

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Técnico em Agropecuária

Henrique Morais de Souza Silva

Karolyna Sampaio Ribeiro

Marcelo Eduardo Figueiredo

Marco Antônio Quintino dos Santos Rogério

Raphael Silva Freitas

GEADA NO CAFÉ

Franca – SP

2024

Henrique Morais de Souza Silva
Karolyna Sampaio Ribeiro
Marcelo Eduardo Figueiredo
Marco Antônio Quintino dos Santos Rogério
Raphael Silva Freitas

GEADA NO CAFÉ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Agropecuária da Etec Prof. Carmelino Corrêa Junior, orientado pelo Prof. Yara Ferreira Figueira como requisito parcial para obtenção do Título de Técnico em Agropecuária.

Franca – SP
2024

RESUMO

SILVA, H. M. de S.; RIBEIRO, K. S.; FIGUEIREDO, M. E.; ROGÉRIO, M. A. Q. dos. S.; FREITAS, R. S. **Geada no café**. Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca, São Paulo, 2024.

A geada é um fenômeno atmosférico que ocorre quando a temperatura do ar cai abaixo do ponto de congelamento da água, formando cristais de gelo sobre superfícies. Este fenômeno é responsável por grandes perdas na agricultura, especialmente em culturas sensíveis, como o café, que é uma das principais commodities do Brasil. O objetivo do presente trabalho é caracterizar, com base na literatura, o que se trata a geada e suas diversas partes. Estudos mostram que existem diferentes tipos de geada, como a geada de radiação, que ocorre em noites limpas, e a geada de advecção, resultante da movimentação de massas de ar frio. Cada tipo possui causas e características específicas que devem ser compreendidas para uma melhor gestão do risco. É fundamental discutir as estratégias de monitoramento e prevenção que podem ser adotadas para minimizar os impactos econômicos causados pela geada. Técnicas como o uso de estações meteorológicas para prever a ocorrência de geadas e alertar os agricultores são essenciais para a proteção das culturas. Práticas de prevenção, como o uso de coberturas protetoras, irrigação noturna e o plantio em áreas menos suscetíveis à geada, têm se mostrado eficazes. Os impactos econômicos da geada são significativos, pois as perdas na produção podem levar a dificuldades financeiras para os agricultores, especialmente em anos de severas geadas. Os efeitos da geada nas plantas de café incluem danos físicos, como queimaduras nas folhas, e estresse que pode afetar a qualidade dos grãos colhidos. Vale destacar que os resultados obtidos advêm de práticas e experiências acumuladas ao longo do tempo. Deste modo, este trabalho pode contribuir para estudos e debates futuros sobre o tema, promovendo uma maior conscientização e preparação frente a esse fenômeno.

Palavras-chave: Advecção. Café. Geada. Vento frio.

ABSTRACT

SILVA, H. M. de S.; RIBEIRO, K. S.; FIGUEIREDO, M. E.; ROGÉRIO, M. A. Q. dos. S.; FREITAS, R. S. **Frost in Coffee**. Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca, São Paulo, 2024.

Frost is an atmospheric phenomenon that occurs when the air temperature drops below the freezing point of water, forming ice crystals on surfaces. This phenomenon is responsible for major losses in agriculture, especially in sensitive crops, such as coffee, which is one of Brazil's main commodities. The objective of this paper is to characterize, based on the literature, what frost is and its various parts. Studies show that there are different types of frost, such as radiation frost, which occurs on clear and calm nights, and advection frost, which results from the movement of cold air masses. Each type has specific causes and characteristics that must be understood for better risk management. It is essential to discuss the monitoring and prevention strategies that can be adopted to minimize the economic impacts caused by frost. Techniques such as the use of weather stations to predict the occurrence of frost and alert farmers are essential for crop protection. Prevention practices, such as the use of protective covers, nighttime irrigation, and planting in areas less susceptible to frost, have proven effective. The economic impacts of frost are significant, as production losses can lead to financial hardship for farmers, especially in years of severe frost. The effects of frost on coffee plants include physical damage, such as leaf burns, and stress that can affect the quality of the harvested beans. It is worth noting that the results obtained come from practices and experiences accumulated over time. Thus, this work can contribute to future studies and debates on the subject, promoting greater awareness and preparation for this phenomenon.

Keywords: Advection. Coffee. Frost. Cold wind.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 GEADA	7
2.2 ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO CLIMA NA OCORRÊNCIA DE GEADAS NO CULTIVO DO CAFÉ	8
2.3 TIPOS DE GEADA	9
2.3.1 Geada de vento frio ou advecção	10
2.3.2 Geada de radiação	10
2.3.3 Geada de canela	10
2.3.4 Geada mista	11
2.4 ESTRATÉGIA DE MANEJO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DA GEADA NO CULTIVO DO CAFÉ	11
2.5 IMPACTO ECONÔMICO DA OCORRÊNCIA DE GEADA NA PRODUÇÃO E CADEIA PRODUTIVA DO CAFÉ	13
2.6 MONITORAMENTO E PREVENÇÃO DA GEADA NO CAFEIEIRO	14
2.7 EFEITOS DA GEADA NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO CAFÉ	16
2.8 PÓS GEADA	17
3 OBJETIVO	19
4 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A geada é um fenômeno climático que tem significativa relevância para a agricultura, especialmente para o cultivo do cafeeiro. Este evento meteorológico ocorre quando a temperatura do ar atinge níveis suficientemente baixos para que a umidade presente se congele, formando uma camada de cristais de gelo sobre as superfícies expostas. No contexto do cafeeiro, a geada representa uma ameaça séria, pois pode causar danos diretos às plantas, afetando a produção e a qualidade dos grãos. As consequências adversas da geada para o cafeeiro são amplamente observadas em regiões onde a cultura é cultivada em altitudes elevadas ou em áreas sujeitas a variações térmicas acentuadas. Dado o impacto potencial sobre a produtividade e a viabilidade econômica da cafeicultura, a compreensão e a gestão dos riscos associados à geada são essenciais para os produtores, os quais devem adotar estratégias adequadas para mitigar os danos e proteger seus cultivos (BARBOSA, J. C., & SILVA, L. D. 2019).

A agricultura é muito comprometida com as baixas temperaturas, pois estas prejudicam as culturas, causando danos ao seu desenvolvimento e produtividade, o que reflete diretamente na economia e na vida de toda população, uma vez que os danos causados no campo refletem diretamente no consumidor especialmente por conta do aumento dos preços de produtos que são inflacionados por sua escassez no mercado (BARBOSA, J. C., & SILVA, L. D. 2019).

A suscetibilidade do cafeeiro à geada está intimamente relacionada ao seu ciclo de desenvolvimento e às condições climáticas da região onde é cultivado. As variedades de cafeeiro mais comuns, como a Arábica e a Robusta, apresentam diferentes graus de resistência ao frio, com a Arábica sendo particularmente vulnerável devido à sua preferência por climas mais quentes e estáveis. Em áreas montanhosas, onde o cultivo do cafeeiro é frequentemente realizado, as baixas temperaturas noturnas podem intensificar o risco de geada (FONSECA & OLIVEIRA, 2022).

Além dos danos diretos às plantas, a geada pode impactar economicamente os produtores de café ao reduzir a quantidade e a qualidade

da colheita. A recuperação de uma lavoura danificada pela geada pode ser um processo longo e oneroso, exigindo investimentos adicionais em manejo e replantio. Portanto, estratégias de mitigação, como o uso de coberturas protetoras, técnicas de irrigação para aumento da umidade atmosférica e o plantio de variedades mais resistentes ao frio, são fundamentais para reduzir os riscos associados à geada (MATIELLO, 2019).

Estudos e práticas de manejo adequado são essenciais para entender melhor os padrões climáticos e implementar medidas preventivas eficazes. Dessa forma, a adoção de tecnologias e conhecimentos específicos sobre o impacto da geada no cafeeiro pode contribuir para a sustentabilidade da cafeicultura e para a segurança econômica dos produtores (RIBEIRO & ALMEIDA, 2020).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GEADA

A geada é um fenômeno climático que tem significativa relevância para a agricultura, especialmente para o cultivo do cafeeiro. Este evento meteorológico ocorre quando a temperatura do ar atinge níveis suficientemente baixos para que a umidade presente se congele, formando uma camada de cristais de gelo sobre as superfícies expostas (BARBOSA & SILVA, 2019).

A ocorrência de geadas está associada à definição de zonas climáticas, separando os ecossistemas tropical e temperado e determinando a distribuição e a diversidade de espécies (ALVARES et al., 2017).

Contudo, as geadas formam-se em dias frios, secos e sem vento, quando a temperatura do ar atinge 0 °C ou menos e comumente aparecem em lugares mais altos. Esse resfriamento é um estresse ambiental comum na natureza que pode afetar diretamente as funções fisiológicas dos cloroplastos das plantas e principalmente do cafeeiro e provocar o congelamento dos tecidos vegetais, inibindo a fotossíntese e as consequências são danos e morte das plantas ou partes delas ou perdas parciais ou totais de produtividade do café (LIU et al., 2018)

Segundo Moura (2017) se ocorrer geada em meados de setembro pode ser fatal, pois é quando as culturas estão em fase reprodutiva (floração, espigamento e formação de grãos), não tolerante ao frio. O risco neste caso é o congelamento da seiva, rompendo os vasos da planta e a estrangulando até a morte. Prever a ocorrência de geada e identificar as áreas susceptíveis pode minimizar os impactos causados por tal fenômeno.

De acordo com Matiello et al. (2024) a ocorrência de geadas na cafeicultura brasileira é um problema restrito às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, no Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, em áreas localizadas, geralmente, ao sul do paralelo 19 e a oeste do meridiano 44.

Os dados climáticos disponíveis, em período aproximado de 110 anos (a partir de 1890), mostram a incidência de quatro geadas severíssimas (1903, 1918, 1975 e 1981) e geadas médias a severas a cada cinco anos em média

(20% dos anos). Nos últimos 50 anos as geadas severas ocorreram em 1975, 1979 e 1981 e 2021, com geadas leves em 1972, 1978, 1987, 1994, 1998, 2000, 2018 e 2019. Nos últimos 15 anos as geadas praticamente não trouxeram problemas à cafeicultura, sendo apenas a geada de 2021 pouco mais prejudicial, com perdas de cerca de 25% da produção das áreas afetadas.

As chuvas de granizo e os raios (faísca elétrica) são elementos meteorológicos adversos, ocasionais e, normalmente, atingem pequenas áreas (pequena extensão). Nos últimos anos, entretanto, a ocorrência de granizo em lavouras de café tem abrangido áreas maiores. Também tem sido verificado que o granizo, além de danificar, por efeito mecânico, as partes da planta de café, induz brotação abundante da ramagem.

Do ponto de vista agrônomo, considera-se a ocorrência de geada quando a temperatura no abrigo meteorológico é menor que 2°C, o que, em noites características de geada, corresponde a -2°C na relva, ou seja, na superfície gramada exposta ao relento. A temperatura do ar no abrigo meteorológico normalmente corresponde em média 4° acima daquela da relva.

Os eventos de geada estão associados à ocorrência de incêndios florestais (ALVARES et al., 2017).

2.2 ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO CLIMA NA OCORRÊNCIA DE GEADAS NO CULTIVO DO CAFÉ

O clima exerce forte influência na fisiologia das plantas, que podem apresentar metabolismos diferentes em termos de temperatura, demanda hídrica e absorção da radiação solar principalmente na planta do cafeeiro. Contudo, os efeitos regionais causados por geadas podem apresentar distribuição heterogêneas na paisagem, mudando o cenário de acordo com o relevo, localização, adensamento, porte de vegetação e manejo do cafezal (GUIMARÃES; LANDAU, 2021).

No Brasil as geadas ocorrem com mais frequência no inverno, época em que os meses são os mais frios e secos do ano, ocorrendo com maior intensidade na região Sul e nas áreas de maiores altitudes como o sul do estado

de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (GUIMARÃES; LANDAU, 2021).

Dentre as variáveis climáticas que afetam o crescimento e a produção do *Coffea arabica*, destacam-se como mais relevantes a variação da temperatura média anual, a disponibilidade de luz e a disponibilidade hídrica (CAMARGO, 2010).

A ocorrência de geadas no Brasil está ligada a 3 tipos de fatores, os fatores macroclimáticos, macroclima e condições geográficas, sendo, principalmente a latitude, a altitude. Com relação à altitude, as geadas ocorrem com maior frequência e intensidade nas áreas de maior altitude. Esse fator, associado à latitude, é que define a frequência de ocorrência de geadas no Brasil. Quanto à continentalidade/oceanidade: as geadas mais severas e frequentes ocorrem na condição de interior, do continente, em relação à condição litorânea, pois o efeito termo-regulador da água é mais presente no litoral. Quanto à entrada das massas frias elas influem pela proximidade de sua entrada, e da sua origem, sendo que as massas, normalmente, chegam ao país passando pelos Andes ou pelo Oceano Atlântico. Quando elas vem pelos Andes, as geadas são mais prováveis e severas.

Os fatores topoclimáticos estão relacionados ao relevo (configuração do terreno). As geadas são mais frequentes e intensas nas áreas situadas nas configurações do terreno onde o ar frio fica estagnado, como nas concavidades, nas baixadas e nos terrenos planos. Assim, em dias propensos à geada, os danos mais significativos ocorrem nessas áreas de fundo considerando a condição macroclimática, pode-se observar que as áreas cafeeiras problemáticas, onde as geadas podem ocorrer, com maior frequência e intensidade, são aquelas mais ao sul do país, nos Estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (Sul, Triângulo, Oeste e Alto Paranaíba) e Goiás (MATIELLO et al., 2024).

2.3 TIPOS DE GEADA

Existem três fatores principais que causam geadas e, conforme sua origem, ela é classificada em geada de vento frio, geada de radiação e geada de canela (CAMARGO, 2015).

A intensidade do frio (temperaturas e duração) determina a intensidade dos danos por geadas, que podem ser: leves, moderadas e severas, afetando folhas, ramos e troncos, exigindo diferentes práticas de recuperação (MATIELLO et al., 2024).

2.3.1 Geada de vento frio ou advecção

Geada de vento ou geada de advecção é aquela provocada pela ocorrência de ventos fortes, constantes e com temperatura muito baixa. O principal dano é causado pelo vento, que resseca a parte da planta batida por ele.

Normalmente, esse tipo de geada atinge áreas mais altas do terreno, as faces mais expostas, e a lateral dos cafeeiros voltada para os ventos dominantes na noite da geada (MATIELLO et al., 2024).

2.3.2 Geada de radiação

É aquela cuja causa é o resfriamento intenso da superfície. Durante as noites de céu limpo, sem nuvens, sem vento, com baixa umidade e ar frio, ocorre a inversão térmica, onde a temperatura da relva passa a ser mais baixa que a temperatura do ar (CAMARGO, 2015).

2.3.3 Geada de canela

É originada pelas brisas catabáticas (aquelas que sopram morro abaixo), em noites que a temperatura da superfície diminui consideravelmente, levando ao congelamento da seiva no caule das plantas, próximo ao solo. Toda região

acima dessa parte atingida morre, ocorrendo a brotação abaixo dessa região (CAMARGO, 2015).

2.3.4 Geadas mistas

Um tipo, raro, é a geada mista, observada quando os processos de geada de advecção e de radiação ocorrem sucessivamente. Primeiro a geada de vento, com a entrada da massa de ar frio, e, posteriormente, a geada de radiação, quando a alta polar passa a atuar deixando o céu sem nuvens, sem vento e o ar frio e seco (MATIELLO et al., 2024).

2.4 ESTRATÉGIA DE MANEJO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DA GEADA NO CULTIVO DO CAFÉ

Existem algumas técnicas para minimizar o efeito da geada conforme descrito por Agrosmart (2018):

- O planejamento do local e semeadura que possibilita a escolha de locais e época de plantio/semeadura de modo a se evitar os períodos mais críticos com relação a ocorrência de geadas;
- Utilização de variedades resistentes e o conhecimento das temperaturas letais para as diferentes variedades cultivadas, tanto anuais como perenes, possibilita a escolha daquelas mais adequadas para a região;
- Irrigação que visa a aplicação de água por aspersão na cultura durante a noite da geada em uma taxa de 2 a 6 mm/h. Quando a água congela libera calor latente, reduzindo o resfriamento e mantendo a temperatura por volta de 0°C;
- Ventilação forçada consiste em misturar o ar da atmosfera mais quente (acima) com o ar mais frio (abaixo), pois nas noites de inverno ocorre a inversão térmica, com a superfície sendo mais fria que as camadas de ar mais altas. Para aplicar esse método é necessária a instalação de grandes ventiladores acima da cultura, porém só é aplicável em pequenas áreas planas.

Diversas pesquisas que geraram importantes tecnologias para conviver com as geadas na cafeicultura foram desenvolvidas a partir dessa época. As principais são destacadas a seguir.

Cobertura total de mudas recém-plantadas. Outra técnica estudada foi a proteção de lavouras de café recém-plantadas, por meio de coberturas efetuadas na véspera da ocorrência das geadas. Diversos materiais foram avaliados, destacando-se a cobertura com uma camada espessa de resíduos vegetais e a dobradas mudas e cobertura com terra, uma vez que na fase jovem estas são flexíveis (MORAIS et al., 2002; PRELA et al., 2005). Embora diversos materiais tenham sido eficientes, a prática que se mostrou mais viável foi a cobertura com terra. A retirada da cobertura deve ser feita manualmente, para evitar ferimentos aos troncos. A principal dúvida era quanto ao período que as mudas poderiam permanecer cobertas, sem que houvesse danos irreversíveis e morte. Os estudos realizados mostraram que plantas vigorosas e bem estabelecidas permaneceram por duas semanas cobertas sem danos que levassem as plantas à morte. A cobertura foi totalmente eficaz, mesmo contra as geadas severas ocorridas em 1994 e 2000, que causaram danos extensos à cafeicultura.

Consórcio com guandu (*Cajanus cajan*) para proteção contra geadas, foi objeto de vários estudos pela equipe do IAPAR, com comprovação do efeito positivo de proteção contra geada (CARAMORI et al., 2004). Uma alternativa importante adaptada para implantação de lavouras de café é o "túnel de guandu"

Os sulcos de plantio de café são preparados em setembro/outubro e o guandu gigante é semeado em covas no centro das entrelinhas. Os ramos inferiores do guandu são podados e as copas são conduzidas para se cruzar e formar um túnel, sob o qual são plantados os cafeeiros em janeiro/fevereiro. Os cafeeiros permanecem sob os túneis até passar o inverno, evitando o excesso de insolação na fase de implantação, o que garante o pegamento das mudas e reduz o replantio e protege contra geadas no inverno. Passado o período de risco de gealidas, os guandus são podados, os resíduos são distribuídos nas entrelinhas e os cafeeiros são conduzidos normalmente (GORRETA HUGO E CARAMORI, 2004).

2.5 IMPACTO ECONÔMICO DA OCORRÊNCIA DE GEADA NA PRODUÇÃO E CADEIA PRODUTIVA DO CAFÉ

A ocorrência de geada no cultivo do café pode ter vários impactos econômicos significativos.

1. Redução na Produção: A geada pode danificar os grãos de café e as plantas, resultando em uma menor produção. As plantas podem ter sua capacidade de produção comprometida, levando a uma colheita reduzida

2. Qualidade do Café: A qualidade do café pode ser afetada, com grãos que não amadurecem adequadamente ou que apresentam características inferiores. Isso pode resultar em uma menor classificação do café e, conseqüentemente, em preços mais baixos no mercado.

3. Custos de Recuperação Os produtores podem precisar investir em medidas para recuperar as plantas danificadas, como o uso de fertilizantes e tratamentos fitossanitários. Além disso, pode haver custos associados à replantação e ao manejo das áreas afetadas (PEREIRA; GARCIA, 2010).

4. Preços no Mercado: A redução da oferta de café devido a danos causados por geada pode levar a um aumento nos preços do café no mercado. Isso pode beneficiar os produtores que não foram afetados, mas também pode aumentar o custo para os consumidores e para a indústria de café como um todo.

5. Impacto no Emprego: Em regiões onde a produção de café é uma importante fonte de emprego, a redução da produção pode afetar o emprego local e a economia regional. Trabalhadores podem enfrentar perda de renda e empresas relacionadas ao café podem sofrer com a diminuição das vendas (FERREIRA; GONÇALVES, 2018).

6. Planejamento e Investimento: Os produtores podem precisar ajustar seus planos de investimento e planejamento para lidar com a incerteza causada por eventos de geada. Isso pode incluir mudanças nas práticas agrícolas, diversificação de culturas ou adoção de tecnologias para mitigar os riscos.

7. Seguros e Subsídios: Em algumas regiões, os produtores podem ter acesso a seguros agrícolas ou subsídios para compensar as perdas devido a eventos climáticos adversos. A disponibilidade e a eficácia desses mecanismos podem influenciar o impacto econômico da geada.

Esses impactos podem variar dependendo da intensidade da geada, da capacidade de resposta dos produtores e das condições gerais do mercado. Adaptar-se a eventos climáticos adversos e implementar estratégias de mitigação pode ajudar a reduzir os impactos econômicos associados à geada no cultivo do café (REBELLO; NEVES, 1987).

8. Aumento dos Custos: os produtores podem precisar investir em práticas de recuperação, como replantio ou tratamento das plantas danificadas. Isso pode incluir a compra de novos insumos, fertilizantes e tratamento para doenças secundárias.

9. Impacto nos Preços: a diminuição da oferta devido a geadas pode levar a um aumento nos preços do café no mercado, o que pode ser benéfico para alguns produtores que conseguem manter sua produção, mas também pode elevar o custo para os consumidores finais. A incerteza na oferta pode causar volatilidade nos preços, afetando tanto produtores quanto consumidores.

10. Efeitos na Cadeia Produtiva: a redução na oferta de café pode afetar as empresas que processam e exportam o grão. Menos café disponível pode levar a uma redução nos volumes de processamento e exportação, impactando a receita dessas empresas. Países exportadores de café que enfrentam danos por geada podem perder competitividade no mercado internacional, afetando sua participação de mercado e sua relação com importadores (CARAMORI, P.H., MANETTI FILHO, 1993)

Em resumo, a ocorrência de geada pode causar uma série de desafios econômicos para a produção e a cadeia produtiva do café, desde a redução na oferta e aumento dos custos até impactos na renda e empregos. A capacidade de adaptação e recuperação dos produtores e da cadeia produtiva em geral é crucial para mitigar esses impactos e garantir a estabilidade a longo prazo.

2.6 MONITORAMENTO E PREVENÇÃO DA GEADA NO CAFEIRO

As ferramentas de sensoriamento remoto permitem avaliar as áreas atingidas pelas geadas e fazer uma previsão da próxima safra com base na intensidade que as plantas foram atingidas. A geolocalização das áreas de

cultivo e o Cadastro Ambiental Rural são fundamentais para que ocorra o monitoramento remoto via satélite (GUIMARÃES; LANDAU, 2021). Assim, o sensoriamento remoto é uma alternativa de grande valia para ajudar produtores na gestão e manejo das lavouras de café, com claras possibilidades de antever as geadas (ESPÓSITO, 2021).

Até que as lavouras consigam se recuperar plenamente, estabilizando os níveis de produção, o cafeicultor deve ir trabalhando o seu fluxo de caixa e implementar ações preventivas nas lavouras.

O foco deve estar nas ações preventivas, que vão desde a escolha estratégica dos locais de implantação das lavouras a utilização dos fertilizantes certos, a fim de realizar um manejo nutricional adequado, que permita que o cafezal seja mais capaz de resistir as geadas (CRISTIANO VELOSO, 2022)

Dentre as condições climáticas a mais temida na lavoura cafeeira são as geadas, porque a planta de café é muito sensível ao frio e quando ocorre geada há no mínimo um retardamento no desenvolvimento ou ocorre a morte da planta ou parte dela (MATIELLO, ALAMEIDA, 2016).

De acordo com Matiello (2020) as medidas preventivas são aquelas aplicadas muito antes das geadas, no sentido de alterar o cafezal ou as condições que favoreçam a geada, melhorando a situação topoclimática e microclimática na área da lavoura e a própria resistência dos cafeeiros. As medidas preventivas são aquelas aplicadas no dia (noite) da geada, atuando diretamente na ocorrência do fenômeno. Para influir no topoclima implantando a melhor condição para a proteção da lavoura de café é necessário: Escolher o local adequado para a implantação dos cafezais, situando-os no terço superior das encostas, que tenham um bom escoamento do ar frio abaixo delas.

Evitar áreas planas (menos de 5% de declividade) ou chapadas (que não têm bom escoamento) e fundos de vales onde o ar frio se acumula. Sempre que possível, evitar plantios em faces Sul e Sudoeste do terreno. No plano de uso de uma bacia topográfica, nas partes mais altas, acima do cafezal, dar preferência para reflorestamento e abaixo localizar culturas anuais ou pastagem. Toda cobertura vegetal alta a montante (acima) é vantajosa pois cerca a massa fria. Ao contrário, deve-se evitar vegetação alta a jusante (abaixo da lavoura) pois aí a massa seria contida dentro do cafezal (CRISTIANO VELOSO, 2022).

2.7 EFEITOS DA GEADA NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO CAFÉ

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, a produção da safra brasileira de café em 2020 foi de 63,1 milhões de sacas. Em 2021 esperava-se uma safra mais robusta, porém, até meados setembro de 2021 a contabilização da safra foi 46,9 milhões de sacas, estimando na época que a safra fosse fechada em 48,8 milhões de sacas com variação de queda de 25,7 milhões de sacas, contudo, as expectativas da safra de 2022 foram frustradas pela crise hídrica e pelo impacto das geadas nas regiões produtoras no ano anterior (CONAB, 2021).

Através do sensoriamento remoto e inteligência artificial é possível ver detalhes das lavouras que não são visíveis a olho nu. Ao verificar a área do Sul de Minas percebeu-se que a área afetada pelas geadas em 2021 foi de aproximadamente 156,3 mil hectares, perfazendo um percentual de 17,2% da área ocupada por cafeicultura no Sul de Minas (EMATER-MG, 2021). Em Poços de Caldas foram atingidas aproximadamente 60 propriedades, com equivalência entre 420 a 455 hectares e Alfenas teve 52,2 mil hectares atingidos, ou seja, 27% da microrregião alfenense foi atingida pelas geadas de julho de 2021 e que os resultados mais negativos ainda estavam por vir (CANAL RURAL, 2021).

De acordo com a metodologia adotada, considerando os municípios com mais de 5.000 ha plantados em 2019, os cafezais do município de Campestre foram os mais impactados pelas geadas, chegando a um percentual de aproximadamente 70% destes afetados (69,7%)(GUIMARÃES., LANDAU, 2021).

Os frutos dos café afetados pela geada que foram colhidos depois do fenômeno devem ser separados na colheita para não prejudicar a bebida dos demais (SANTINATO & SANTINATO, 2021).

Em plantas novas no campo (até 2 anos) e, também, em brotações de recepa, o frio pode causar queima na parte baixa do tronco, onde a temperatura do ar é menor (maior densidade do ar frio) sem queimar a folhagem acima. A ação do frio, mesmo sem queimar, paralisa o crescimento da margem com tecido novo da folha, causando um fio amarelado, chamado de “fio de ouro”. Com um

pouco mais de frio ocorre a queima das folhas novinha do último par e da gema terminal dos ramos produtivos.

Um outro efeito do frio é a formação de lesões no pecíolo das folhas de café. Porém, as verificações efetuadas, indicaram que a origem dessas lesões está ligada a disposição e queima dos tecidos pelo frio intenso. Não por acaso, essas lesões, estranhas a muitos, só apareceram após ocorrências de geadas fracas (MATIELLO ET AL., 2024).

2.8 PÓS GEADA

A decisão é tomada em função da magnitude da morte dos tecidos nos cafeeiros. Quanto maior a quantidade de tecidos mortos mais drástica vai ser a intervenção, que pode chegar até mesmo na substituição das lavouras. Mediante a necessidade de podas, a regra é quanto menos cortar melhor. Com relação à renovação da lavoura, deve-se considerar a mortalidade de plantas, que gerarão o estande produtivo quando a lavoura se recuperar.

Nas lavouras em formação em que o dano foi severo, causando a morte das plantas por queima das folhagens e ramos ou pela canela de geada, deve-se renovar a lavoura. Caso o dano seja superficial, não afetando o ramo ortotrópico (tronco principal), não é preciso fazer nada. A planta vai brotar e continuar seu desenvolvimento, mesmo que em atraso. Nessas plantas, após o estabelecimento da nova brotação ortotrópica, a parte velha queimada na geada deve ser eliminada, restaurando uma nova planta (ANDRADE ET AL., 2021).

Após aproximadamente 15 dias da geada, tempo suficiente para as partes atingidas secarem, avalie da ponta para a base do ramo e do ápice para a base do tronco até onde está seco e se há capacidade de recuperação.

Programa o manejo de recuperação da lavoura. Feita a avaliação dos danos, poderão ser programadas pulverizações para proteção da planta e estímulo às novas brotações e as podas. A poda deve ser avaliada para cada tipo de lavoura, de acordo com a intensidade dos danos, sendo que em alguns casos ela é inclusive dispensada (COSTA, 2021).

No entanto, a experiência acumulada mostra que é preciso esperar, por cerca de 2 meses, para que as plantas mostrem sua capacidade de rebrota. Com

os brotos saindo na parte baixa do tronco, inicialmente eles devem ser mantidos, e, então, quando estiverem com cerca de 10-15 cm de altura faz-se a desbrota, conduzindo o número desejado de brotos por planta.

As plantas que não apresentarem brotação, pois morreram, devem receber replantio, o quanto antes possível, para que haja maior uniformidade no crescimento das plantas na lavoura (MATIELLO, GONÇALVES E ARAUJO, 2021).

No aspecto nutricional, a observação de lavouras de café em recuperação, na Zona Sul de Minas, tem mostrado que as novas brotações, que vem crescendo nos cafeeiros, nos últimos meses, apresentam deficiências mais severas de alguns micro-nutrientes, especialmente do zinco e em menor escala tem sido verificadas, também, carências de ferro e de manganês. Essa situação era esperada, pois os cafeeiros danificados, seja as plantas que foram podadas, seja aquelas onde as podas não foram necessárias, precisaram emitir brotações em maior escala. Além disso, o sistema radicular das plantas danificadas fica reduzido, com menor capacidade de absorver os nutrientes disponíveis no solo (MATIELLO E BARTELEGA, 2021).

3 OBJETIVO

O trabalho teve por objetivo analisar os efeitos da geada na produção de café, identificando as causas, impactos econômicos, efeitos na qualidade e produtividade no café desse fenômeno climático. Busca-se propor estratégias de mitigação e manejo para minimizar os danos causados pela geada.

4 CONCLUSÃO

A geada representa um obstáculo significativo para a produção de café, devido ao impacto severo que pode ter sobre a saúde e produtividade do cafeeiro. Os danos causados pelo congelamento das células vegetais e a subsequente necrose das folhas e brotos podem levar a uma redução considerável na qualidade e quantidade da colheita. As variedades de cafeeiro, particularmente a Arábica, são especialmente vulneráveis a essas condições adversas, exigindo atenção especial dos produtores para proteger suas lavouras.

A mitigação dos efeitos da geada na cafeicultura requer uma abordagem multifacetada que inclui tanto medidas preventivas quanto estratégias de recuperação. A adoção de tecnologias como coberturas protetoras, técnicas de irrigação para aumentar a umidade atmosférica e o monitoramento climático constante são práticas essenciais para reduzir o risco de danos. Além disso, a seleção de variedades mais resistentes ao frio e o ajuste das práticas de manejo podem ajudar a aumentar a resiliência das plantações frente a eventos climáticos extremos.

Em suma, enfrentar o desafio da geada na cafeicultura exige um entendimento profundo dos fatores climáticos e das respostas das plantas, bem como a implementação de práticas eficazes para minimizar os impactos. O investimento em pesquisa e desenvolvimento, aliado a estratégias adaptativas e tecnologias apropriadas, é crucial para garantir a sustentabilidade e a produtividade da cafeicultura em regiões sujeitas a esse fenômeno climático.

Assim, a integração de conhecimento científico e práticas de manejo avançadas pode contribuir significativamente para a proteção e o sucesso das lavouras de café em face das adversidades climáticas.

REFERÊNCIAS

AGROSMART. **Geadas: entenda sua formação e como minimizar os efeitos na lavoura.** Acessado em Ago/2024

ANDRADE, V. T.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; FERREIRA, A. D. **Epamig e Embrapa Café orientam cafeicultores sobre o que fazer após as geadas.** Consórcio Pesquisa Café, 2021.

ALVARES, C.A.; SENTELHAS, P.C.; STAPE, J.L. **Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil.** Theor. Appl. Climatol., 2017.

BARBOSA, J. C., & SILVA, L. D. (2019). **Influência das condições climáticas sobre a produção de café: Impactos da geada e estratégias de mitigação.** Revista Brasileira de Café, 14(1), 45-59.

CARAMORI, P. H.; MANETTI FILHO, J.; COSTA, A.C. S.; MARUR, C. J.; SEREIA, V. J. **Arborização de cafeeiros com *Leucena leucocephala* para proteção contra geadas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5. 1987. Anais... Belém: 1987. p. 337-339.

CALDANA, N. F. DA S.; SILVA, G. M. F. DA; MARTELÓCIO, A.C.; NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H. **Caracterização das ocorrências de precipitação de granizo e seus impactos socioeconômicos no estado do Paraná.** Agrometeoros, Passo Fundo, v. 27, n. 2, p. 271-284, 2020.

CAMARGO, A. P. **A serragem salitrada no combate a geada.** Instituto Agrônomo de Campinas: Circular Técnica, 1958. 4 p.

CAMARGO, A. P. **O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe Agropecuário,** v.11, p.13-25, 1985.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2021. **Acompanhamento da safra brasileira de café,** Brasília, DF, v.8 safras 2020/21, n. 3, Quarto

Levantamento Canal Rural. Geadas: entidades pedem R\$ 1 bilhão ao MAPA para restaurar cafezais afetados.

COSTA, F. **Revista Cafeicultura**, 2021.

EMATER-MG, **Emater-mg faz levantamento de áreas produtoras de café atingidas pela geada da última semana**, Belo Horizonte, Julho 2021.

ESPÓSITO, T. **Sensoriamento remoto é alternativa para ajudar produtores na gestão das lavouras de café**, 2021, G1 Sul de Minas. Acessado em Ago/2024.

FERREIRA, D. R., & GONÇALVES, E. D. (2018). **Gestão de riscos na cafeicultura: a geada e suas implicações**. *Revista de Política Agrícola*, 27(1), 21-35.

FONSECA, A. F., & OLIVEIRA, T. S. (2022). **Manejo de risco para eventos de geada na cafeicultura: Tecnologias e práticas recomendadas**. *Proceedings of the International Coffee Conference*, 12, 210-224.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Reflectância espectral do satélite Amazônia 1 para a estimativa de efeitos provocados por geadas na cultura do café em Minas Gerais**, 2021, Sete Lagoas, Embrapa Café, 21 p. (Comunicado Técnico, 250, set, 2021).

JUNIOR, G. M. **Contribuições das pesquisas agrometeorológicas do IAPAR**. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.29, e026924, 2021.

LIU, X. et al. **Effects of chilling on the structure, function and development of chloroplasts**, 2018, *Frontiers in Plant Science*, v. 9, article 1715.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. (2016). **Deu geada no cafezal, não façam podas já**. Acessado em: Ago/2024.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. **Cultura do café no Brasil - Manual de Recomendações**, 1. Ed - São Paulo, 2020.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. **Cultura do café no Brasil - Manual de Recomendações**, 1. Ed - São Paulo, 2024.

MATIELLO, J.B; BARTELEGA, L. (2021). **No pós-gelada e pós-seca a deficiência de micro-nutrientes se agrava em cafeeiros.**

MATIELLO, J.B; GONÇALVES, S; LUIZ A. ALVES ARAUJO. (2021). **Recuperação de lavouras novas de café, no pós-gelada, foi boa.**

MORAIS, F. S.; ZARO, G. C.; CARAMORI, P. H.; ANDRADE, G. A. **Trocas gasosas e potencial hídrico em cafeeiros cultivados sob guandu para proteção contra geadas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12. Anais. Fortaleza: 2009.

MOURA, L. **A importância do frio para a agricultura.** Acessado em 06 set. 2018.

PEREIRA, G. E., & GARCIA, R. R. (2010). **Impactos da geada na produção de café.** Revista Brasileira de Agricultura, 85(4), 234-242.

REBELLO, E. R. G.; NEVES, E. K. (1987). **Aspectos sinóticos da ocorrência de geadas severas nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil.** Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 5: 313p Jul.

VELOSO, CRISTIANO. **Geada. Blog Verde**, 2022. Acesso em: 05 set. 2022.