

INOVAÇÕES EM PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME I

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES



Pantanal Editora

2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume I



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

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

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

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

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

Instituição

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

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

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume I / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.
132p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-14-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756143>

1. Agricultura. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura



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

Pantanal Editora

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

Apresentação

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book **Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais - Volume I**, uma compilação que destaca as últimas e mais notáveis descobertas no campo da agricultura e do meio ambiente.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: Uso de imagens aéreas com drones na soja; efeito da *Brachiaria ruziziensis* associada a descompactação de solos florestais; atividade alelopática de *Eragrostis plana* Nees no girassol; análise da exportação de cacau no estado do Pará: 2018 a 2022; qualidade da água do Rio Cachoeira em Itabuna/Ilhéus - BA; Zamak Reciclado: Un Enfoque Sostenible Para La Producción Industrial; características da agricultura entre os Kayapó da Aldeia Piraçu do Parque Indígena do Xingu – MT; extrato aquoso de folhas de *Sarcomphalus joazeiro* afeta a emergência e o desempenho das plântulas de *Anadenanthera colubrina*?; estudo da percepção dos consumidores sobre as boas práticas de processamento do açaí fruto no município de Capanema-PA; caracterização biométrica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis*; contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba.

“Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume I” é mais do que um simples livro; é um convite para explorar o futuro da agricultura e do meio ambiente. Esperamos que os leitores se inspirem e colaborem para moldar um futuro mais sustentável e próspero para todos.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Uso de imagens aéreas com drones para identificação de falhas no estabelecimento da soja	6
Capítulo II	16
Efeito da <i>Brachiaria ruziziensis</i> associada a condicionadores de solo na descompactação de solos florestais	16
Capítulo III	27
Atividade alelopática de <i>Eragrostis plana</i> Nees na germinação de sementes de girassol	27
Capítulo IV	35
Análise da exportação de cacau no estado do Pará: 2018 a 2022	35
Capítulo V	51
Qualidade da água do Rio Cachoeira em Itabuna/Ilhéus, Bahia	51
Capítulo VI	60
Zamak Reciclado: Un Enfoque Sostenible Para La Producción Industrial	60
Capítulo VII	71
Características da agricultura entre os Kayapó da Aldeia Piraçu do Parque Indígena do Xingu – MT	71
Capítulo VIII	88
Extrato aquoso de folhas de <i>Sarcomphalus joazeiro</i> afeta a emergência e o desempenho das plântulas de <i>Anadenanthera colubrina</i> ?	88
Capítulo IX	96
Estudo da percepção dos consumidores sobre as boas práticas de processamento do açaí fruto no município de Capanema-PA	96
Capítulo X	109
Caracterização biométrica de sementes de <i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R. W. Jobson coletadas em diferentes anos	109
Capítulo XI	117
Contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba: uma revisão	117
Índice Remissivo	131
Sobre os organizadores	132

Contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba: uma revisão

Recebido em: 19/11/2023

Aceito em: 20/11/2023

 10.46420/9786585756143cap11

Wilian Rodrigues Ribeiro 

Dalila da Costa Gonçalves 

Daniel Soares Ferreira 

Lucas Rosa Pereira 

Matheus Gaspar Shewan 

Marcelo Antônio Tomaz 

José Francisco T. do Amaral 

Edvaldo Fialho dos Reis 

INTRODUÇÃO

A cafeicultura capixaba tem desempenhado um papel crucial no cenário global da produção de café, com destaque para a variedade *Coffea canephora*. Com esse entendimento, objetivamos com este trabalho explorar, de maneira técnica, as práticas de cultivo que têm impulsionado avanços significativos na cafeicultura. Nosso foco será especialmente dedicado à proeminência do Espírito Santo (ES) no cenário mundial do mercado de cafés, destacando não apenas a magnitude econômica, mas também o impacto social a essa atividade.

A abordagem adotada neste estudo inicia-se com a caracterização do cenário, transcendendo os dados números de produção para evidenciar a riqueza e a contribuição da indústria cafeeira tanto para o setor econômico quanto social no estado. Desde os notáveis progressos em produtividade até aspectos como melhoramento genético, práticas de manejo inovadoras, sistemas de poda, adensamento de cultivos, adaptação em diferentes altitudes e estratégias de manejo fitossanitário de irrigação e fertirrigação, cada elemento é minuciosamente analisado.

Ao analisar criticamente esses elementos, buscamos elucidar a evolução técnica e das práticas sustentáveis que têm impulsionado a cafeicultura capixaba para o futuro, reforçando o papel fundamental do ES no contexto global da cafeicultura.

CENÁRIO DA CAFEICULTURA CAPIXABA

O café pertence à família Rubiaceae, gênero *Coffea*, no qual já se encontram descritas mais de 90 espécies. Dessas, cerca de 25 são exploradas comercialmente, tendo importância significativa no mercado mundial o *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (EMBRAPA, 2004). O *Coffea* sp. é originário do continente africano, sendo o *C. canephora* de uma ampla área que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente, predominando em regiões de baixa altitude, temperaturas mais elevadas em

áreas baixas da floresta tropical (Charrier; Berthaud, 1988). No Brasil, é cultivado em regiões com menor altitude e de temperatura mais elevada, com média anual entre 22° a 26 °C.

A variedade *C. canephora* foi introduzida no sudeste brasileiro no estado do ES, por volta do ano de 1912 (Ferrão et al., 2017). Atualmente é cultivada em diversos estados, tendo produção mais expressiva nos ES, Rondônia e Bahia (CONAB, 2023) O Brasil se destaca como líder mundial na produção e exportação de cafés, sendo a cultura considerada a segunda *commodity* mais comercializada, mundialmente emprega 500 milhões de pessoas e gera uma receita de US\$ 173 bilhões em torno de sua cadeia produtiva. (Costa, 2020; Hejna, 2021; Machado Filho et al., 2021). No país, o estado do ES é o segundo maior produtor de café, e o maior produtor da espécie *C. canephora*, respondendo por aproximadamente 68% da produção nacional e 30% da produção mundial de cafés robusta (CONAB, 2023).

O café conilon é responsável por 37% do PIB agrícola capixaba, gera em torno de 400 mil empregos diretos e indiretos, sendo a principal fonte de renda para mais de 60 mil propriedades agrícolas correspondendo a mais de 80% dos empreendimentos rurais capixabas, envolvendo em sua cadeia produtiva mais de 131 mil famílias produtoras, incluindo as propriedades de base familiar com tamanho médio de 8 hectares (Ferrão et al., 2017). Em 2022 estima-se 389 mil ha cultivados com café conilon, tendo previsão de safra em torno de 18.199,3 mil sacas beneficiadas, após uma produção recorde em 2022, é estimado para 2023 um total aproximado de 17.508,9 mil sacas de café conilon beneficiado (CONAB, 2023). A cadeia produtiva do café contribui para a economia local, regional, nacional e internacional e possui papel social e cultural relevante para a sociedade.

AVANÇOS EM PRODUTIVIDADE

A cafeicultura capixaba tem experimentado uma expressiva revolução na cafeicultura, impulsionada por implementação de uma série de inovações produtivas, os quais marcam uma fase de transformação significativa no setor. Estes expressivos avanços são facilmente entendidos em uma breve análise histórica. Segundo Ferrão et al. (2017), em 1992 a produtividade média de café conilon no estado do ES era de aproximadamente 9,2 sc ha⁻¹. Levantamentos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apontam atualmente para uma média estadual está próxima a 47 sc ha⁻¹ (CONAB, 2023). Em uma análise direta, podemos concluir que num período de 30 anos, houve um incremento médio superior a 500% na produtividade.

O substancial aumento na produtividade do café no ES pode ser atribuído à introdução e efetiva implementação de práticas avançadas de manejo, a adoção de tecnologias de precisão e a engenharia genética voltado para a criação de variedades com características aprimoradas em termos de produtividade e resistência a fatores adversos.

APLICAÇÕES DO MELHORAMENTO GENÉTICO E OBTENÇÃO DE GENÓTIPOS SUPERIORES

Notadamente, o desenvolvimento do potencial produtivo de cafés conilon refletem dos ganhos obtidos via programas de melhoramento genético. É fato conhecido que o cafeeiro conilon se reproduz por alogamia, sendo 100% da fecundação cruzada, pois possui autoincompatibilidade gametofítica de natureza monogênica (Partelli et al., 2020). Assim, pela forma natural de reprodução da espécie, via propagação sexuada existe a tendência de originar indivíduos altamente heterozigotos, e com alta variabilidade genética (Giles et al., 2018).

As investigações para explorar e selecionar características desejáveis tem sido uns principais objetivos do melhoramento genético, que visa sobretudo aumentar a produtividade, qualidade e rentabilidade do produtor (Ferrão et al., 2017). No estado ES avanços na produtividade foram obtidos pelos programas de melhoramento genético, desenvolvido desde 1985. Atualmente, há registros de materiais com alto potencial de rendimento quando cultivados com uso de tecnologias, obtendo médias produtivas entre 120 a 135 sc ha⁻¹ (Ferrão et al., 2017).

Em uma breve análise histórica é possível observar a correlação crescente entre a inserção de materiais superiores e aumento de produtividade. Segundo Ferrão et al. (2017), os primeiros materiais lançados no ano de 1992 ('Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131'), tinham média estimada em 58 a 60 sc ha⁻¹, em um cenário onde a produtividade média do ES era de 9,2 sc ha⁻¹. A posteriori diversas cultivares foram desenvolvidos a exemplo da 'Emcapa 8141 – Robustão Capixaba', 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical', 'Vitoria Incaper 8142', 'Diamante ES8112', 'ES8122' – Jequitiba e 'Centenaria ES8132; e mais recentemente 'Marilândia ES8143' e 'ES8152 Conquista', os quais possuem potenciais claros para produtividade superiores a 120 sc ha⁻¹.

Estima-se que 60% das propriedades produtoras de conilon, aproximadamente 25 mil propriedades rurais, adotam cultivares melhoradas. Essas cultivares têm provocado transformações significativas na cafeicultura, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. Com mais de 160 mil hectares renovados, esses materiais genéticos respondem por uma produção estimada em 7,5 milhões de sacas beneficiadas por ano, representando cerca de 75% da produção total do ES (Ferrão et al., 2017). A adoção disseminada dessas cultivares pelos produtores reflete não apenas a busca por rendimentos superiores, mas também ressalta o papel crucial do melhoramento genético na sustentabilidade e competitividade do setor. A abordagem mais apropriada para enfrentar a vulnerabilidade climática é desenvolver genótipos geneticamente aprimorados, dotados de características que conferem tolerância a condições ambientais desafiadoras, incluindo a escassez de água e temperaturas estressantes.

SISTEMA DE PODA

Evidentemente, a eficiência produtiva transcende o fator genético, abrangendo um conjunto diversificado de fatores (Sera et al., 2002), dos quais destacam-se a participação da fitotecnia nos mais

diversos seguimentos. Neste contexto, elencamos a implementação do sistema de poda (Verdin Filho et al., 2014).

A poda no cafeeiro conilon assume uma importância estratégica no contexto da cafeicultura. Além de desempenhar um papel crucial na formação estrutural da planta, a poda contribui de maneira decisiva para o manejo da produção, promovendo a renovação e equilíbrio do cafeeiro (Ronchi & DaMatta, 2007). No caso específico do conilon, essa prática visa controlar o porte da planta, facilitar a colheita, e favorecer a aeração e exposição adequada das folhas aos raios solares, otimizando assim a eficiência fotossintética (Verdin Filho et al., 2011; Dalcomo, et al., 2017).

Segundo Verdin Filho et al. (2016) o ciclo de poda programada se destaca no manejo do conilon, pois esse método envolve a modificação da arquitetura da planta, visando manter entre 12.000 a 15.000 ramos ortotrópicos por hectare. Essa abordagem proporciona uma gestão estratégica que favorece o desenvolvimento saudável da cultura. Além disso, a poda desempenha um papel significativo na gestão de doenças e pragas. Dessa forma, a implementação criteriosa da poda no cafeeiro conilon não apenas influencia positivamente o rendimento da safra, mas também contribui para a longevidade e vitalidade sustentada das plantações, solidificando seu papel como uma prática fundamental na busca pela excelência na produção cafeeira (Verdin Filho et al., 2014).

Os principais métodos de poda adotados atualmente consistem na poda de produção ou a programada de ciclo, considerado um avanço da técnica anterior. A execução desta prática facilita a tomada de decisão dos produtores, os quais passaram a remover de forma consciente as brotações excessivas, que atuavam como um forte dreno, prejudicando o desenvolvimento das plantas (Verdin Filho, et al., 2016; Dalcomo, et al., 2017). Paralelamente, com a adoção deste sistema de poda a cafeicultura evoluiu em caminho da padronização do número de hastes por planta e por hectare.

ADENSAMENTO DOS CULTIVOS

Em busca de aprimoramento produtivo o adensamento das plantas também emergiu como uma estratégia de manejo agrônomo com vantagens significativas. Ao otimizar a densidade de plantio, potencializamos a eficiência no uso do espaço (Bragança et al., 2009). A estatura compacta da planta e a resistência a doenças de algumas cultivares de café modernas permitiram um espaçamento mais próximo, resultando em uma cobertura quase completa do solo e melhor absorção dos nutrientes disponíveis do solo pelo enraizamento mais denso (van der Vossen, 2005).

O cultivo adensado resulta em modificações em todo agroecossistema, e geralmente a produtividade é muito maior do que a dos plantios tradicionais (Andrade et al, 2018). Isto ocorre, pois, uma vez atendido as exigências fisiológicas, apesar da menor produção de grãos de café por planta (Paulo et al., 2005; Pereira et al., 2007), não ocorre alteração no peso do grão (Carr, 2001). Desta forma, o aumento do número de plantas no hectare proporciona maiores produtividades (Sobreira, et al, 2011; Assis et al., 2014).

Quanto ao sistema de cultivo, de fato a proximidade entre plantas leva a modulação no microclima, um fator que exerce grande influência no cafeeiro (Sakai et al., 2015), auxiliando na proteção contra condições ambientais adversas, tornando o adensamento como um método alternativo táctica afim de mitigar os efeitos relacionados as maiores temperaturas num futuro não distante.

Fisiologicamente o sombreamento mútuo das folhas, reduz a temperatura do solo e a demanda evaporativa atmosférica, atenuando a evapotranspiração (DaMatta et al., 2007). Respeitando os limites do cultivo, este microclima exercer benefícios no metabolismo do cafeeiro conilon, que apresenta reduções progressivas do saldo líquido fotossintético em função do aumento das temperaturas máximas, um efeito típico da maior atividade oxigenase da rubisco plantas C_3 (Taiz et al., 2017). Porém, o adensamento excessivo causa diminuição da densidade do fluxo radiante dentro do dossel e nas folhas inferiores sombreadas, deslocando a zona de frutificação para cima (CLowes; Allison, 1983; Gathaara; Kiara,1985).

Um fato marcante é que sob adensamento o sombreamento mútuo das folhas, as temperaturas do solo e a demanda evaporativa atmosférica são mantidas baixas e, como resultado, a evapotranspiração é atenuada. Além disso, em plantações densas, as raízes do café se desenvolvem mais profundamente, de modo que absorvem água e nutrientes dos horizontes mais baixos do solo (Cassidy & Kumar, 1984). Exceto sob densidades extremas, é improvável que as tensões internas da água nas plantas aumentem

Além disso, cultivos adensados abrem maior superfície e aumentando a densidade de raízes, o que otimiza a absorção de nutrientes, como indicam estudos de (Van Der Vossen, 2005) em inferências sobre a taxa de eficiência de aplicação de fertilizantes no café conilon. Nestes aspectos é importante ressaltar que de forma direta espera-se que haja menores índices de escoamento superficial da água, aparecimento de plantas invasoras, e menor evaporação da água no solo.

Um fator muito observado no campo é a contribuição do adensamento para a supressão natural de ervas daninhas, minimizando a necessidade de intervenções químicas que até então constavam de fonte significativa de custos, principalmente pela necessidade de operação manual em regiões de montanha. Destacamos que a adoção do adensamento no cultivo de café conilon, embora promissora, requer consideração atenta a ressalvas, desafios e cuidados específicos (Andrade et al., 2018).

Ademais, um dos desafios notáveis é o gerenciamento adequado da competição por recursos, como água e nutrientes, entre as plantas próximas. Esse adensamento também pode aumentar a suscetibilidade a doenças e pragas devido à maior proximidade entre as plantas. Portanto, a implementação de práticas preventivas e monitoramento constante se torna imperativa para mitigar riscos. Além disso, é crucial considerar a seleção adequada de genótipos compatíveis com o adensamento proposto e também a atenção nas técnicas de poda, para garantir que o número de hastes não ultrapasse os valores atualmente estabelecidos.

CULTIVOS EM REGIÃO DE TRANSIÇÃO DE ALTITUDE

Diversos modelos preveem num cenário de mudanças climáticas globais onde as mudanças nos regimes de temperatura e balanço hídrico podem induzir mudanças na sobrevivência e o crescimento de diferentes plantas em alta e baixa altitude (Leopold & Hess, 2019).

O café foi categorizado como uma espécie altamente sensível a mudanças climáticas (Martins et al., 2018; DaMatta et al., 2019) e estudos envolvendo simulações indicaram que essas mudanças também podem afetar o seu zoneamento agroclimático (Assad et al., 2004). O café conilon apresenta taxas de crescimento satisfatórias em temperaturas mínimas superiores a 17 °C e a máxima inferior a 34 °C (Partelli et al., 2013).

Apesar de tolerar bem temperaturas de até 37 °C, com base nos mecanismos de fotoproteção e antioxidantes (Martins et al., 2016; Rodrigues et al., 2016) estas temperaturas extremas podem afetar características físicas da planta, reduzindo o peso e o rendimento dos grãos (Ramalho et al., 2018) devido ao estresse térmico. Segundo Dusenge et al. (2018) as altas temperaturas podem causar danos à maquinaria fotossintética, devido à desnaturação de proteínas e ao aumento da permeabilidade da membrana do cloroplasto.

Assim o cultivo de café conilon em regiões de maior altitude, acima de 500 m (Partelli et al., 2019) também surge como outra tática para mitigar os efeitos relacionados às maiores temperaturas. Estudos de Partelli et al. (2019), confirma a possibilidade de cultivo do cafeeiro conilon em altitudes mais elevadas, sendo a escolha do genótipo um ponto chave para sucesso produtivo. No estado do ES já se observa um crescente interesse em plantios nas regiões mais altas, visto que a espécie possui grande elasticidade com capacidade de evoluir e se adaptar a diferentes condições ambientais, em virtude dos diversos mecanismos fisiológicos e metabólicos (Ferrão et al., 2017).

Contudo, é necessário adotar cautela, uma vez que esta espécie é sensível e menos adaptada a temperaturas mais baixas quando comparados ao cafeeiro arábica (DaMatta et al., 2007; Partelli et al., 2019). Estudos apontam que quedas de temperatura abaixo de 13 °C durante o dia e 8 °C durante a noite induzem diversas alterações metabólicas no café conilon, com impacto negativo na produtividade (Partelli et al., 2009, Scotti-Campos et al., 2014). Dentre as principais alterações fisiológicas quando cultivado sob baixas temperaturas, destaca-se queda na taxa fotossintética líquida e menor eficiência do fotossistema II (Partelli et al., 2009).

Trabalhos anteriores mostraram que a fotossíntese é fortemente reduzida abaixo de 18°C (Ramalho et al., 2003), enquanto temperaturas em torno de 4°C deprimem drasticamente o desempenho fotossintético e a produtividade (DaMatta et al., 1997; Silva et al., 2004). Além das condições de frio, os efeitos adversos sobre a Rubisco podem decorrer da atividade de moléculas altamente reativas, frequentemente produzidas em excesso em genótipos sensíveis a baixas temperaturas. Essa sobreprodução ocorre devido à escassez de substrato, deficiência de energia química e poder redutor (Maroco et al., 1999), ou ao acúmulo de monossacarídeos (Ramalho e outros, 2003). Desta maneira,

pesquisas apontam que a exposição gradual do cafeeiro conilon a baixas temperaturas ativa mecanismos de defesa/aclimatação que podem permitir ajustes a essas condições (Ramalho et al., 2014).

MANEJO FITOSSANITÁRIO

Neste momento é oportuno salientamos que o monitoramento regular dos cafezais também permitiu avanços significativos na identificação precoce de potenciais pragas e doenças, possibilitando intervenções oportunas e específicas.

Um grande avanço nos controles das principais pragas como Broca-do-café (*Hypothenemus hampei*); Cochonilha-do-cafeeiro (*Planococcus citri*); Ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*); Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*); Broda-da-haste (*Xylosandrus compactus*) e doenças como Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) foram obtidos nos últimos anos. O emprego eficiente de estratégias de monitoramento e controle tornou-se fundamental para mitigar os impactos dessas adversidades no cafeeiro conilon. O manejo integrado, combinando métodos preventivos, culturais e, quando necessário, químicos, contribui para a preservação da saúde das plantas, minimizando os efeitos negativos nas safras (Fornazier et al., 2017).

A implementação de práticas sustentáveis e a escolha criteriosa de agentes de controle biológico reforçam a resiliência do cafeeiro conilon ao longo do tempo. Além disso sistemas de vigilância fitossanitária, aliada à utilização de tecnologias avançadas, como sensores remotos e drones, permitiu o acompanhamento preciso da incidência de pragas e doenças, viabilizando intervenções assertivas. A aplicação criteriosa de defensivos agrícolas, em consonância com práticas sustentáveis, contribuiu para a redução dos danos e a preservação da qualidade do cafeeiro, refletindo positivamente na produtividade das lavouras capixabas (Fornazier et al., 2017). A sinergia entre a pesquisa científica, a extensão rural e os produtores locais desempenham um papel crucial na promoção de sistemas de manejo integrado, conferindo resiliência ao cultivo do cafeeiro conilon frente aos desafios fitossanitários inerentes à região.

IRRIGAÇÃO

Devido à distribuição irregular das chuvas no estado do ES, a prática predominante no cultivo do café conilon tem sido a utilização de irrigação. Por isso, nas últimas décadas, a irrigação emergiu como um elemento vital nos cultivos do estado, impulsionando a produtividade e rendimento dos cafezais. Essa prática não apenas aumentou significativamente o rendimento por área cultivada, mas também permitiu a implementação da fertirrigação, otimizando a aplicação de fertilizantes e promovendo um manejo agrícola mais sustentável. Apesar dos desafios relacionados à disponibilidade e qualidade da água, estima-se que cerca de 70% das lavouras de café conilon no estado utilizam irrigação.

A virada de chave que a irrigação representou no ES é reflexo a necessidade de complementação hídrica mesmo com registros pluviométricos anuais acima dos 1200 mm. Apesar de grande parte do Estado possuir condições térmicas ideais para o cultivo do cafeeiro conilon, existem restrições para o

aspecto hídrico (Pezzopane et al., 2010), decorrentes a distribuição irregular das chuvas no estado, que por si ocasiona eventos com elevados índices de déficits hídricos. Esses períodos de seca intensificam a dependência da produção em relação à complementação hídrica, conforme ressaltado por Pimentel et al. (2010).

Entre os principais sistemas adotados, destaca-se os sistemas de irrigação localizados. Nestes, o gotejamento tem expandido continuamente, devido proporcionar a aplicação precisa da água e fertilizantes diretamente na zona radicular, promovendo eficiência no uso dos recursos hídricos e nutricionais. Entretanto, problemas frequentes quanto a problemas da formação do bulbo molhado têm provocado questionamento pelos produtores. Em alguns casos optam novamente pelos sistemas com microaspersor oferecendo flexibilidade na irrigação

Além disso, a aspersão, ainda possui significativa relevância, tanto convencional quanto por pivô central, proporcionando uma cobertura uniforme da área cultivada. A escolha entre esses sistemas depende de fatores como topografia, disponibilidade hídrica, e capacidade financeira do produtor.

Entretanto, um grande desafio ainda na região é o entendimento da necessidade do manejo da irrigação, uma vez que parte massiva dos usuários não adotam e que juntamente com os sistemas com baixos índices de eficiência, reduzem os benefícios potenciais da irrigação.

FERTIRRIGAÇÃO

A água é o recurso natural mais importante para o crescimento e desenvolvimento de uma planta, exigida em praticamente todos os seus eventos fisiológicos e metabólicos. Estima-se que 40% do abastecimento mundial de alimentos advém da produção agrícola irrigada (Nagaraj et al., 2021), a qual tem permitido efetivamente aumentar a produtividade.

Avanços significativos ainda podem ser obtidos adotando tecnologias que otimizem o uso eficiente de água e fertilizantes, neste conceito insere-se a técnica de fertirrigação. A fertirrigação fornece às plantas os nutrientes necessários para que sejam capazes de expressar seu máximo potencial genético. Esse fornecimento ocorre por meio de adubos solúveis, que utilizam a água como veículo, tendo como principal objetivo fertilizar racionalmente satisfazendo as necessidades da cultura e maximizar o seu rendimento por meio do consumo eficiente dos recursos disponíveis e reduzindo as perdas (Bar-Tal et al., 2020).

A técnica foi estudada pela primeira vez em 1958 nos Estados Unidos da América, por Bryan e Thomas (1958), usando aplicação de fertilizantes via sistema de irrigação por aspersão, e via gotejo em Israel em plantações de tomate (Sagiv & Kafkafi, 1976). No Brasil, as aplicações também datam da década de 70, sendo toda tecnologia importada de Israel. Ao longo dos anos a técnica foi se aprimorando e muitos avanços foram obtidos. A fertirrigação é uma técnica versátil e pode ser aplicada em diversas culturas, sendo a horticultura uma das áreas de maiores adeptos (Incrocci et al., 2017). A técnica pode ser

aplicada tanta na agricultura convencional quanto na orgânica e/ou sistemas de produção agroecológica e inclusive sendo muito estudada com águas residuais (Byrareddy et al., 2019; Kumar et al., 2021).

O aumento da eficiência da fertirrigação está relacionada a absorção favorecida das raízes, devido os fertilizantes já estarem prontamente disponíveis em solução em uma área de maior acesso pelas raízes. Via fertirrigação, é possível o fornecimento gradual e uniforme de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura, promovendo uma nutrição mineral precisa, tanto espacial quanto temporalmente, ademais é uma técnica chave da agricultura de precisão (Kumar et al., 2021). Geralmente as aplicações são realizadas na região de maior volume radicular úmido, sendo a distribuição e a absorção destes nutrientes pelas raízes decorrentes em função da interação entre o fluxo de água no solo e o transporte de solutos (Paramesha et al., 2022).

A eficiência do uso de nutrientes na fertirrigação pode chegar a 90%, em comparação com 40 a 60% aos métodos convencionais. Além disso a economia de fertilizantes pode atingir até 60% sem afetar o crescimento e o rendimento das culturas e ainda propiciar redução nos custos de produção em até 25% (Paramesha et al., 2022). Em uma meta-análise ao fornecer N por meio de fertirrigação, Li et al. (2021) revelou um aumento significativo no rendimento das culturas e na eficiência do uso do nitrogênio em relação às práticas tradicionais. Em termos gerais, os autores ainda relatam que fertirrigação por gotejamento aumentou o rendimento das culturas em 12,0%, a produtividade de água em 26,4% e a eficiência no uso de nitrogênio em (34,3%) comparada as técnicas tradicionais.

Entretanto, a fertirrigação vem sendo questionada devido ao seu uso indiscriminado e falhas no manejo (Nagaraj et al., 2021). Em grande parte das propriedades agrícolas existe uma deficitária gestão da fertirrigação, principalmente relacionada a aplicação desequilibrada de fertilizantes e água de baixa qualidade. Estes fatores têm contribuído para um esgotamento demasiado dos solos cultiváveis, aumento nos custos de produção, perdas na produção e redução na oferta de alimento, além dos efeitos nocivos ao meio ambiente, como poluição de água subterrânea e salinização dos solos (Yasuor et al., 2020).

Em muitos cultivos cafeeiros os fertilizantes são aplicados em proporções desequilibradas, e este incremento nas taxas aplicadas não responde com aumentos produtivos. Segundo Byrareddy et al. (2019), a estimativa correta das necessidades de nutrientes e água da cultura é fundamental para obter nutrição vegetal precisa e alta eficiência no uso de nutrientes em sistemas de cultivo fertirrigados (Incrocci et al., 2017).

O gerenciamento ideal da fertirrigação não consiste em uma tarefa simples a ser executada. Para obter um sistema funcional e eficiente é necessário conhecer detalhadamente as exigências nutricionais da cultura, as fases fenológicas das plantas, as características físicas, hidráulicas e químicas do solo, o tipo e estágio fenológico da cultura, o método de irrigação utilizado, a quantidade de fertilizante e frequência de aplicação, qualidade da água, fonte do nutriente, capacidade de solubilidade, compatibilidade e lixiviação abaixo da zona radicular (Incrocci et al., 2017; Bar-Tal et al., 2020; Kumar et al., 2021).

Na cafeicultura, a fertirrigação é realizada com baixa eficiência, principalmente devido à carência de informações, e falta de ajustes em acordo com os novos materiais genéticos utilizados. Por isso, estudos e abordagens que possam melhorar significativamente a disponibilidade e absorção de água e nutrientes no solo, resultando em aumento substancial da produção e qualidade das culturas são necessários para uma agricultura que enfrenta as incertezas do clima devido às mudanças climáticas, eventos de seca cada vez mais frequentes e a esperada redução na disponibilidade de fertilizantes minerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a cafeicultura capixaba, especialmente no cultivo do café conilon, tem experimentado uma notável transformação impulsionada por avanços tecnológicos e estratégias inovadoras. A trajetória ascendente na produtividade, marcada pelo melhoramento genético, práticas de manejo eficientes como a poda e o adensamento, além da incursão em novas altitudes e a adoção de técnicas como a fertirrigação, reflete a resiliência e capacidade adaptativa do setor.

Entretanto, diante desses progressos, a cafeicultura capixaba encontra-se em uma posição estratégica para continuar contribuindo de maneira significativa para a economia e para a oferta global de café. Contudo, é essencial manter um equilíbrio entre a busca por produtividade e a preservação dos recursos naturais, a busca incessante por maiores produtividades deve coexistir com uma gestão sustentável dos recursos naturais, evitando impactos adversos no solo, na água e na biodiversidade.

A cafeicultura capixaba está diante não apenas de oportunidades, mas também de responsabilidades. Assim, à medida que a cafeicultura capixaba se destaca como uma força significativa internacional agrícola, a continuidade do progresso dependerá da habilidade em equilibrar a busca por eficiência com a preservação ambiental. Em última análise, a cafeicultura capixaba do futuro deve ser não apenas produtiva, mas também sustentável.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES); Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, S., Armani, E., Ferrão, R., Volpi, P., Comério, M., Ferrão, M., ... & Vieira, L. (2018). Implicações do adensamento sobre o diâmetro da copa de plantas de cafeeiro conilon. In: Congresso Brasileiro De Pesquisas Cafeeiras, 44., 2018, Franca, SP. Nosso café, melhorado desde o pé: anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2018.
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Zullo Junior, J., & Ávila, A. M. H. (2004). Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11), 1057-1064. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>

- Assis, G. A. D., Scalco, M. S., Guimarães, R. J., Colombo, A., Dominghetti, A. W., & Matos, N. (2014). Drip irrigation in coffee crop under different planting densities: Growth and yield in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(11), 1116-1123. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1116-1123>
- Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., & Ben-Gal, A. (2020). Advances in fertigation techniques to optimize crop nutrition. In *Achieving sustainable crop nutrition* (pp. 691-718). Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.1201/9780429275845>
- Bragança, S. M., Silva, E. B., Martins, A. G., Volpi, P. S., Lani, J. A., & Santos, L. P. (2009). Resposta do cafeeiro conilon à adubação em NPK em sistema de plantio adensado. *Coffee Science*, 4(1), 67-75. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/7145>>.
- Byrareddy, V., Kouadio, L., Mushtaq, S., & Stone, R. (2019). Sustainable production of robusta coffee under a changing climate: A 10-year monitoring of fertilizer management in coffee farms in Vietnam and Indonesia. *Agronomy*, 9(9), 499. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090499>
- Carr, M. K. V. (2001). The water relations and irrigation requirements of coffee. *Experimental Agriculture*, 37(1), 1-36. <https://doi.org/10.1017/S0014479701001090>
- Charrier, A., Berthaud, J. (1988). Principles and methods in *Coffea* plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: Clarke, R. J., Macrae, R. (Eds.). *Coffea: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, 6, 167-198.
- Clowes, M., & Allison, J. C. S. (1983). The growth and development of lateral branches in the top, middle and bottom of pruned coffee trees in a hedgerow. *Zimbabwe Agricultural Journal (Zimbabwe)*, 21(2), 115-134.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB (2017). *Acompanhamento da safra brasileira de café safra 2017*. Primeiro levantamento, janeiro. 4(1), 98p.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB (2023). *Acompanhamento da safra brasileira de café*. Brasília, DF, 10, safra 2023, n. 3 terceiro levantamento, setembro 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>
- Costa, B. D. R. (2020). Brazilian specialty coffee scenario. In: *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil*. Elsevier, p. 51–64. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814721-4.00003-2>
- Dalcomo, J. M., Vieira, H. D., Ferreira, A., & Partelli, F. L. (2017). Growth comparison of 22 genotypes of conilon coffee after regular pruning cycle. *African Journal of Agricultural Research*, 12(1), 63-70. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11261>
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 485–510. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>

- DaMatta, F. M., Rahn, E., Läderach, P., Ghini, R., & Ramalho, J. C. (2019). Why could the coffee crop endure climate change and global warming to a greater extent than previously estimated?. *Climatic Change*, 152, 167-178. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2346-4>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (2004). *Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia*. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- Ferrão, R., Fonseca, A. F. A., Ferrão, M. A. G., & Muner, L. H. (2017). *Café Conilon*. Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural–INCAPER. Vitória-ES: v. 2º ed. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/13972>> Acesso em: 08 nov. 2023.
- Fornazier, M. J., Martins, D. S., Fanton, C. J., & Benassi, V. L. R. M. (2017). Manejo de pragas do café Conilon. *Café conilon*, 2, 398-433.
- Gathaara, M. P. H., & Kiara, J. M. (1985). Factors that influence yield in close-spaced coffee. II Yield components. *Kenya coffee*, 50(587), 387-392.
- Hejna, A. (2021). Potential applications of by-products from the coffee industry in polymer technology – Current state and perspectives. *Waste Management*, 121, 296–330. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.018>
- Incrocci, L., Massa, D., & Pardossi, A. (2017). New trends in the fertigation management of irrigated vegetable crops. *Horticulturae*, 3(2), 37. <https://www.mdpi.com/2311-7524/3/2/37#>
- Kumar, C., Ramawat, N., & Verma, A. K. (2021). Organic fertigation system in saline-sodic soils: A new paradigm for the restoration of soil health. *Agronomy Journal*, 114(1), 317-330. <https://doi.org/10.1002/agj2.20957>
- Leopold, C. R., & Hess, S. C. (2019). Facilitating adaptation to climate change while restoring a montane plant community. *Plos one*, 14(6), e0218516. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218516>
- Li, H., Mei, X., Wang, J., Huang, F., Hao, W., & Li, B. (2021). Drip fertigation significantly increased crop yield, water productivity and nitrogen use efficiency with respect to traditional irrigation and fertilization practices: A meta-analysis in China. *Agricultural Water Management*, 244, 106534. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106534>
- Machado Filho, J. A., Rodrigues, W. P., Baroni, D. F., Pireda, S., Campbell, G., de Souza, G. A. R., ... & Campostrini, E. (2021). Linking root and stem hydraulic traits to leaf physiological parameters in *Coffea canephora* clones with contrasting drought tolerance. *Journal of plant physiology*, 258, 153355. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153355>
- Martins, M. Q., Rodrigues, W. P., Fortunato, A. S., Leitao, A. E., Rodrigues, A. P., Pais, I. P., ... & Ramalho, J. C. (2016). Protective response mechanisms to heat stress in interaction with high [CO₂] conditions in *Coffea* spp. *Frontiers in Plant Science*, 7, 947. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00947>

- Martins, L. D., Eugenio, F. C., Rodrigues, W. N., Brinati, S. V. B., Colodetti, T. V., Christo, B. F., ... & dos Santos, A. R. (2018). Adaptation to Long-Term Rainfall Variability for Robusta Coffee Cultivation in Brazilian Southeast. *American Journal of Climate Change*, 7(4), 487-504. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2018.74030>
- Nagaraj, D., Proust, E., Todeschini, A., Rulli, M. C., & D'Odorico, P. (2021). A new dataset of global irrigation areas from 2001 to 2015. *Advances in Water Resources*, 152, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2021.103910>
- Paulo, E. M., Furlani Junior, E., & Fazuoli, L. C. (2005). Comportamento de cultivares de cafeeiro em diferentes densidades de plantio. *Bragantia*, 64, 397-409. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300009>
- Paramesha, V., Rajanna, G. A., Kumar, P., Sannagoudar, M. S., & Halli, H. M. (2022). Drip fertigation for enhancing crop yield, nutrient uptake, nutrient, and water use efficiency. *Sustainable Agriculture Systems and Technologies*, 267-278. <https://doi.org/10.1002/9781119808565.ch12>
- Partelli, F. L., Vieira, H. D., Viana, A. P., Batista-Santos, P., Rodrigues, A. P., Leitão, A. E., & Ramalho, J. C. (2009). Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(11), 1404-1415. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100006>
- Partelli, F. L., Marré, W. B., Falqueto, A. R., Vieira, H. D., & Cavatti, P. C. (2013). Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, 5(8), 108. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n8p108>
- Partelli, F. L., Golynski, A., Ferreira, A., Martins, M. Q., Mauri, A. L., Ramalho, J. C., & Vieira, H. D. (2019). Andina-first clonal cultivar of high-altitude conilon coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19(4), 476-480. <https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n4c68>
- Pereira, S. P., Guimarães, R. J., Bartholo, G. F., Guimarães, P. T. G., & Alves, J. D. (2007). Vegetative growth and yield of coffee plants (*Coffea arabica* L.) in two different pruning times, conducted at different spacings. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 643-649. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300007>
- Ramalho, J. C., DaMatta, F. M., Rodrigues, A. P., Scotti-Campos, P., Pais, I., Batista-Santos, P., ... & Leitão, A. E. (2014). Cold impact and acclimation response of *Coffea* spp. plants. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26, 5-18. <https://doi.org/10.1007/s40626-014-0001-7>
- Ramalho, J. C., Rodrigues, A. P., Lidon, F. C., Marques, L. M., Leitão, A. E., Fortunato, A. S., ... & Ribeiro-Barros, A. I. (2018). Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in *Coffea* spp. *PLoS one*, 13(6), e0198694. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198694>
- Ronchi, C. P. and DaMatta, F. M. (2007). Aspectos fisiológicos do café conilon. In: *Café Conilon*, 95–119 (Eds Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., Bragança, S. M., Ferrão, M. A. G. and De Muner, L. H.). Vitória, Brazil: Incaper.

- Sakai, E., Barbosa, E. A. A., de Carvalho Silveira, J. M., & de Matos Pires, R. C. (2015). Coffee productivity and root systems in cultivation schemes with different population arrangements and with and without drip irrigation. *Agricultural water management*, 148, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.08.020>
- Scotti-Campos, P., Pais, I. P., Partelli, F. L., Batista-Santos, P., & Ramalho, J. C. (2014). Phospholipids profile in chloroplasts of *Coffea* spp. genotypes differing in cold acclimation ability. *Journal of Plant Physiology*, 171(3-4), 243-249. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.07.007>
- Sera, T., Alteia, M. Z., Petek, M. R., & ZAMBOLIM, L. (2002). Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). *O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa: UFV*, 217-251.
- Sobreira, F. M., Guimarães, R. J., Colombo, A., Scalco, M. S., & Carvalho, J. G. (2011). Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação, em plantio adensado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46, 9-16. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100002>
- Taiz, L., Zeiger, E., Möller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora.
- Van der Vossen, H. A. M. (2005). A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. *Experimental agriculture*, 41(4), 449-473. <https://doi.org/10.1017/S0014479705002863>
- Verdin Filho, A. C., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Silveira, J. S. M., Volpi, P. S., Fonseca, A. F. A. D., ... & Silveira, T. B. (2009). Poda programada de ciclo para o café conilon. Vitória: Incaper, 2008. (Documento, 163). Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/2907>>.
- Verdin Filho, A. C., Tomaz, M. A., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A. D., & Rodrigues, W. N. (2014). Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. *Coffee Science*, 9, 489-494. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8090>>.
- Verdin Filho, A. C., Volpi, P. S., Ferrão, M. A. G., Ferrão, R. G., Mauri, A. L., Fonseca, A. F. A. D., ... & Andrade Júnior, S. D. (2016). New management technology for arabica coffee: the cyclic pruning program for arabica coffee. *Coffee Science*, 11(4), 475-483. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8247>>.

Índice Remissivo

	C	Produção, 38, 39	
Caatinga, 111, 112, 115			Q
Caça, 87		QGIS, 8, 9	
cafeicultura, 119, 120, 121, 122, 128			S
	G	Sostenible, 60	
genótipos, 121, 123, 124			T
	H	<i>Trypanosoma cruzi</i> , 106	
<i>Helianthus annuus</i> , 28			Z
	I	Zamak, 60, 61	
Indígenas, 73			
	P		
Proceso, 65, 132			

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 117 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 58 organizações de e-books, 43 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@uems.br.



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