.

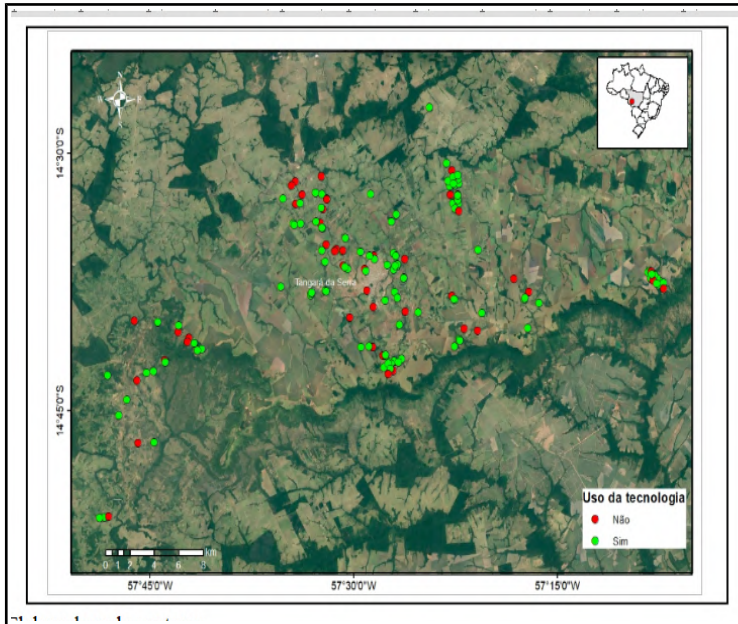
Para capacitação via internet, 88% nunca fizeram curso on-line e 50% de todos os entrevistados não tem interesse em cursar. Percentual bem elevado em relação aos produtores rurais brasileiros, uma vez que somente 28% alegaram nunca terem realizados cursos pela internet (SEBRAE, 2017). A pesquisa também evidenciou que, para os produtores de frutas e hortaliças, a maior demanda de informações no meio rural se refere ao

manejo da produção, assistência e orientação técnica, seguida por controle de pragas e insetos.

Para Cavalheiro et al. (2018) a tecnologia e o agronegócio se tornaram aliados, representando um canal privilegiado para o acesso à informação, fonte de conhecimento e oportunidades e, analisar o uso, a apropriação e a dependência dessa tecnologia possibilita uma visão do futuro (BOLZAN et al., 2013). Entretanto, para Três et al. (2015) a informatização, no meio rural, depende do nível de escolaridade e do tamanho da área das propriedades, tendo como fatores limitantes da sua adoção a falta de qualificação e a dificuldade de implementar controles. No estudo realizado por Boteon e Silva (2008), que analisaram a adoção da tecnologia da informação na horticultura brasileira, concluiu que a maior dificuldade se encontra na capacitação de pessoas e não ao custo. Tais dados corroboram com a FAO (2019), que apresenta como desafios da digitalização da agricultura aspectos como alfabetização, nível financeiro e habilidades digitais, e que o principal obstáculo é o capital humano, o qual deve ser valorizado (PATIL et al., 2008).

Neste contexto, e de acordo com as informações levantadas na pesquisa se torna importante analisar as relações do perfil socioeconômico dos produtores e as características das propriedades com o uso e a apropriação da TIC. Para a FAO (2019) um dos desafios do uso da TIC é a limitação da área de cobertura das propriedades rurais, mas reconhece que o avanço da conexão móvel tem revolucionado o acesso ao conhecimento e informações. Assim, baseados na localização das propriedades, se verificou que a sua posição não interfere no uso da TIC (Figura 1).

Figura 1 – Localização das propriedades amostradas em Tangará da Serra – MT

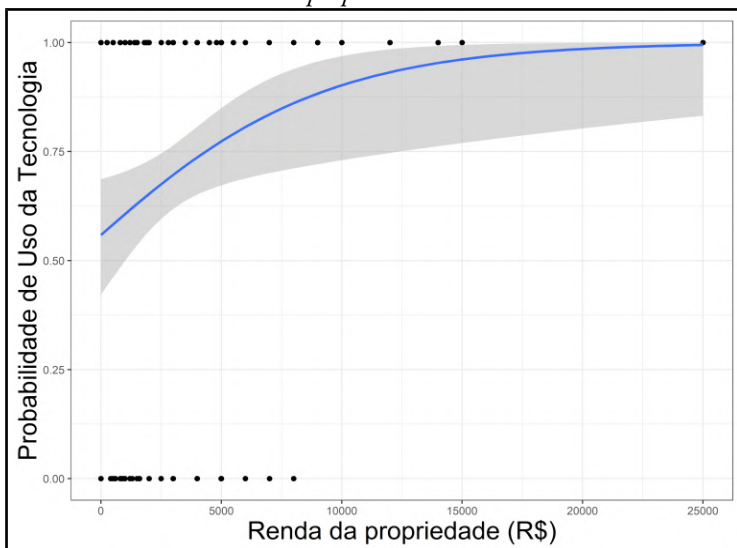


* Círculos em verdes e vermelhos representam propriedades que usam e não usam TIC, respectivamente.

Fonte: Autores.

No tocante a renda das propriedades, se verificou que a mesma não está relacionada com a quantidade de área, ou seja, áreas maiores não significam maior renda ao produtor (ANOVA: $p=0,28$; $F=451$). Para Melo e Vilela (2007) as culturas hortícolas produzem maior rentabilidade que qualquer outro cultivo temporário. Já como variável para a utilização da TIC, a renda da propriedade exerce influência direta no seu uso (Figura 2), quanto maior a renda da propriedade, maior a probabilidade de uso (ANOVA: $p<0,05$; $\chi^2=8,17$).

Figura 2 – Uso da TIC pelos produtores em relação com a renda das propriedades

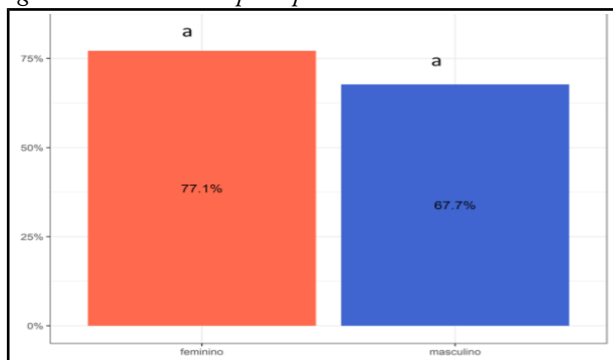


Fonte: Autores.

Quanto ao perfil econômico, na amostra os homens representam 78% dos entrevistados e 22% são mulheres. Dados da pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócio (AMBRA, 2017) concluiu que as mulheres utilizam mais a tecnologia, uma vez que 83% delas possuem smartphone e os homens 69%.

Entre os produtores de frutas e hortaliças de Tangará da Serra, o uso da tecnologia é igual entre os homens e mulheres (Figura 3), uma vez que não houve diferença significativa entre os sexos (ANOVA: $p=0,27$; $x^2=1,31$).

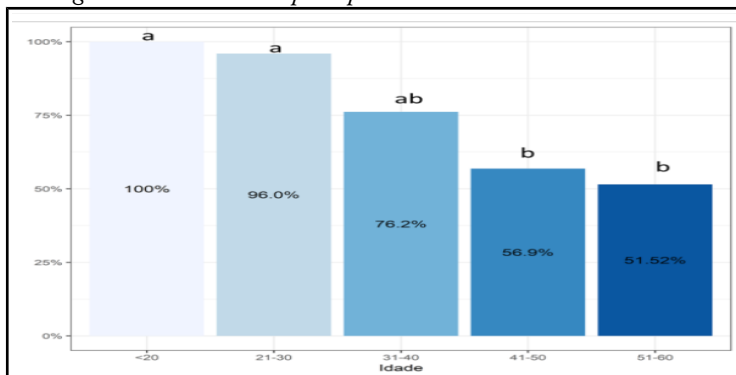
Figura 3 – Uso da TIC pelos produtores de acordo com o sexo



Fonte: Autores.

Com relação à variável idade, pode-se afirmar que mesma interfere no uso da TIC (ANOVA: $p < 0,05$; $x^2 = 24,31$), uma vez que apresentou coeficiente significativo, ou seja, quanto maior a idade menor é o uso, que pode ser observada após os 40 anos (Figura 4). Dados da TIC Domicílios (2018), também demonstraram a variação do uso da internet de acordo com a idade, somente 28% dos indivíduos que usaram a internet em 2018 tinham idade igual ou acima de 60 (CETIC, 2018).

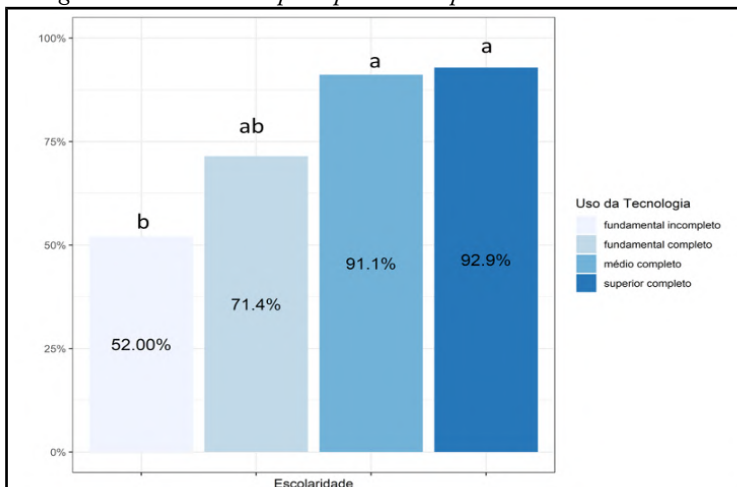
Figura 4 – Uso da TIC pelos produtores de acordo com a idade



Fonte: Autores.

A variável escolaridade também apresentou significância (ANOVA: $p < 0,05$; $\chi^2 = 27,03$) no uso da TIC, podendo afirmar que os entrevistados com menos estudos diferem dos demais, ou seja, quanto maior o grau de escolaridade, maior será a utilização da TIC (Figura 5). A adoção e apropriação de TIC's pelos agricultores dependem de uma série de fatores relacionados ao homem do campo e sua família, entre eles, está o nível de instrução, ou seja, há maior concentração no uso de internet e computador nas propriedades onde o dirigente tem maior grau de instrução, o que conseqüentemente pode ampliar a sua capacidade de absorver conhecimentos e tecnologias (MENDES; BUAINAIN; FASIABEN, 2013). De acordo com a FAO (2019) o nível de educação influencia ainda, a forma de utilização, níveis mais elevados usam serviços mais avançados de negócios, nível mais baixo é voltado para comunicação.

Figura 5 – Uso da TIC pelos produtores por nível de escolaridade



Fonte: Autores.

Diante do cenário de carência de assistência técnica, tanto a nível nacional, estadual e municipal, se buscou verificar se o

acesso à assistência técnica entre os produtores de frutas e hortaliças em Tangará da Serra possui influência no uso da TIC, o qual ficou demonstrado que não há interferência (ANOVA: $p=0,36$; $x^2=0,81$).

Tabela 1 – Efeitos das variáveis socioeconômicas no uso da TIC pelos produtores de frutas e hortaliças em Tangará da Serra –MT

Variável	Estimative	Std. Erro	Adjusted SE	Z value	P	-
Escolaridade	0,763	1,1	0,238	3,19	0,001	**
Idade	-0,659	0,237	0,225	2,92	0,003	**
Renda	0,001	0,224	0,001	0,931	0,351	
Área	-0,05	0,001	0,01	0,501	0,616	
Sexo	-0,04	0,01	0,28	0,155	0,876	
Assistência Técnica	-0,03	0,243	0,245	0,145	0,884	

* Resultado do modelo médio considerando todos os modelos com AICc < 2

Fonte: Autores.

Quando adicionadas todas as variáveis no modelo (sexo, escolaridade, idade, renda da propriedade, assistência técnica), as variáveis idade e escolaridade apresentam maior influência no uso da TIC (Tabela 1).

4. Conclusões

A pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de identificar a influência que variáveis do perfil econômico dos produtores de frutas e hortaliças exercem sobre o uso da TIC, uma vez que a mesma pode contribuir para a abertura de novos canais de comercialização, trazer conhecimento sobre processos produtivos e conseqüentemente melhorar a produtividade e maximizar os lucros.

Neste contexto, a pesquisa possibilitou identificar que as variáveis idade, escolaridade e renda da propriedade influenciam significativamente no uso da TIC, uma vez que a maioria dos produtores possuem idade acima de 40 anos e baixa escolaridade. Embora a maioria deles utilizem a TIC (70%), os mesmos ainda não se apropriaram das vantagens que a mesma pode possibilitar no alcance de melhores resultados.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MARKETING RURAL E AGRONEGÓCIO (AMBRA). **7ª Pesquisa Hábito do Produtor Rural**. 2017. Disponível em:

<https://pt.slideshare.net/VeronicaRRSouza/pesquisa-hbitos-do-produtor-rural-2017-abmra>. Acesso em: 16 de jun. 2020.

BARTON, K. **MuMIn**: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6. 2016. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>. Acesso em: 16 jun. 2020.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model Selection and Multimodel Inference**. 2nd ed. [s. n.]: Springer Book Archive, 2002. *E-book*.

BOTEON, M.; SILVA, R. C. da. Análise da adoção da tecnologia da informação na horticultura brasileira. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais** [...]. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2008. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/analise-da-adoacao-da-tecnologia-da-informacao-na-horticultura-brasileira-a-artigo-publicado-no-xlvi-congresso-da-sober-2008.aspx>. Acesso em:

28 abr. 2019.

CENTRO DE ESTUDOS SOBRE AS TECNOLOGIAS DA
INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO (CETIC). TIC

Domicílios: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e
comunicação nos domicílios brasileiros: 2017. São Paulo: Comitê

Gestor da Internet no Brasil, 2018. Disponível em:

https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_dom_2017_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 23 abr. 2019.

CARVALHO. C. O., SANTOS. A. C., CARVALHO, G. R. Rede
Brasil Rural: inovação no contexto da agricultura familiar. **Rama:**
Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, v. 8, n. 1, p.
79-94, jan./abr. 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138396/1/Cnpgl-2015-RevAgronMAmb-Rede.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CAVALHEIRO, *et al.* A Tecnologia da Informação no
Agronegócio: uma Revisão Bibliográfica. *In:* AMOSTRA DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E
EXTENSÃO, 18., 2018, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul:
Universidade de Caxias do Sul, 2018. Disponível em:
<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xviiimostrappga/paper/viewFile/5937/1968>. Acesso em: 15 jun.
2020.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO
BRASIL (CNA). **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva
das hortaliças no Brasil**. Brasília, DF, 2017. Disponível em:
https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/bibliotecas/livro_fi_nal3_mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortalicas_08.pdf

f. Acesso em: 16 jun. 2020.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Hortifruti**. Saber e Saúde. Cenário Hortifrúti Brasil. 2018. Disponível em: <https://conteudo.saberhortifruti.com.br/cenario-hortifruti-brasil>. Acesso em: 27 abr. 2019.

DEPONTI, C. M.; KIRST, R. B. B.; MACHADO, A. As inter-relações entre as TIC e a Agricultura Familiar. **RECoDAF: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 3, n. 1, p. 4-23, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/47>. Acesso em: 27 abr. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Contextualização da Agricultura Familiar em Mato Grosso: 2ª Oficina de concertação estadual de Mato Grosso**. Sinop, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/71781593-Contextualizacao-da-agricultura-familiar-em-mato-grosso.html>. Acesso em: 27 abr. 2019.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA (FAO). **Tecnologias digitales em la agricultura y las zonas rurales**. Roma, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GARAFOLO, A. C. S.; TORRES, T. Z. Apropriação de saberes ambientais mediados pelas tecnologias de informação e

comunicação (TIC). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 8., 2011, Bento Gonçalves. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905616/1/886541.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 25 abr. 2020.

JACOBSEN, A. L. **Gestão por resultados, produtividade e inovação**. Florianópolis: UFSC, 2009.

KIST, B. B. *et al.* **Anuário brasileiro de horti&fruti 2019**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2018. Disponível em http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf. Acesso em: 16 jun. 2020.

LOURENZANI, W. L. Capacitação gerencial de agricultores familiares: uma proposta metodológica de extensão rural. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 313-322, 2006, Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/7052669.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agricultura Digital. **RECoDAF: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016. Disponível em:

<https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/18>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MELO, P. C. T.; VILELA N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. *In*: REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS, 13., 2007, Brasília, DF. *Anais [...]*. Recife: ABH, 2007. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf. Acesso em: 28 abr. 2020.

MENDES, C. I. C; BUAINAIN, A. M.; FASIABEN, M. C. R. Acesso ao computador e à internet na agricultura brasileira: uma análise a partir do Censo Agropecuário 2006. CONGRESSO DA SOBER, 51., 2013, Belém. *Anais [...]*. Brasília, DF: CNPTIA, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89103/1/AcessoSOBER2013.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

PATIL, V. C. *et al.* Adoption of Information and Communication Technology (ICT) for agriculture: an Indian case study, 2008. *In*: WORLD CONFERENCE ON AGRICULTURAL INFORMATION AND IT, 2008. *Anais [...]*. Índia: CABI, 2008. Disponível em: <https://www.cabi.org/GARA/FullTextPDF/2008/20083298229.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2020.

PEREIRA, D. M.; SILVA, G. S. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, Vitória da Conquista, v. 7, n. 8, 2020. Disponível em: <http://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/view/1935>.

Acesso em: 17 jul. 2020.

PEREIRA, T. G. N. *et al.* Uso das tecnologias da informação e comunicação pela agricultura familiar: um estudo de caso no assentamento Reunidas. *In*: RODRIGUES, F. A.; MOREIRA, F. M.; SANT'ANA, R. C. G. **Tecnologias de acesso a dados para a gestão de pequenas propriedades rurais**. Tupã: Faculdade de Ciências e Engenharia, 2019. p. 55-80. Disponível em: <https://dadosabertos.info/events/ecodaf/vecodaf.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Estudo de mercado – Agronegócio: Horticultura**. Bahia, 2017. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Horticultura%20na%20Bahia.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SOUZA FILHO *et al.* **Agricultura Familiar e tecnologia no Brasil**: características, desafios e obstáculos. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2011. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/09O442.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

TRENTO, E. J.; SEPULCRI, O.; MORIMOTO, F. **Comercialização de frutas, legumes e verduras**. Curitiba: Instituto Emater, 2011. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/560455c4f123d.pdf>. Acesso

em: 20 jun. 2020.

TRÊS, C. D. de *et al.* A administração e a tecnologia de informação no setor rural do Mato Grosso. *In*: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Anais** [...]. Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010. 4 p. SOBER. Resumo 809.

POSTER-Economia e Gestão no Agronegócio. Campo Grande, MS: SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2015. Disponível em:

<http://www.sober.org.br/palestra/15/809.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.



Estudo de tempos e movimentos para mensurar a produtividade da mão de obra nas plantações de palma de azeite de palma na Colômbia: O caso da polinização artificial

Jhonatan Eduardo Camperos^a, Edgar Ignacio Barrera^b e Mauricio Mosquera-Montoya^c

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de um estudo de tempo e movimento, com o objetivo de melhorar a rentabilidade de uma nova tecnologia lançada pelo Centro Colombiano de Pesquisa de Azeite, que leva o nome de polinização artificial. Este estudo foi realizado em uma pequena plantação de palma na Colômbia que polinizava as palmas por equipes de dois trabalhadores e estava interessado em demonstrar se era possível polinizar por meio de um único trabalhador. Os resultados indicam que é mais lucrativo realizar

a Engenheiro Agrônomo. Colaborador na CENIPALMA/Colômbia. jcamperos@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-5133-4225>.

b Engenheiro Agrônomo. Colaborador na CENIPALMA/Colômbia. iebarrera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-9394-3643>.

c Doutor em Economia dos Recursos e Alimentos. Colaborador na CENIPALMA/Colômbia. mmosquera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-0637-7779>.

a polinização por um único trabalhador, pois alguns processos são repetidos pelos dois trabalhadores da equipe. Isso é verdade para os diferentes níveis de produção, que são expressos em termos de inflorescências a tratar por hectare (densidade da inflorescência). De fato, passar de dois trabalhadores a um para a polinização artificial economizou até 219.562 COP por hectare ao ano, o que equivale a uma redução nos custos de produção de 4,4%.

Palavras-chave: *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*. 1-Naphthaleneacetic acid (NAA). Azeite de palma. Produtividade do trabalho.

A time and motion study to assess labor productivity in oil palm plantations from Colombia: The case of the artificial pollination

Jhonatan Eduardo Camperos^a, Edgar Ignacio Barrera^b & Mauricio Mosquera-Montoya^c

Abstract: This paper presents the results of a time and motion study, aimed at improving the cost-efficiency of a novel technology released by the Colombian Oil Palm Research Center, named after artificial pollination. This study was carried out at a small-scale oil palm plantation from Colombia which used to pollinate their palms by teams conformed by two workers and was interested in proving if it was possible to pollinate by means of a single worker. Results indicate that it is more cost efficient to perform the pollination by a single worker, because some processes are repeated by the two workers of the team. This is true for different levels of yield, which are expressed in terms of inflorescences to treat per hectare (inflorescences density). In fact, going from two workers to one in order to perform artificial pollination, has saved up to

a Agronomist Engineer. Collaborator at CENIPALMA/Colombia. jcamperos@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-5133-4225>.

b Agronomist Engineer. Collaborator at CENIPALMA/Colombia. iebarrera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-9394-3643>.

c Ph.D. in Resource and Food Economics. Collaborator at CENIPALMA/Colombia. mmosquera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-0637-7779>.

COP 219.562 per hectare a year, which is equivalent to a reduction in the production costs of 4,4%.

Keywords: *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*. 1-Naphthaleneacetic acid (NAA). Oil palm. Labor productivity.

Estudio de tiempos y movimientos para la productividad de la mano de obra en plantaciones de palma aceitera de Colombia: El caso de la polinización artificial

Jhonatan Eduardo Camperos^a, Edgar Ignacio Barrera^b y Mauricio Mosquera-Montoya^c

Resumen: Este trabajo presenta los resultados de un estudio de tiempos y movimientos, destinado a mejorar la rentabilidad de una tecnología novedosa lanzada por el Centro Colombiano de Investigación en Palma de Aceite, que lleva el nombre de polinización artificial. Este estudio se llevó a cabo en una plantación de palma aceitera a pequeña escala de Colombia que solía polinizar sus palmas por equipos conformados por dos trabajadores y estaba interesada en demostrar si era posible polinizar por medio de un solo trabajador. Los resultados indican que es más rentable realizar la polinización por un solo trabajador, porque algunos procesos son repetidos por los dos trabajadores del equipo. Esto es cierto para los diferentes niveles de rendimiento, que se expresan en términos de inflorescencias para tratar por hectárea (densidad de inflorescencias). De hecho,

-
- a Ingeniero Agrónomo. Colaborador de CENIPALMA/Colombia. jcamperos@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-5133-4225>.
- b Ingeniero Agrónomo. Colaborador de CENIPALMA/Colombia. iebarrera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-9394-3643>.
- c Doctor en Economía de Recursos y Alimentos. Colaborador de CENIPALMA/Colombia. mmosquera@cenipalma.org. <http://orcid.org/0000-0002-0637-7779>.

pasar de dos trabajadores a uno para realizar la polinización artificial, ha ahorrado hasta 219.562 COP por hectárea al año, lo que equivale a una reducción de los costos de producción del 4,4%.

Palabras clave: *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*. Acido naftaleno acético (ANA). Palma de aceite. Productividad del trabajo.

1. Introdução

El cultivo de la palma de aceite en Colombia se ha venido constituyendo en una alternativa legal para la generación de ingreso para agricultores de pequeña y mediana escala (GIRÓN; MAHECHA, 2015). La producción nacional ha crecido de manera importante y más del 50% del producto tiene como destino el mercado internacional. De hecho, para junio del 2020 el aceite de palma crudo (APC) ocupa el segundo lugar en exportaciones de productos agropecuarios, alimentos y bebidas del país (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [DANE], 2020).

Sin embargo, el APC de Colombia es poco competitivo frente al de los grandes exportadores del sudeste asiático. El costo de la mano de obra es el factor que explica los mayores costos de producción en Colombia, ya que en Colombia los trabajadores han logrado garantías como el pago de prestaciones sociales y un empleo bien remunerado, en comparación con el resto de la ruralidad colombiana (MOSQUERA-MONTOYA et al., 2019). Dado que no se concibe desde ningún punto de vista desmejorar las condiciones laborales de los trabajadores de los cultivos de palma, deben buscarse estrategias que hagan más eficiente la inversión en este factor de la producción.

En este contexto, se resalta la introducción de una tecnología encaminada a incrementar la productividad de la agroindustria, como es el caso de la polinización artificial. Esta tecnología se liberó en 2018 y ha impactado positivamente la producción de aceite por hectárea (ROMERO, 2018). Sin embargo, es altamente demandante de mano de obra, costosa y aún se están estudiando los pormenores del rendimiento de la labor (MOSQUERA-MONTOYA et al., 2019).

Este trabajo se dirige a llenar este vacío en el conocimiento de la eficiencia de la mano de obra, para la labor de polinización en una plantación de pequeña escala, para lo cual se implementó

un estudio de tiempos y movimientos. Se debe agregar que este tipo de estudios han sido implementados para diferentes labores en la agroindustria colombiana de la palma de aceite (CAMPEROS et al., 2020; FONTANILLA et al., 2016; MOSQUERA-MONTOYA; SÁNCHEZ, 2006; MUNEVAR et al., 2020; SÁNCHEZ et al., 2009).

2. Metodología







2.1 Ubicación

El estudio se realizó la plantación Campo Experimental el Palmar de la Vizcaína (CEPV) perteneciente a la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). El CEPV está ubicado en la vereda Peroles a 32 kilómetros del municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander (Colombia). En el CEPV la temperatura media anual es de 28,1 °C, humedad relativa promedio año de 76 % y precipitación anual acumulada promedio de 3.297 mm. El CEPV cuenta con 31,6 hectáreas (ha) sembradas con cultivares de palma de aceite híbridos *Elaeis guineensis* x *Elaeis Oleífera* (OxG) con 8 años de siembra.

2.2 Descripción de la labor y diagrama de procesos

El diagrama de procesos de la labor se construyó a partir de las actividades observadas en campo durante la jornada laboral, desde la llegada del operario de polinización a la empresa hasta la entrega de los registros diarios en las oficinas. Para su construcción se utilizaron las convenciones de la Asociación de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos (ASME, por sus siglas en inglés) adaptada por Cenipalma (SÁNCHEZ; FONTANILLA; MOSQUERA-MONTOYA, 2010) (Figura 1).

Figura 1 – Simbología utilizada para establecer el diagrama de operaciones

Símbolo	Proceso	Actividad de cultivo
	Operación	Es cuando se produce o efectúa algo: para la palma de aceite pueden ser: acondicionar herramientas, cortar hojas y racimos, recoger fruto suelo, aplicar fertilizantes, registrar palma enferma, registrar estructuras, erradicar palma, etc.
	Transporte	Es cuando se cambia de lugar o se mueve: desplazamiento al lote, desplazamiento por las líneas de palma, desplazamiento a los puntos de acopio, desplazamiento a planta extractora, desplazamiento a la siguiente palma, etc.
	Inspección	Es cuando se verifica calidad o cantidad: inspección palma, inspeccionar madurez de los racimos, inspeccionar calidad de cosecha, etc.
	Demora	Es cuando se interfiere o retrasa el paso siguiente: retrasos por falta de insumos (fertilizantes, glifosato, etc.), daños en la maquinaria, etc.
	Almacenamiento	Es cuando se guarda o se protege: guardar herramientas de trabajo.
	Decisión	Es cuando se tiene la opción de seguir realizando la actividad o se pasa a otra.

Fuente: ASME, adaptada por Sánchez, Fontanilla e Mosquera-Montoya (2010).

La observación de la labor se realizó durante dos semanas y se complementó con entrevistas a los operarios de polinización. Se consideró la frecuencia de la aplicación, equipos, herramientas e insumos utilizados. Finalmente, se construyó el diagrama de procesos y se identificó el ciclo básico de la polinización artificial (actividades que tienen una mayor frecuencia a lo largo de la jornada laboral).

De igual manera, se identificaron los suplementos y elementos extraños observados durante la jornada laboral. Los suplementos son una compensación en tiempo que reconoce la disminución en el rendimiento del trabajador a lo largo de la jornada laboral (por fatiga y calor) y también el tiempo que se dedica a necesidades personales como alimentación, hidratación y descanso. Los elementos extraños son aquellas demoras que no hacen parte de las actividades propias de la labor, como conversaciones, llamadas telefónicas, daños en los equipos, entre otros.

2.3 Estudio de tiempos

Con el diagrama de proceso de las actividades desarrolladas durante la jornada laboral, se procedió a medir la duración de cada una de ellas, por medio de formularios digitales diseñados en el programa Cybertracker (versión 3.496) (Figura 2).

Figura 2 – Formulario de Cybertracker para el estudio de tiempos

Elementos	
Diagonal	Inspección
Apertura	Aplicación
Marca	Conteo
Recargar bomba	Registro de datos
Despla fuera del l	Elemento Extraño
Recep equipos-ins	Desplaza al lote
Prepar del equipo	Desplaza al Alma
Entrega de equipo	Fin de la labor



Fuente: Formularios diseñados para la investigación.

En estos formularios se registró el nombre del operario de polinización, el lote y las actividades levantadas mediante el diagrama de proceso, con el fin de que el analista de tiempos haga clic sobre la actividad, cada vez que esta tiene lugar. Dado que el programa registra la hora, los minutos y segundos, la duración de la actividad se obtiene a partir de la diferencia entre los tiempos observados en cada actividad.

2.4 Tamaño de muestra

La labor de polinización artificial se realiza por dos cuadrillas compuestas por un Identificador, quien realiza la

búsqueda y marcación de las inflorescencias a aplicar, y un Aplicador, quien se encarga de aplicar el producto sobre las inflorescencias (ANA líquido). Para definir el tamaño de muestra, es decir el número mínimo de ciclos básicos a considerar, se realizó un muestreo a las labores de los dos operarios que componen la polinización artificial (Identificación y Aplicación). Posteriormente, se consideraron la varianza muestral y el error relativo del 3 % de la media (error absoluto) y por medio de la Eq. 1 (MARTÍNEZ, 2012) se determinó que el tamaño de muestra para la labor de Identificación es de 700 ciclos y para la labor de Aplicación es de 1.097 ciclos básicos , con un nivel de confianza del 95% (Tabla 1). Los tiempos correspondientes a estos ciclos básicos fueron recolectados durante 10 jornadas laborales completas.

Eq. 1:

$$n_0 = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

Siendo que: Z = valor según tabla de distribución normal con un nivel de confianza del 95 %, S² es la varianza muestral y E= Error Absoluto.

Tabla 1 - Resultados de los muestreos preliminares y estimación del tamaño de muestra

Parámetro	Labor	
	Identificación	Aplicación
Tamaño de muestra preliminar (n)	171	133
Media (s)	61,39	55,22
Varianza (s²)	618,21	784,01
Error Absoluto (s)	1,84	1,66
Tamaño de muestra (n)	700	1.097

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

2.5 Análisis de los ciclos básicos

Los ciclos básicos del Identificador y el Aplicador fueron

analizados con base en la metodología propuesta por CAMPEROS et al., (2020), en la cual se establece que los tiempos se deben agrupar de acuerdo con el número de inflorescencias tratadas por cada palma. La duración del ciclo es la sumatoria de las medianas de cada una de las actividades que componen la labor del Identificador o el Aplicador, lo cual se define como el tiempo normal.

2.6 Unificación de la labor

Con los resultados obtenidos en el estudio de tiempos se propuso un ajuste de la labor, de manera que las cuadrillas pasaran de tener dos personas, a tener una sola persona. Antes de tomar la decisión se hizo una simulación de la unificación de la labor, sumando al tiempo del Identificador, los tiempos de aplicación y desplazamiento entre palmas (diagonal) que fueron registrados al Aplicador.

Obteniendo así una duración hipotética de los ciclos básicos clasificados por el número de inflorescencias aplicadas. Cabe aclarar que el tiempo de desplazamiento entre palmas (diagonal) fue tomado del Aplicador, debido a que el operario carga la bomba de espalda con el producto (mayor esfuerzo, menos velocidad). Este ejercicio de simulación arrojó incrementos en la eficiencia de la labor de polinización. Con los resultados de la “unificación de la labor” se procedió a implementar esa modificación en el CEPV. De nuevo, se realizó un estudio de tiempos de la labor unificada (CAMPEROS et al., 2020).

2.7 Análisis del rendimiento

Para determinar el tiempo requerido por hectárea se multiplicó el tiempo normal por categoría (0, 1, 2 y 3 inflorescencias por palma) por la cantidad de palmas de cada categoría (Tabla 2).

Tabla 2 – Estimación de la distribución de la cantidad de palmas por categoría por hectárea en tres escenarios de baja, media y alta densidad de inflorescencias

Densidad de inflorescencias	Categorías	Ciclos observados	Proporción de palmas	Palmas/ha
Baja densidad (62 inflorescencias/h a)	0 inflorescencias	315	0,58	67
	1 inflorescencia	175	0,32	37
	2 inflorescencias	50	0,09	11
	3 inflorescencias	3	0,01	1
	Total	543		116
Media densidad (112 inflorescencias/h a)	0 inflorescencias	143	0,30	35
	1 inflorescencia	217	0,46	53
	2 inflorescencias	103	0,22	25
	3 inflorescencias	11	0,02	3
	Total	474		116
Alta densidad (157 inflorescencias/h a)	0 inflorescencias	47	0,22	25
	1 inflorescencia	67	0,31	36
	2 inflorescencias	82	0,38	44
	3 inflorescencias	21	0,10	11
	Total	217		116

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

Finalmente, el rendimiento de la jornada laboral (ha/jornal) se determinó considerando el tiempo efectivo, es decir, el tiempo que dedican los operarios a realizar los ciclos básicos de la labor. El tiempo efectivo se dividió por el tiempo que toma realizar la labor de polinización en una hectárea (dividida o unificada). Se consideraron tres escenarios de número de inflorescencias por hectárea, denominada densidad de inflorescencias, ello es importante porque el número de inflorescencias a polinizar tiene un comportamiento estacional (Tabla 2).

2.8 Análisis de costos

El costo de la mano de obra de la polinización artificial fue estimado para las 31,6 ha de la plantación CEPV, realizando la labor de polinización con frecuencia semanal, en el mismo lote.

Para el análisis se tuvo en cuenta el rendimiento por hectárea obtenido para cada conformación de las cuadrillas (labor dividida y labor unificada). Se consideraron tres escenarios de densidad de inflorescencias (62, 112 y 157 inflorescencias/hectárea). Como remuneración a la mano de obra se consideró el valor diario del salario mínimo legal vigente en Colombia \$ 55.594/día en 2020, incluye prestaciones sociales (\$ 1 USD equivale a \$ 3.500 COP).

3. Resultados

3.1 Descripción de la labor y diagrama de procesos

La plantación CEPV desarrolla la polinización artificial con ANA en solución líquida, aplicando 120 mL de la solución por inflorescencia al momento de la antesis y dos refuerzos a los 7 y 14 días después de la antesis. La frecuencia de entrada a los lotes para la aplicación es semanal. Para la preparación de la mezcla se siguen los pasos recomendados por Cenipalma para realizar una solución de 1 litro (L) (ROMERO et al., 2018), donde inicialmente se diluye el ANA en Etanol, luego se agrega a la mezcla Tween 80, coadyuvante y finalmente, el corrector de pH. Para el caso de CEPV se realiza la mezcla para una solución final de 10 L (Tabla 3).

Tabla 3 – Componentes para una solución final de 10 litros

Componente	Unidad	Cantidad para 10 L de solución
Coadyuvante (Carrier)	mL	25
Tween 80	mL	30
Etanol	mL	267
Corrector de pH (Cosmoaguas)	g	5
ANA	g	12

Fuente: Adaptado de (ROMERO et al., 2018).

La labor de polinización artificial es desarrollada por cuadrillas de dos operarios. El primer operario es el Identificador, el cual tiene la función de identificar y registrar las

inflorescencias a aplicar. El segundo operario es el Aplicador y es quien tiene el objetivo de aplicar las inflorescencias identificadas. Para realizar la labor de identificación, el operario cuenta con un gancho metálico que le permite retraer las brácteas pedunculares que recubren la inflorescencia. Para el registro de los datos, utiliza el programa Geopalma Pro (versión 0.0.9 - Beta) instalado en un celular smartphone (Figura 3). Para el caso del Aplicador, este cuenta con una bomba de espalda Royal Condor con capacidad de 20 L para la aplicación de la mezcla.

Figura 3 – Equipos utilizados por el Identificador (izquierda) y el Aplicador (derecha)



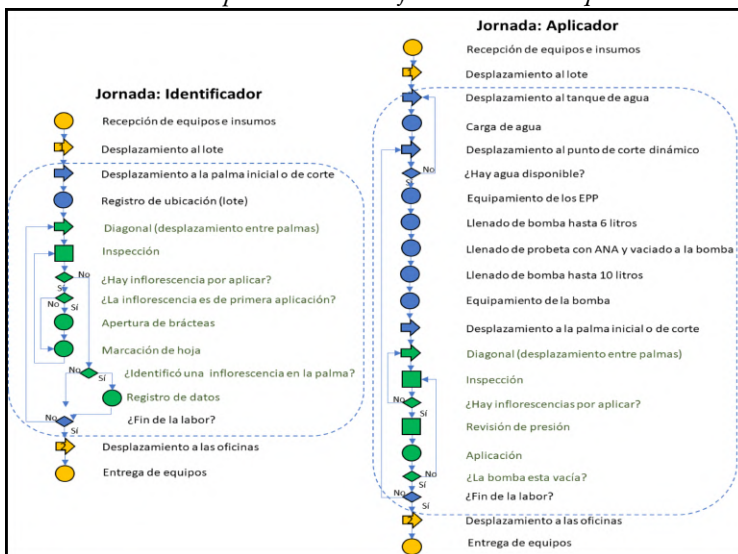
Fuente: Autores.

Con base en lo anterior, se realizó el diagrama de procesos para las dos labores (Figura 4). Dado que la cuadrilla se desplaza en el mismo sistema de transporte, al inicio de la jornada laboral se presenta una serie de actividades conjuntas como lo son la recepción de equipos e insumos y el desplazamiento al lote para iniciar sus labores en campo. A partir de ese momento, se inician las labores por separado para cada operario.

Para el caso del Identificador, el operario se ubica en la palma de inicio y comienza sus actividades. Su ciclo básico está compuesto por el desplazamiento entre palmas o diagonal, al llegar a la palma realiza la inspección, que es la búsqueda de inflorescencias por aplicar. Si encuentra una inflorescencia en anthesis (primera aplicación) debe realizar la apertura de brácteas, la cual consiste en la retracción de las brácteas pedunculares de la

inflorescencia. Finalmente, el Identificador realiza el registro de datos de las inflorescencias aplicadas en la palma, dando fin al ciclo básico. Luego, el operario se desplaza a otra palma (diagonal) para continuar con su labor hasta finalizar su tarea asignada. Cabe anotar que las palmas que no tiene inflorescencias por aplicar no son registradas en el sistema.

Figura 4 – Diagrama de procesos para el Identificador y Aplicador de la labor de polinización artificial con ANA líquido



* Símbolos de color amarillo: labores conjuntas y símbolos verdes: ciclo básico de la labor.

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

El Aplicador, antes de iniciar su labor (ciclos básicos) debe desplazarse al tanque de agua, y cargar el agua necesaria para su jornada. Luego, agrega la mezcla de ANA en la bomba con 10 L de agua y se dirige a la primera palma e inicia la labor. El ciclo básico del Aplicador tiene actividades similares a las del Identificador como el desplazamiento entre palmas (diagonal) y

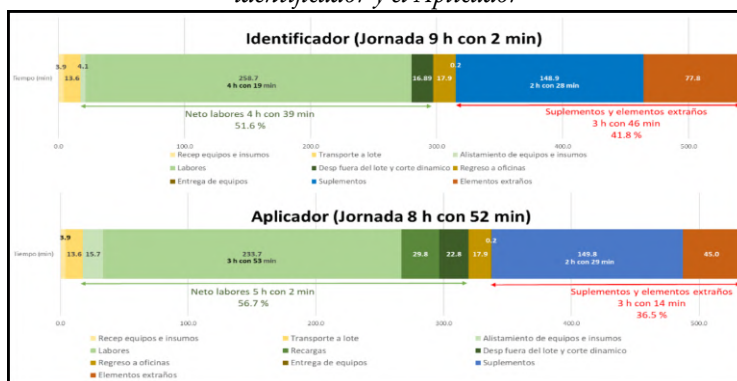
la inspección. No obstante, al encontrar una inflorescencia, el operario realiza la aplicación de la solución sobre ella y no registra los datos de inflorescencias aplicadas. El ciclo finaliza cuando el Aplicador haya tratado todas las inflorescencias, previamente identificadas en la palma. Al terminar la jornada laboral los dos operarios se desplazan a las oficinas para la entrega de equipos.

3.2 Tiempos y movimientos

3.2.1 Jornada laboral

La jornada laboral inicia a las 6:00 a.m y tiene una duración, incluyendo la hora de almuerzo, de 9 horas (h) con 2 minutos (min) para el Identificador y 8 h con 52 min para el Aplicador. El Identificador tiene un tiempo efectivo (labores) de 4 h con 19 min; mientras que el del Aplicador fue 3 h con 53 min. La diferencia obedece a que el Aplicador realiza una operación adicional, que es la recarga de la bomba de espalda. Esta le toma 29 min y 48 s (29,8 min) (Figura 5).

Figura 5 – Jornada laboral de la labor de polinización artificial para el identificador y el Aplicador



Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

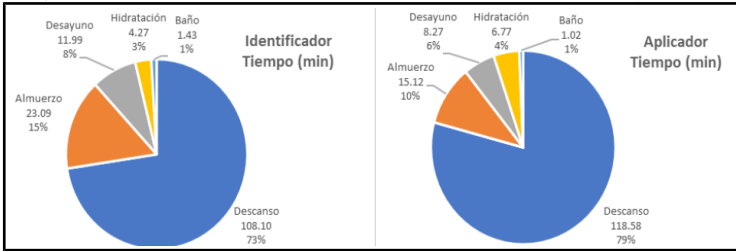
3.2.2 Suplementos y elementos extraños

La suma de suplementos y elementos extraños corresponde al 41,8 % de la jornada laboral del Identificador y el 36,5 % de la del Aplicador. Para el caso del Identificador, los elementos extraños tomaron 77,8 min (77 min con 48 s), y están representados principalmente por espera del compañero para salir del lote al finalizar la jornada laboral (30 min con 6 s) y conversación (25 min y 18 s). Para el caso del Aplicador, los elementos extraños representaron 45 min, explicados por conversación (18 min con 48 s) y espera en la apertura de inflorescencia (14 min con 42 s). Esta última demora es ocasionada porque el Identificador trabaja muy cerca al Aplicador, ocasionando que este último tenga que esperar a que realice la labor el Identificador. Como oportunidad de mejora se propone que el Identificador trabaje con al menos una hectárea de distancia al Aplicador, evitando que se encuentren los operarios durante la labor.

Los suplementos, corresponden a una compensación en tiempo por la fatiga que generan las condiciones en las cuales se realiza el trabajo (calor, humedad y carga de equipos), además del tiempo que le toman las actividades necesarias para el bienestar de los operarios (alimentación, hidratación, necesidades personales, entre otras).

Fontanilla et al., (2016) estimaron que para la labor de polinización asistida con polen *E. guineensis*, los suplementos fueron del 15 % (132 min) del tiempo de la jornada laboral de 8 horas (más una hora de almuerzo). Este valor de referencia se compara con 148,9 minutos para el Identificador y 149 min para el Aplicador (Figura 6).

Figura 6 – Duración de las actividades del ciclo básico en la jornada

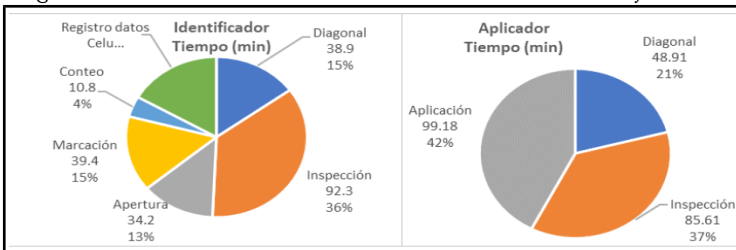


Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

3.2.3 El ciclo básico en la jornada laboral

Analizando la duración de las actividades del ciclo básico del Identificador y el Aplicador (Figura 7), se observa que los tiempos de inspección en búsqueda de inflorescencias para el Identificador de 92, 3 min (92 min con 18 s) y del Aplicador de 85, 6 min (85 min con 36 s) son similares, evidenciando que la marca que deja el Identificador no es fácil de divisar por parte del Aplicador. Esta situación se podría solucionar de dos maneras. La primera sería mejorar la visibilidad de la marca (colores, ubicación) y la segunda, unificar la labor. Es evidente que las actividades que desarrollan por separado se traslapan y podrían ser desempeñadas por un solo operario. Esta última, es decir, la unificación de la labor se desarrolla en este documento.

Figura 7 – Duración de las actividades del ciclo básico en la jornada



Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

3.3 Análisis de los ciclos básicos

3.3.1 Análisis de los ciclos básicos por labor

Para el periodo de estudio se realizó la observación de 1.548 ciclos básicos del Aplicador y 3.136 ciclos básicos del Identificador. El valor máximo de inflorescencias aplicadas en una palma fue de 3, luego se generaron cuatro categorías según número de inflorescencias a tratar por palma (0, 1, 2 y 3 inflorescencias por palma). La mayor variabilidad en el tiempo entre las categorías para el Aplicador obedeció a la actividad de aplicación de ANA (8 s para 1 inflorescencia - 21 s para 3 inflorescencias) (Tabla 4).

Tabla 4 – Duración de los ciclos básicos del Aplicador clasificados según el número de inflorescencias

Categorías	Diagonal	Inspección	Aplicación	Total
0 inflorescencia	7	8	-	15
1 inflorescencia	7	10	8	25
2 inflorescencias	7	11	17	35
3 inflorescencias	8	13	21	42

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

Para el Identificador, la inspección es la actividad que más impacta la duración de los ciclos básicos (8s para 0 inflorescencias y 19s para 3 inflorescencias) (Tabla 5). Note que el tiempo de desplazamiento entre palmas (diagonal) es mayor para el Aplicador, porque el operario carga la bomba de espalda.

Tabla 5 – Duración de los ciclos básicos del Identificador clasificados según el número de inflorescencias

Categorías	Diagonal	Inspección	Apertura	Marca	Registro	Total
0 inflorescencias	6	8	-	-	-	14
1 inflorescencia	6	14	8	2	7	37
2 inflorescencias	6	17	11	4	8	46
3 inflorescencias	6	19	13	5	8	51

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

3.3.2 Unificación de la labor

Al implementar la unificación de la labor en el CEPV, se analizaron 1.505 ciclos básicos.

Al comparar la duración estimada de la labor a partir de los datos recolectados para los dos operarios (hipotética), con las mediciones de tiempo tomadas a partir de la labor unificada, se observa que para cada categoría en la que se requiere aplicación de ANA, la estimación de la duración fue menor, al que efectivamente se midió en el CEPV (Tabla 6).

Este incremento se explica principalmente por la apertura de brácteas y la aplicación, ya que el operario ahora debe cargar el gancho (herramienta) y la bomba de espalda, ocasionando demora en las labores que requieren el manejo individual de ellas.

Tabla 6 – Duración de los ciclos básicos hipotéticos para la labor unificada, clasificados según el número de inflorescencias

Labor unificada	Clasificación	Diagnóstico	Inspección	Apertura	Marcado	Aplicación	Registro	Total
Hipotética	0 inflorescencias	7	8	-	-	-	-	15
	1 inflorescencia	7	14	8	2	8	7	46
	2 inflorescencias	7	17	11	4	17	8	64
	3 inflorescencias	8	19	13	5	21	8	74
Validada	0 inflorescencias	6	7	-	-	-	-	13
	1 inflorescencia	6	12	13,5	3	10	7	51,5
	2 inflorescencias	6	15	19	5	22	8	75
	3 inflorescencias	7	15,5	29	6	22,5	8	88
Diferencia (Hipotética vs Validada)	0 inflorescencias	-1	-1	-	-	-	-	-2
	1 inflorescencia	-1	-2	5,5	1	2	0	5,5
	2 inflorescencias	-1	-2	8	1	5	0	11
	3 inflorescencias	-1	-3,5	16	1	1,5	0	14

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

3.4 Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación

La labor de polinización artificial realizada por dos operarios presenta un mayor rendimiento en área (diferencia superior a 2 hectáreas) con respecto a un operario trabajando solo, para los tres escenarios de densidad de inflorescencias. También se observa que el incremento de la densidad de inflorescencias por hectárea ocasiona una disminución del rendimiento de la labor, específicamente 1,6 ha/jornal de diferencia, entre densidades de inflorescencias baja y alta. Cabe anotar que el rendimiento obtenido en la labor unificada para una alta densidad (2,2 ha/jornal), está por encima al rendimiento reportado por CAMPEROS et al., (2020) para la labor de polinización artificial con ANA en polvo (1,99 ha/jornal).

Si bien el rendimiento de la labor dividida es mayor, este diseño de puestos de trabajo requiere dos operarios (Identificador y Aplicador), lo cual incrementa la demanda de mano de obra y el

costo por hectárea, esto es cierto para todas las densidades de inflorescencias. Note que esta diferencia se reduce a medida que incrementa la densidad de inflorescencias por hectárea. La diferencia entre ambos métodos es de \$ 219.562/ha al año en baja densidad y de \$ 10.980/ha en alta densidad.

Tabla 7 - Estimación del rendimiento por cuadrilla y costos de la labor por hectárea

Densidad de inflorescencias	Labor	Rendimiento cuadrilla (ha/jornal)	Empleados requeridos (labor polinización)	Costo mano de obra (ha/año)
Baja (62 inflorescencias/ha)	Dividida	5,9	1,79	\$ 982.539
	Unificada	3,8	1,39	\$ 762.977
Media (112 inflorescencias/ha)	Dividida	4,9	2,15	\$ 1.180.145
	Unificada	2,6	2,00	\$ 1.097.809
Alta (157 inflorescencias/ha)	Dividida	4,3	2,45	\$ 1.344.816
	Unificada	2,2	2,43	\$ 1.333.838

Fuente: Resultados obtenidos durante la investigación.

4. Conclusiones

Este estudio propuso estudiar el rendimiento de la mano de obra que se emplea en la labor de polinización, mediante el uso de técnicas propias de la ingeniería de procesos, específicamente estudios y tiempos y movimientos. El objetivo se logró y se estableció que el rendimiento de la labor de la polinización fue de 2,2 ha día para la labor tal y como se ejecutaba en el CEPV, es decir por dos operarios.

A partir de los resultados se propuso un ajuste en el número de operarios que realizaban la labor, el cual se sustentó en los tiempos normales calculados para las actividades realizadas por los dos operarios. El siguiente paso, fue evaluar en campo si los valores hipotéticos estimados para el rendimiento de la labor unificada se cumplían. Se encontró que toman un poco más de

tiempo que el estimado, porque el operario lleva todas las herramientas consigo y, por ende, debe alternar su uso.

La comparación de los métodos arroja que en un día la cuadrilla de dos operarios logra cubrir más área que el operario trabajando de manera individual. Sin embargo, el costo es mayor en el caso de dos operarios, por el mayor requerimiento de mano de obra, un recurso que cada vez es más escaso en las áreas rurales.

Estos resultados son muy importantes porque resaltan la necesidad de llevar a cabo evaluaciones de los rendimientos de las labores, pensando en el diseño de puestos de trabajo. Note que esta es una herramienta muy poderosa para reducir los costos de producción y para liberar mano de obra que se requiere en otras actividades intensivas en el uso de este recurso, como lo son la cosecha y el control de malezas. Ambos efectos que impactan de manera directa la competitividad de una agroindustria como la de la palma de aceite colombiana, en la cual más de la mita de lo que produce debe dirigirse al mercado internacional.

Referências

CAMPEROS, J. E. *et al.* Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de la Zona Central. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 41, n. 3, 2020.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [DANE]. **Boletín Técnico Exportaciones (EXPO)**, Bogotá, jun. 2020. p. 1–21.

FONTANILLA, C. A. *et al.* Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso polinización asistida. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 37, n. 2, p. 21–35, 2016.

GIRÓN, E.; MAHECHA, X. Análisis descriptivo de la evolución de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia a partir de los censos palmeros de 1997 y 2011. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 36, n. 2, p. 13–25, 2015.

MARTÍNEZ BENCARNIDO, C. **Estadística y muestreo**. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012.

MOSQUERA-MONTOYA, M. *et al.* Mano de obra en cultivos de palma aceitera de Colombia: participación en el costo de producción y demanda. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 46–54, 2019.

MOSQUERA-MONTOYA, M.; SÁNCHEZ, A. Sistemas de aplicación de fertilizantes químicos en plantaciones colombianas de palma de aceite. **Revista Palmas**, v. 27, n. 3, p. 11–20, 2006.

MUNEVAR, D. E. *et al.* Cosecha en cultivos de palma de aceite mediante el uso del grabber: caso de estudio en una plantación de Colombia. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 41, n. 2, p. 13–26, 2020.

ROMERO, H. Polinización artificial de híbridos O_xG para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). **Boletín El Palmicultor**, Bogotá, v. 558, p. 15–18, 2018.

ROMERO, H. M. *et al.* La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos O_xG. *In*: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE PALMA DE ACEITE, 19., 2018, Colombia. **Anais [...]**.

Bogotá: FEDEPALMA, 2018. Disponible em:

http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Info_rme-de-labores-2018/5_La-Polinizacion-artificial-con-reguladores-

[de-crecimiento_HMR.pdf](#). Acceso em: 29 abr. 2021.

SÁNCHEZ, A. *et al.* Comparación de tres sistemas mecanizados de transporte interno de fruto de palma de aceite. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 30, n. 4, p. 65–78, 2009.

SÁNCHEZ, A.; FONTANILLA, C. A.; MOSQUERA-MONTOYA, M. **Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos movimientos para labores de cultivo en palma de aceite**. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: Guía para facilitadores. Bogotá: Centro de investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), 2010.



Apoio

Institucional

Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP – Tupã
Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP – Marília
Faculdade de Tecnologia de São Paulo, FATEC –
Presidente Prudente
Universidade Federal do Pará, UFPA – Belém

Organizacional

Revista Competências Digitais para Agricultura
Familiar – RECoDAF
Projeto Competências Digitais para Agricultura
Familiar – CoDAF
Grupo de Pesquisa Tecnologia de Acesso a Dados
– GPTAD

