



# REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade

[www.reunir.revistas.ufcg.edu.br](http://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br)




ARTIGO ORIGINAL: Submetido em: 25.01.2021. Avaliado em: 01.02.2023. Apto para publicação em: 17.03.2023. Organização Responsável: UFCG.

## Uso de caulim processado como técnica sustentável de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola


*Use of processed kaolin as a sustainable technique to mitigate the effects of climate change on agricultural production*

*Uso de caolín procesado como técnica sostenible para mitigar los efectos del cambio climático en la producción agrícola*


**Newton de Matos Roda**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas/SP  
R. Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516,  
Campinas – SP, CEP: 13087-571, Brasil.  
 <https://orcid.org/0000-0002-7708-5845>  
e-mail: [newtonroda@yahoo.com](mailto:newtonroda@yahoo.com)


**Bruna Angela Branchi**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas/SP  
R. Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516,  
Campinas – SP, CEP: 13087-571, Brasil.  
 <https://orcid.org/0000-0001-5312-286X>  
e-mail: [bruna.branchi@puc-campinas.edu.br](mailto:bruna.branchi@puc-campinas.edu.br)

**João Carlos Pontin**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas/SP  
R. Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516,  
Campinas – SP, CEP: 13087-571, Brasil.  
 <https://orcid.org/0009-0002-6655-1764>  
e-mail: [jcpontin@gmail.com](mailto:jcpontin@gmail.com)

**Regina Márcia Longo**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas/SP  
R. Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516,  
Campinas – SP, CEP: 13087-571, Brasil.  
 <https://orcid.org/0000-0002-2374-4649>  
e-mail: [regina.longo@puc-campinas.edu.br](mailto:regina.longo@puc-campinas.edu.br)



### PALAVRAS-CHAVE

Café; sustentabilidade;  
inovação

**Resumo:** O café é a segunda bebida quente mais consumida no planeta. O Brasil é reconhecido como o principal protagonista na produção e exportação de café; sendo assim a busca pelo aumento de produção sem expansão da área física plantada é um caminho da sustentabilidade e pilar das pesquisas agrícolas em regiões tropicais. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo discutir a luz de uma revisão de literatura integrativa uma técnica sustentável e ecologicamente correta para a proteção de plantas cultivadas a pleno sol, a fim de assegurar o contínuo crescimento da produção do café no Brasil. Trata-se da pulverização do mineral caulim sobre plantas comercialmente cultivadas de café; um mineral inorgânico, natural, processado, purificado e formulado, disponível sob a marca comercial Surround@WP. Considerou-se como metodologia aplicada, a pesquisa descritiva e explicativa, com vistas à identificação da relação entre a temperatura do ar, temperatura sobre as plantas e seus danos causados às plantas através do procedimento técnico da

pesquisa bibliográfica. De forma geral, a elevação da temperatura do ar causa estresse térmico no cafeeiro e favorece a queimadura das folhas, causada pelo excesso de radiação solar, deixando a planta vulnerável a insetos não desejáveis. Os resultados dos estudos revisados demonstraram que a aplicação do caulim contribuiu significativamente para o aumento da produtividade, melhoria na qualidade dos grãos e agregação de valor ao produto comercializado. Desta forma, o produto poderá ser importante aliado para o contínuo crescimento sustentável e economicamente viável da cafeicultura brasileira.

#### **KEYWORDS**

Coffee; sustainability; innovation

**Abstract:** *Coffee is the second most consumed hot beverage on the planet. Brazil is recognized as the main protagonist in coffee production and exportation. Therefore, the search for increased production without expanding the physical area planted is a path to sustainability and a pillar of agricultural research in tropical regions. In light of this, the present study aims to discuss, through an integrative literature review, a sustainable and ecologically correct technique for the protection of commercially grown coffee plants in full sun, in order to ensure the continuous growth of coffee production in Brazil. This technique involves spraying the mineral kaolin on commercially grown coffee plants, which is an inorganic, natural, processed, purified, and formulated mineral available under the commercial brand Surround®WP. The methodology applied was descriptive and explanatory research, aimed at identifying the relationship between air temperature, temperature on the plants, and the damage caused to the plants through the technical procedure of bibliographic research. In general, the increase in air temperature causes thermal stress in coffee plants and promotes leaf burning caused by excess solar radiation, leaving the plant vulnerable to unwanted insects. The results of the reviewed studies demonstrated that the application of kaolin contributed significantly to increased productivity, improved grain quality, and added value to the commercialized product. Thus, the product may be an important ally for the sustainable and economically viable growth of Brazilian coffee production.*

#### **PALABRAS CLAVE**

Café; sustentabilidad; innovación

**Resumen:** *El café es la segunda bebida caliente más consumida en el planeta. Brasil es reconocido como el principal protagonista en la producción y exportación de café, por lo que la búsqueda de un aumento en la producción sin expandir el área física cultivada es un camino hacia la sostenibilidad y un pilar de la investigación agrícola en las regiones tropicales. En este sentido, este estudio tiene como objetivo discutir, a través de una revisión de literatura integrativa, una técnica sostenible y ecológicamente correcta para la protección de plantas cultivadas a pleno sol, a fin de asegurar el continuo crecimiento de la producción de café en Brasil. Esta técnica consiste en la pulverización del mineral caolín sobre las plantas de café comercialmente cultivadas; un mineral inorgánico, natural, procesado, purificado y formulado, disponible bajo la marca comercial Surround®WP. Se consideró como metodología aplicada la investigación descriptiva y explicativa, con el objetivo de identificar la relación entre la temperatura del aire, la temperatura sobre las plantas y los daños causados a las plantas a través del procedimiento técnico de investigación bibliográfica. En general, el aumento de la temperatura del aire causa estrés térmico en el cafeto y favorece la quemadura de las hojas, causada por el exceso de radiación solar, dejando la planta vulnerable a insectos no deseados. Los resultados de los estudios revisados demostraron que la aplicación del caolín contribuyó significativamente al aumento de la productividad, la mejora en la calidad de los granos y la agregación de valor al producto comercializado. De esta manera, el producto podría ser un aliado importante para el continuo crecimiento sostenible y económicamente viable de la caficultura brasileña.*

## Introdução

Estima-se que o consumo de café começou em 1000 a.C., porém registros demonstram que o primeiro cultivo e comércio, em qualquer tipo de escala, começou somente em 1400 d.C. (Specialty Coffee Association, 2019). Na maioria dos países produtores de café, mais de 70% da produção é destinada ao mercado internacional, assim a maior parte do valor agregado a essa commodity é capturado por torrefadores e varejistas dos países importadores (International Coffee Organization, 2019).

Segundo as empresas associadas à Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC), a procura por café no Brasil segue em plena expansão, acompanhando uma tendência que se observa globalmente (Vegro & Santos, 2018). As cafeterias nunca foram tão populares. Grandes redes de cafeteria abriram milhares de lojas ao redor do globo, inclusive em mercados jovens e promissores, como China e Índia (Bureau de Inteligência Competitiva do Café, 2018). Foi o Brasil que lançou o café solúvel para o mundo; apoiado na melhor tecnologia e competitividade, as indústrias brasileiras de café solúvel possuem mais de vinte diferentes tipos de certificações socioambientais e de gestão de processos (Guimarães, 2015).

Reconhecido como o principal protagonista na produção de café mundial, com 57,2 milhões de sacas de 60Kg, o Brasil é o maior exportador dessa commodity, considerando a soma de café verde, solúvel e torrado e moído (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020). Segundo a Organização Internacional do café, o consumo mundial deve atingir 209,47 milhões de sacas de 60kg. Por isso o aumento da produção de café pelo Brasil é de fundamental relevância frente aos desafios para o abastecimento global, ademais que o sabor do café brasileiro vem conquistando cada vez mais o paladar da população dos países consumidores (Guimarães, 2015).

Considerando as demandas atuais a respeito da agricultura sustentável, o objetivo do presente

estudo é discutir, fundamentado na literatura, a viabilidade da pulverização do caulim, um mineral inorgânico, natural, do tipo processado, purificado e formulado sobre as plantas de café - *Coffea arabica* L, com vistas a despertar a atenção dos agricultores e profissionais da cafeicultura empresarial acerca de uma alternativa sustentável, acessível, inovadora e ambientalmente correta para a expansão da produção cafeeira, desvinculando-se do conceito de aumento de produção com expansão de área.

As diversas características edafoclimáticas da cafeicultura resultam em variações nos sistemas de produção, nas espécies cultivadas, na qualidade e no rendimento da produção e, conseqüentemente, nos resultados econômicos (Camargo, 1985). Sendo o Brasil maior produtor e exportador de café, cujo protagonismo se projeta nas próximas décadas, a busca pelo aumento de produção sem, contudo, expandir área física plantada é um caminho da sustentabilidade e preservação das reservas naturais, pilares das pesquisas agrícolas em regiões tropicais. Neste contexto, o presente estudo tem como discutir a luz de uma revisão de literatura integrativa o uso do caulim como uma técnica sustentável e ecologicamente correta para a proteção de plantas de café cultivadas a pleno sol, a fim de assegurar o contínuo crescimento da produção do grão no Brasil mesmo frente as alterações climáticas previstas.

## Elementos teóricos da pesquisa ou Fundamentação teórica

Pesquisas sistemáticas que identificaram os efeitos do caulim processado, purificado e formulado, pulverizado sobre as plantas ganharam importância e visibilidade a partir da década de 70 após demonstrar a redução em 4,0°C da temperatura foliar de laranjeiras, e em até 5,4°C em seringueiras. Este mesmo estudo comprovou uma queda de 25% na taxa de transpiração das plantas (Abou-Khaled, Hagan, Davenport, 1970).

As avaliações das plantas que receberam o caulim processado, quando estão sob condições climáticas desfavoráveis, mostraram que essas se

tornaram mais produtivas quando comparadas com plantas de sorgo, algodão, tomate, maçã e café desprovidas de proteção com a caulinita processada (Abreu et al., 2020; Glenn *et al.*, 2001; Srinivasa Rao, 1985; Moreshet, Cohen, Fuchs, 1979; Stanhill, Moreshet, Fuchs, 1976).

O mineral caulim é constituído de silicato de alumínio hidratado, a composição química teórica é de 39,50% de óxido de alumínio, 46,54% de dióxido de silício e 13,96% de água (Luz, Campos, Carvalho, Bertolino, Scorzelli, 2008). A rocha caulim, in natura, traz em sua composição traços de metais não desejáveis, tais como o óxido de ferro vermelho, que deve ser removido para que sejam obtidas altas qualidades de brilho branco, e o dióxido de titânio, o qual deve ser eliminado para atender especificações industriais (Harben, 1995).

Em função do conjunto de características positivas, o caulim é versátil e aplicado nas indústrias de cerâmica, em formulações de produtos medicinais, cosméticos, creme dental, aditivo alimentar, como difusor de luz em lâmpadas incandescentes brancas, dentre outros. O maior volume desse mineral é empregado pelas indústrias papeleiras durante o processo de branqueamento do papel. Quimicamente inerte em ampla faixa de pH, apresenta baixa condutividade térmica e elétrica, textura macia, não porosa, não dilatador e não abrasivo, tem alta capacidade de dispersão e homogeneização em água e por sua coloração branca ou quase branca é utilizado como pigmento, além disso, atua como reforço nas aplicações de carga (Glenn, Prado, Erez, McFerson, Puterka, 2002; Harben, 1995; Luz & Damasceno, 1994).

Na agricultura, é caracterizado como produto multifuncional, ecológico, não tóxico ao meio ambiente e seres vivos. Atua sobre as plantas como agente minimizador do estresse térmico quando elas estão expostas a altas radiações solares e altas temperaturas do ar, contribuindo para a melhoria da qualidade das frutas e aumento de produção (Mphande, Kettlewell, Grove, Farrell, 2020; Sharma, Reddy, Datta, 2015; Glenn & Puterka, 2005).

Em geral, 120 minutos após ser pulverizado sobre as superfícies das plantas, o caulim processado e purificado forma uma película de cristais, sendo denominado de “filme de partículas”, comercializado com a marca ‘Surround® WP’. O produto foi registrado sob proteção de patente em favor da empresa Engelhard Corporation, adquirida pela BASF. Posteriormente vendido para o grupo Tessenderlo Kerley Inc. No Brasil, este insumo agrícola é dispensado de registro no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Nacionais Renováveis (IBAMA), no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e também na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016).

Estudos em diversos países demonstram os efeitos benéficos do filme de partículas caulim processado e purificado em diferentes plantas comercialmente cultivadas. Conforme apontam estudos realizados nos Estados Unidos, o produto atua como filtro e agente refletivo da radiação solar, reduz o estresse hídrico e promove conforto térmico às superfícies da pimenteira *Capsicum annum* em períodos de altas temperaturas do ar (Creamer, Sanogo, El-Sebal, Carpenter, Sanderson, 2005). Na Colômbia, observou-se a redução de menos 2,5°C na temperatura foliar de roseiras-Rose spp. (Sotelo-Cuitiva, Restrepo-Díaz, García-Castro, Ramírez-Godoy, Floréz-Roncancio, 2011). Na espécie de macieira *Malus domestica*, cultivada comercialmente na Nova Zelândia, o produto reduziu ao menos 17% a temperatura da folha (Wünsche, Lombardini, Greer, 2004), e também mitigou danos de escaldadura causadas pela alta radiação solar na África do Sul (Gindaba & Wand, 2007). No Egito, em plantações de tomate *Solanum lycopersicum*, aumentou em 26,24% a eficiência do uso da água (Abdallah, 2019). Também na Itália, em tomateiros cultivados que estavam protegidos com o filme de partículas de caulim processado e purificado, comprovou-se a redução na temperatura foliar em menos 1,1°C, diminuindo os sintomas da escaldadura nos frutos, melhorando a qualidade,

possibilitando geração de adicional na lucratividade em até 900 €/ha (Boari, Cucci, Donadio, Schiattone, Cantore, 2014).

Frutos da romãzeira *Punica granatum*, cultivados em escala comercial na Índia, tiveram 47% menos queimaduras de sol quando protegidos com o produto e, por esse benefício, as romãs comercializadas estavam com qualidade melhor do que o padrão existente (Sharma, Datta, Varghese, 2018). Desta forma, o filme de partícula de caulim vem sendo considerado como o melhor método na prevenção contra perdas de qualidade das romãs por escaldadura de sol, também nos cultivos comerciais da Turquia (Yazici & Kaynak, 2006). Estudos com macieiras cultivadas comercialmente nos Estados Unidos apontaram aumento na assimilação fotossintética de carbono, aumento na condutância estomática desdobrando-se em maior produtividade (Glenn *et al.*, 2001). Um benefício adicional foi observado quando o produto proporcionou repelência à mosca-das-frutas *Rhagoletis pomonella*, um inseto não desejável, que na fase larval, fura os frutos de maçã depreciando-os para comercialização (Leskey, Wright, Glenn, Puterka, 2010). Resultou ser eficiente também como agente repelente às cigarras, transmissoras da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora de doença letal em pomares de maçãs, manga, laranja, tangerinas, limão e parreirais de uva (Joubert, Grové, De Beer, Steyn, 2004; Puterka *et al.*, 2003).

Além destes benefícios já mencionados, estudos recentes conduzidos no Brasil comprovam que o uso do caulim contribui para uma taxa de repelência contra o psilídeo *Diaphorina citri* de até 80% (Franco & Fukuda, 2018). Esse inseto não desejável, temível pelos citricultores, age como vetor da transmissão das bactérias que causam o greening (Huanglongbing/HLB), uma das doenças mais destrutiva, com poder de dizimar pomares de citros, em todas as idades, no Brasil e no mundo (Bassanezi *et al.*, 2020). Considerando o cultivo de café, um besouro denominado Broca do café *Hypothenemus hampei* é apontado como o inseto mais indesejável, devido a sua alta capacidade de

danificar os grãos, depreciando-os a ponto de torná-los inviáveis comercialmente. Observou-se que o caulim processado e purificado é agente repelente contra a presença da Broca do café, cuja taxa de presença se manteve inferior a 2% ao longo do período de frutificação. Associado ao inseticida biológico Mycotrol®ESO, demonstrou efeito de repelência também contra presença de afídeos, tripses e mosca-branca (Kawabata, Nakamoto, Curtiss, 2015; Reis, Souza, Santa-Cecília, Silva, Zacarias, 2010).

Na Itália, em lavoura de girassol *Helianthus annuus*, comprovou-se a eficiência do filme de partículas de caulim processado e purificado como agente repelente de insetos não desejáveis (Salerno, Rebora, Kvalev, Gorb, Gorb, 2020). Na Índia, o produto reduziu em 50,3% a incidência da broca da fruta, e em menos 40,2% o aparecimento da doença denominada “crestamento bacteriano” nos cultivos de romãzeiras *Punica granatum* (Sharma *et al.*, 2018).

Especificamente com relação ao café e considerando o zoneamento agroclimático em vigor no Brasil, correlacionados à arquitetura da planta de café e ao aumento da temperatura do ar, poderão surgir impactos negativos à produtividade e, por isso, poderá haver redução de áreas adequadas para cultivo do café *Coffea arabica* L, em até 75% no Paraná e 95% em Goiás, Minas Gerais e São Paulo (Assad, Pinto, Zullo, Avila, 2004).

Trabalhos científicos comprovam que temperaturas acima de 23°C sobre o cafeeiro *Coffea arabica* L, sem sombreamento florestal, conduzem ao abortamento de flores, comumente conhecidas como “estrelinhas”, que induzem a planta a produzir mais folhas e menos grãos (Camargo, 2010). Desta forma, as altas temperaturas sobre o cafeeiro reduzem a produção de grãos e prolongam o ciclo de produção, tornando-o tão longo que coincide com a florada da safra seguinte (Camargo, 2010).

Levando em conta o Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, devem-se envidar todos os esforços



para que a temperatura ambiental da Terra não ultrapasse mais de 1,5°C, pois, dentre outras consequências, haverá impactos negativos nas futuras produções de cereais cultivados em regiões tropicais e temperadas (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). As pesquisas sobre fisiologia da planta de café demonstram que, acima de 24°C, ocorre um decréscimo na ordem de 10% na taxa fotossintética para cada 1°C de aumento na temperatura ambiente, com taxa aproximando-se de zero a partir de 34°C (Nunes, Bierhuizen, Ploegman, 1968).

Desta forma, compreende-se que a cafeicultura brasileira está comprometida com as questões socioambientais, por isso a preocupação em produzir de forma sustentável. Por conseguinte, amparado por um conjunto de leis rigorosas em favor da conservação da biodiversidade e do bem-estar das pessoas ligadas à produção de café (Associação Brasileira da Indústria do Café, 2020).

## Metodologia

O presente estudo consiste em uma pesquisa descritiva e explicativa com objetivo de identificar o fenômeno decorrente da relação entre a temperatura do ar, a temperatura sobre as plantas e os danos causados, bem como, observar os fatores que determinam um fenômeno (Gil, 2010). A metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica. De acordo com Gil (2010) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir das publicações em artigos, livros ou sites do tema já estudado.

Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa. Os critérios de inclusão e exclusão foram acessados artigos usando o mecanismo de busca do Google Scholar, Google Academics e o sistema de bibliotecas eletrônicas que possuem links para diversos bancos de dados, incluindo aqueles considerados relevantes para este estudo, como SBICafé, Biblioteca do Café, BioOne, Capes, Scielo, Web of Science e Science Direct, A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2020, abrangendo prioritariamente trabalhos publicados no período de 2009 a 2019, sendo

analisados, no total, cerca de 60 artigos.

Especificamente com relação à cultura do café, foram realizadas buscas em todas as edições do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras no período de 2007 a 2019. Trata-se de um evento científico exclusivo sobre a cafeicultura, realizado há 45 anos pela Fundação Procafé. Tornou-se, de longa data, o ponto de encontro entre a pesquisa e a difusão agrotecnológica para o setor cafeeiro e caracteriza-se pela apresentação de trabalhos científicos e seminários, além da realização de demonstrações em campo das inovações destinadas ao sistema de produção de café.

## Principais resultados

### Redução na temperatura foliar e efeito na fisiologia de culturas agrícolas

De acordo com as pesquisas analisadas verificou-se que o caulim processado, de marca comercial Surround®WP, complementa de forma mecânica os mecanismos de defesa/adaptação das plantas cultivadas a pleno sol, quando estes são insuficientes para evitar injúrias causadas pelo excesso de radiação solar. Entre os mecanismos naturalmente protetivos das plantas destacam-se o aumento na concentração de flavonoides, absorvedores do Ultravioleta-B, e a criação de um sistema antioxidante enzimático, composto pelo conjunto de catalase, superóxido dismutase, glutatona redutase e ascorbato peroxidase, responsáveis por eliminarem as espécies reativas de oxigênio. São considerados protagonistas na produção de antioxidantes não enzimáticos, como  $\alpha$  tocoferol, ácido ascórbico e carotenoides (González-Villagra et al., 2020; Rippa, Ambrosone, Leone, Mormile, 2020; Kumari, Singh, Agrawal, 2009; Jansen, Hectors, O'brien, Guisez, Potters, 2008; Jain, Kataria, Guruprasad, 2003).

Pulverizado sobre as plantas, o caulim atua como agente refletivo filtrante dos raios solares e amenizador dos efeitos negativos do excesso de radiação solar e altas temperaturas do ambiente.

Adicionalmente, em sinergia com os mecanismos fisiológicos de defesa dos vegetais, têm sido observadas respostas positivas em variedades de plantas comercialmente cultivadas, capacitando-as à nova condição ambiental, denominando-se mecanismo de aclimatação. Tais respostas, consistentemente, são atribuídas à plasticidade fenotípica das células mudanças físicas e morfológicas, todas temporárias, sendo revertidas quando há mudanças no ambiente (Tiaz, Zeiger, Moller, Murphy, 2017; Debat & David, 2001).

Particularmente na cafeicultura brasileira, o filtro protetor de caulim processado começou a ser pulverizado sobre (ou em) plantas adultas na safra 2015/2016, demonstrando resultados efetivos na redução em pelo menos 2°C na temperatura média foliar, na redução em 39,25% do estresse hídrico e no aumento de 87,20% no índice térmico da condutância estomática (Krohling *et al.*, 2016, Abreu, Abreu, Krohling, Campostrini, 2017a). Plantações de café *Coffea arabica* L. protegidas tiveram uma redução da temperatura das folhas individuais em 3,4°C, desdobrando-se em ganhos na assimilação fotossintética do carbono em 71% (Steiman, Bittenbender, Idol, 2007). Observou-se também o aumento no valor do índice térmico da condutância estomática em 116%, ou seja, plantas com maior taxa de respiração, menor temperatura e melhores condições para realizar fotossíntese (Abreu *et al.*, 2017a).

Estudos da capacidade de adaptação de plantas jovens de café *Coffea arabica* L., transplantadas do viveiro para o campo, a pleno sol, em duas estações do ano (outono e verão), demonstraram o efeito protetivo do filtro de caulim sobre as folhas de café *Coffea arabica* L., mantendo-se saudáveis, vigorosas e isentas de sintomas de queimaduras por raios solares quando comparadas às não tratadas. Ademais, mediou-se a redução na temperatura em 7,5°C durante o outono e de até 6°C no verão (Abreu *et al.*, 2020). Um dos motivos possíveis para o maior resfriamento evaporativo da folha é o aumento em 26,24% na eficiência do uso da água após aplicação do caulim processado e purificado (Abdallah, 2019).

## Ganhos promovidos pelo filtro de partículas de caulinita purificada

Os estudos apontaram que lavouras de café protegidas com esse caulim processado produziu mais frutos de café perfeitos, com maior tamanho, resultando em incremento da produtividade (Krohling *et al.*, 2016; Santinato, Santinato, Eckhardt, Roda, Vieira, 2016). Após a colheita, foi constatado o aumento da qualidade sensorial da bebida de café Catuaí Vermelho IAC44 em 7,63%. A nota sensorial da bebida foi de 77,13 pontos comparando-se a nota de 71,66 pontos para café sem proteção. Como resultado, há ganhos financeiros para o agricultor, que comercializa o café a preços mais altos em função da melhor qualidade do que o padrão (Abreu, Krohling, Abreu, Campostrini, 2017c).

Outro trabalho científico comprovou o aumento de 28,4% na qualidade dos grãos e que cada kg de grão de café seco em côco com proteção rendeu 0,635 kg comparado com 0,594 kg em plantas sem proteção (Abreu *et al.*, 2017b). As plantas de café protegidas com Surround® WP produziram 94 sacas de 60 kg por hectare, comparado com plantas sem proteção que produziram na mesma área de cultivo 91 sacas por hectare. Tal diferença, considerando que o preço da saca de café à época do estudo era de R\$ 420,00, permitiu ao cafeicultor receber R\$1.320,00 a mais por hectare colhido (Abreu *et al.*, 2017b).

Um resumo destes resultados obtidos nos estudos analisados está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1  
Uso do filme de partículas de caulim processada e seus efeitos sobre as plantas de café - *Coffea arabica* e *Coffea canephora*

Países	Autor(es)	Resultados do Surround®WP
<i>Coffea arabica</i>		
Estados Unidos (Havaí)	Steiman & Bittenbender, 2007	Redução da temperatura foliar em 3,4°C comparado com a temperatura do ar. Promotor do aumento na taxa de fotossíntese em 71%.
		Folhas maiores e mais

Brasil	Santinato <i>et al.</i> , 2016	túrgidas, isentas de escaldadura comparadas às folhas sem proteção.
Brasil	Abreu <i>et al.</i> , 2020	Redução de 7,5°C na temperatura das folhas, comparado com a temperatura do ar.
Brasil	Abreu <i>et al.</i> , 2017c	Aumento de 5,47 pontos na qualidade de bebida do café.
<b><i>Coffea canephora</i></b>		
Brasil	Abreu <i>et al.</i> , 2016	Redução da temperatura foliar de 2,0°C comparado com temperatura do ar.
Brasil	Krohling <i>et al.</i> , 2016	Maior índice fotossintético. Maior proporção de grãos cheios. Menos grãos mal formados tipo “boia” ou chochos.
Brasil	Abreu <i>et al.</i> , 2017b	Aumento da renda do agricultor em R\$ 1.200,00 por hectare colhido.
Brasil	Abreu <i>et al.</i> , 2017a	Menor estresse térmico das folhas.

Fonte: Elaboração própria.

## Propostas de aumento da produção cafeeira sem a expansão da área agrícola

O Brasil deixou de ser importador de tecnologia e de alimentos em larga escala, para se tornar gerador de conhecimentos sobre a agricultura tropical e sustentável; além de ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo, capaz de exportar para cerca de 170 países, com enorme impacto na balança comercial (Embrapa, 2018). Paralelo a isso, existe uma demanda crescente da sociedade pelo desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis e uma pressão mundial pela sustentabilidade nos aspectos social, econômico e ambiental.

A produção de grãos em 1990 era de 58 milhões de toneladas, cultivados numa área de 38 milhões de hectares. 20 anos depois, a produção atingiu 155 milhões de toneladas, utilizando somente 49 milhões de hectares de terra, assim, a produção de grãos no Brasil cresceu 167%, enquanto a área cultivada aumentou somente 30% (Barison, 2012). Tamanha eficiência é

consequência positiva da adoção de modernas técnicas agrícolas e inclusão da biotecnologia. Mesmo com a introdução dos novos pacotes tecnológicos incorporados ao sistema produtivo, o dinamismo de aceitação da bebida em nível global, tem sido vigoroso. Para fazer frente aos cenários que apontam o aumento da demanda na ordem de 2,0% a.a. até 2030, faz-se necessário o aumento de produção (Vegro & Santos, 2018).

Investigação realizada por satélite amostrada em um domínio espacial no ecossistema da Mata Atlântica, dominado por uma grande floresta tropical no sudeste do Brasil, descobriu que com 25% de aumento de área desmatada houve o aumento de 1°C na temperatura da superfície terrestre, ou seja, áreas sem nenhuma cobertura florestal tinham temperatura elevada em mais 4°C do áreas florestadas. Esse estudo auxilia o entendimento dos possíveis efeitos indesejáveis da substituição da vegetação nativa por pastagens, e outras práticas agrícolas importantes e indesejáveis (Wanderley, Domingues, Joly, Rocha, 2019).

Pesquisas conduzidas em várias regiões de floresta tropical, registram aquecimento na temperatura média de 0,26°C, o que corresponde a  $\pm 0,05^\circ\text{C}$  por década. Esse resultado corrobora com o aumento global da temperatura do ar, atribuída ao efeito estufa de ação antropogênica (Malhi & Wright, 2004). Essas perturbações antropogênicas estão esgotando os recursos naturais, tornando cada vez mais difícil estabelecer a coexistência entre demandas crescentes da população humana com a sustentabilidade ecológica (Cumming *et al.*, 2014). Uma vez confirmadas as previsões de aumento da temperatura do ar pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), o zoneamento agrícola do cafeeiro deverá migrar, de forma compulsória, para outras regiões (Assad *et al.*, 2004).

O aumento das temperaturas do ar nas áreas de zoneamento recomendadas, poderá causar mudança para outras regiões, vindo a causar impactos sociais e econômicos ao longo da cadeia produtiva do café (Baca, Läderach, Hagggar, Schroth, Ovalle, 2014), pois para o bom desempenho dos cafezais *Coffea arabica* L, as



temperaturas anuais médias devem estar entre 18°C e 21°C (Alègre, 1959). O uso de caulim processado, atuando como agente filtrante e reflexivo do excesso das radiações solares e redutor das temperaturas foliares, é uma alternativa ecologicamente sustentável, inovadora, acessível e de fácil manuseio que permite à planta expressar o potencial genético quando protegido contra altas temperaturas ambiente e estresse hídrico através da prevenção contra danos causados pelo excesso de radiação solar (Abreu *et al.*, 2018). Vale ressaltar que o Brasil tem a segunda maior reserva de rocha caulim no mundo, na ordem de 4,2 bilhões de toneladas (Instituto Brasileiro de Mineração, 2012).

### Considerações finais

A temperatura do ar é um dos fatores abióticos importantes para o desenvolvimento da planta, considerando que, nas áreas definidas como zoneamento edafoclimático ideal para cultivo do café, as temperaturas estão em elevação e poderão impactar negativamente na qualidade do grão e nos índices de produtividade. O conjunto de estudos mencionados confirmam que as plantas de café *Coffea arabica* e *Coffea canephora* cultivadas a pleno sol, pulverizadas e protegidas pelo agente filtrante e reflexivo do excesso de raios solares a base de caulim processado e purificado, apresentaram redução de temperatura foliar de 2°C a 7,5°C, redução do estresse térmico, e adicionalmente, menos estresse hídrico.

Surround®WP é uma inovação natural e sustentável de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, pois contribuiu para o aumento da qualidade dos grãos de café, produtividade e maior rentabilidade ao cafeicultor. A elevação da temperatura em áreas de cultivo de café deve estar na pauta de alerta dos cafeicultores, pois se negligenciada, poderá influenciar, em algum momento do futuro, na migração das lavouras de forma compulsória e involuntária. Como desdobramento desse impacto, poderão ocorrer redução de empregos e êxodo rural.

Interessante benefício adicional da aplicação de caulim processado e purificado foi observado em função do seu efeito secundário de repelência à alguns insetos indesejáveis, contribuindo para a melhora da qualidade da planta e dos grãos de café. Tal característica enseja a ampliação de pesquisas no Brasil, a fim de verificar a possibilidade desse produto tornar-se mais um instrumento para a racionalização do uso de agrotóxicos.

Segundo o fabricante, o caulim processado e purificado marca Surround® está sendo fabricado no Brasil, tornando-o um produto acessível e ao alcance dos produtores cujo modelo de produção seja de larga escala e agricultura familiar, agricultura convencional e orgânica. Desta forma, esse insumo agrícola, uma vez pulverizado sobre as plantas de café, poderá ser importante aliado para o contínuo crescimento sustentável e economicamente viável da cafeicultura brasileira.

### Referências

- Abdallah, A. (2019). Impacts of Kaolin and Pinoline foliar application on growth, yield and water use efficiency of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown under water deficit: A comparative study. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, v. 18, n. 3, p. 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.08.001>
- Associação Brasileira da Indústria do Café (2020). O café brasileiro na atualidade. Disponível em <<https://www.abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-atualidade-2/>>. Acesso em 11 out. 2020.
- Abou-Khaled, A., Hagan, R. M., & Davenport, D. C. (1970). Effects of kaolinite as a reflective antitranspirant on leaf temperature, transpiration, photosynthesis, and water-use efficiency. *Water Resources Research*, v. 6, n. 1, p. 280-289.
- Abreu, D. P., Abreu, G. P., Krohling, C. A., M Filho, J. A., Da Silva, J. R., Rodrigues, W. P., & Campostrini, E. (2016). Aplicação de Surround® WP, um filme de partículas inorgânicas a base de caulim, em *Coffea canephora*. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 42, 2016, Serra Negra, SP. Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Abreu, D. P.; Abreu, G. P.; Krohling, C. A.; & Campostrini,

- E.(2017a). Uso de Surround® WP na cafeicultura como mitigador do estresse por altas temperaturas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43, 2017, Poços de Caldas. Novas tecnologias para um bom café produzir: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Abreu, D. P., Abreu, G. P., Krohling, C. A., & Campostrini, E. (2017b). Os efeitos do uso de Surround® WP na produtividade da cafeicultura praticada nas condições edafoclimáticas de regiões de baixada. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43, 2017, Poços de Caldas. Novas tecnologias para um bom café produzir: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Abreu, D. P., Krohling, C. A., Abreu, G. P., & Campostrini, E. (2017c). Aumentando a qualidade sensorial da bebida de *Coffea arabica* L. após aplicações de Surround WP. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43., 2017, Poços de Caldas. Novas tecnologias para um bom café produzir: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Abreu, D. P., Krohling, C. A., Abreu, G. P., Rodrigues, W. P., Bernardo, W.P., Silva, B. V. Da., Oliveira, H. M., & Campostrini, E. (2018). Aumento na produtividade e rendimento de plantas de *Coffea canephora* pierre com aplicação da tecnologia de proteção de plantas e frutos: Surround® WP. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 44, 2018, Franca, SP. Nosso café, melhorado desde o pé: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Abreu, D. P., Rakocevic, M., Roda, N. M., Abreu, G. P., Bernardo, W. P., & Campostrini, E. (2020). Aplicação do filme de partículas de caulinita processada em *Coffea* sp.: efeitos na temperatura foliar. In: Congresso Fluminense de Pós-Graduação, 5, 2020, Campos dos Goytacazes, RJ. Anais... UENF.
- Alègre, C. (1959). Climates et caféiers d'Arabie. *AgronomieTropicale*, v. 14, p. 23-58.
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Zullo Junior, J., & Avila, A. M. H. (2004). Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesqui. Agropec. Bras.*, v. 39, p.1057-1064. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica. *PLoS ONE*, v. 9, e88463. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>
- Barison Neto, N. (2012). O Brasil pode produzir mais alimentos. *Dinheiro Rural*, ed. 92, 01 junho de 2012. Disponível em <<https://www.dinheirorural.com.br/secao/artigo/o-brasil-pode-produzir-mais-alimentos>>. Acesso em 10 out.2020.
- Bassanezi, R. B., Lopes, S. A., Miranda, M. P., Wulff, N. A., Volpe, H. X. L., & Ayres, A. J. (2020). Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, v. 45, 251–264. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00343-y>
- Boari, F., Cucci, G., Donadio, A., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2014). Kaolin influences tomato response to salinity: physiological aspects. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, v. 64, n. 7, p. 559-571. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.930509>
- Bureau de Inteligência Competitiva do Café. (2018). Relatório internacional de tendências do café, vol. 6, n.12, 2018.
- Camargo, A. P. (1985). O clima e a cafeicultura no Brasil. *Inf. Agropec.*, v. 11, p. 13-26.
- Camargo, M.B.P. (2010). The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, v. 69, 239-247.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2020). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. *Conab*, v. 7 (Safra 2019/2020), n. 11, ago. 2020.
- Creamer, R., Sanogo, S., & El-Sebai, O. A., Carpenter, J., Sanderson, R. (2005). Kaolin-based foliar reflectant affects physiology and incidence of beet curly top virus but not yield of Chile pepper. *HortScience*, v. 40, n. 3, p. 574-576. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.3.574>
- Cumming, G. S., Buerkert, A., Hoffmann, E. M., Schlecht, E., Cramon-Taubadel, S., Tschardtke, T. (2014). Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services. *Nature*, v. 515, n. 7525, p. 50-57. <https://doi.org/10.1038/nature13945>
- Debat, V., & David, P. (2001). Mapping phenotypes: canalization, plasticity and developmental stability. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 16, n. 10, p. 555-561. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02266-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02266-2)

- Embrapa. (2018). Pesquisa Agropecuária e o Futuro do Brasil: Propostas para o sistema brasileiro de ciência, tecnologia e inovação. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/a-pesquisa-agropecuaria-e-o-futuro-do-brasil>>. Acesso em: 11 out. 2020.
- Franco, D., & Fukuda, L.A. (2018). Eficácia e praticabilidade agrônoma de TKI-15BR no controle de psilídeo (*Diaphorina citri*) em citrus (*Citrus sinensis*). Farmatac, Bebedouro – SP.
- Gil, A.C. (2010). Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Gindaba, J., & Wand, S. J. E. (2007). Do fruit sunburn control measures affect leaf photosynthetic rate and stomatal conductance in ‘Royal Gala’ apple?. *Environmental and Experimental Botany*, v. 59, n. 2, p. 160-165. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.11.001>
- Glenn, D. M., Prado, E., Erez, A., Mcferson, J., & Puterka, G. J. (2002). A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 127, n. 2, p. 188-193. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.2.188>
- Glenn, D. M., & Puterka, G. J. (2005). Particle films: a new technology for agriculture. *Horticultural reviews*, v. 31, p. 1-44.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Drake, S. R., Unruh, T. R., Knight, A. L., Baherle, P., Prado, E., & Baugher, T. A. (2001). Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 126, n. 2, p. 175-181.
- González-Villagra, J., Marjorie, R., Alberdi, M., Acevedo, P., Loyola, R., Tighe-Neira, R., Arce-Johnson, P., & Inostroza-Blancheteau, C. (2020). Solar UV irradiation effects on photosynthetic performance, biochemical markers, and gene expression in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, v. 259, p. 108816, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108816>
- Harben, W. (1995). *The industrial minerals handybook*. London: Industrial Minerals, Divison, 253p.
- Guimarães, P. (2015). A Nação do Café Também é a Nação do Café Solúvel. Fundação Getúlio Vargas. Conteúdo especial. *Revista AgroAnalysis*, v. 35, n. 12, p.40-41.
- Instituto Brasileiro de Mineração. (2012). Informações e análises da economia mineral brasileira. IBRAM, Ed. Indústria Mineral, p. 17-19.
- International Coffee Organization. (2019). Growing for Prosperity - Economic viability as the catalyst for a sustainable coffee sector. ICO. Disponível em: <<http://www.ico.org/documents/cy2018-19/ed-2318e-overview-flagship-report.pdf>>. Acesso: 29 set. 2020.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. WG II*. Genebra: IPCC.
- Jain, K., Kataria, S., & Guruprasad, K. N. (2003). Changes in antioxidant defenses of cucumber cotyledons in response to UV-B and to the free radical generating compound AAPH. *Plant Science*, v. 165, n. 3, p. 551-557. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00214-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00214-0)
- Jansen, M. A. K., Hectors, K., O'Brien, N. M., Guisez, Y., & Potters, G. (2008). Plant stress and human health: Do human consumers benefit from UV-B acclimated crops? *Plant Science*, v. 175, n. 4, p. 449-458. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.04.010>
- Joubert, P. H., Grové, T., De Beer, M. S., & Steyn, W. P. (2004). Evaluation of Kaolin (Surround® WP) in an IPM program on mangoes in South Africa. *Acta Horticulturae*, v. 645, p. 493-499. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.645.65>
- Kawabata, A. M., Nakamoto, S. T., & Curtiss, R. T. (2015). Recommendations for coffee berry borer integrated pest management in Hawai'i 2015. *Insect Pests*, IP-33.
- Krohling, C. A., Abreu, D. P., Abreu, G. P., M. Filho, J. A., Da Silva, J. R., Rodrigues, W. P., Ferreira, L.S., & Campostrini, E. (2016). Aplicação de Surround® WP, um filme de partículas inorgânicas a base de caulim, e seu efeito no tamanho dos frutos de *Coffea canephora*. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 42., 2016, Serra Negra, SP. Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia: Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.
- Kumari, R., Singh, S., & Agrawal, S. B. (2009). Effects of supplemental ultraviolet-B radiation on growth and physiology of *Acorus calamus* (sweet flag). *Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Bot.*, v. 51, p. 19-27.
- Leskey, T. C., Wright, S. E., Glenn, D. M., & Puterka, G.

- J. (2010). Effect of Surround WP on behavior and mortality of apple maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of economic entomology*, v. 103, n. 2, p. 394-401. <https://doi.org/10.1603/EC09131>
- Luz, A. B. D., Campos, A. R. D., Carvalho, E. A. D., Bertolino, L. C., & Scorzelli, R. B. (2008). Argilacaulim. In Luz, A.B., Lins, F.A.F (ed.) *Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações*. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 255-294.
- Luz, A. B., & Damasceno, E. C. (1994). *Caulim: um mineral industrial importante*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT.
- Malhi, Y., & Wright, J. (2004). Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, v. 359, p. 311– 329. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1433>
- Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. (2016). Consulta sobre enquadramento de produto à base de caulim calcinado. Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sistemas.agricultura.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)>. Acesso em: 11 out. 2020.
- Moreshet, S., Cohen, Y., & Fuchs, M. (1979). Effect of Increasing Foliage Reflectance on Yield, Growth, and Physiological Behavior of a Dryland Cotton Crop 1. *Crop Science*, v. 19, n. 6, p. 863-868.
- Mphande, W., Kettlewell, P., Grove, I. G., & Farrell, A. D. (2020). The potential of anti-transpirants in drought management of arable crops: A review. *Agricultural Water Management*, v. 236, e106143. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106143>
- Nunes, M. A., Bierhuizen, J. F., & Ploegman, C. (1968). Studies on productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. *Acta Botanica Neerlandica*, v. 17, n. 2, p. 93-102. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1968.tb00109.x>
- Puterka, G. J., Reinke, M., Luvisi, D., Ciomperik, M. A., Bartels, D., & Glenn, D. M. (2003). Particle film, Surround WP, effects on glassy-winged sharpshooter behavior and its utility as a barrier to sharpshooter infestations in grape. *Plant Health Progress*, v. 4, n. 1, p. 7. <https://doi.org/10.1094/PHP-2003-0321-01-RS>.
- Reis, P. R., Souza, J. C., Santa-Cecília, L. V. C., Silva, R. A., & Zacarias, M. S. (2010). Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: Reis, P. R., & Cunha, R. L. (Ed.). *Café arábica: do plantio à colheita*. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, p. 573-688.
- Rippa, M., Ambrosone, A., Leone, A., & Mormile, P. (2020). Active thermography for real time monitoring of UV-B plant interactions. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, e111900. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2020.111900>
- Salerno, G., Rebora, M., Kvalev, A., Gorb, E., & Gorb, S. (2020). Kaolin nano-powder effect on insect attachment ability. *Journal of Pest Science*, v. 93, n. 1, p. 315-327. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01151-3>
- Santinato, R., Santinato, F., Eckhardt, C. F., Roda, N. De M., & Vieira, L. C. (2016). Protetor solar Surround®WP atuando na proteção do cafeeiro contra escaldadura ou queimadura. Embrapa Café. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 42, 2016, Serra Negra, SP. *Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia: Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café.
- Sharma, R. R., Datta, S. C., & Varghese, E. (2018). Effect of Surround WP®, a kaolin-based particle film on sunburn, fruit cracking and postharvest quality of ‘Kandhari’ pomegranates. *Crop Protection*, v. 114, p. 18-22. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.009>
- Sharma, R. R., Reddy, S. V. R., & Datta, S. C. (2015). Particle films and their applications in horticultural crops. *Applied Clay Science*, v. 116–117, p. 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.08.00>
- Sotelo-Cuitiva, Y. M., Restrepo-Díaz, H., García-Castro, A., Ramírez-Godoy, A., & Floréz-Roncancio, V. J. (2011). Effect of kaolin film particle applications (surround wp®) and water deficit on physiological characteristics in rose cut plants (rose spp l.). *American Journal of Plant Sciences*, v. 2, n. 3, p. 354-358. DOI: 10.4236/ajps.2011.23040
- Specialty Coffee Association. (2019). Price Crisis Response Initiative. Disponível em <[https://static1.squarespace.com/static/584f6bbef5e23149e5522201/t/5ebd4d5f1e9467498632e0b8/1589464434242/AW\\_SCA\\_PCR\\_Report2020+++December+2019+++Update+May+2020.pdf](https://static1.squarespace.com/static/584f6bbef5e23149e5522201/t/5ebd4d5f1e9467498632e0b8/1589464434242/AW_SCA_PCR_Report2020+++December+2019+++Update+May+2020.pdf) >. Acesso em: 29 set. 2020.
- Srinivasa Rao, N. K. (1985). The effects of antitranspirants on leaf water status, stomatal resistance and yield in

tomato. *Journal of horticultural science*, v. 60, n. 1, p. 89-92.  
<https://doi.org/10.1080/14620316.1985.11515605>

Stanhill, G., Moreshet, S., & Fuchs, M. (1976). Effect of Increasing Foliage and Soil Reflectivity on the Yield and Water Use Efficiency of Grain Sorghum 1. *Agronomy Journal*, v. 68, n. 2, p. 329-332.

Steiman, S. R., Bittenbender, H. C., & Idol, T. W. (2007). Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. *HortScience*, v. 42, n. 7, p. 1605-1608.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1605>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed.

Vegro, C.L.R., & Santos, E.H. (2018). Cafés do Brasil: qualidade, competitividade e reconhecimento... Só que não!. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, v. 13, n. 4, abril.

Wanderley, R. L. N., Domingues, L. M., Joly, C. A., & Rocha, H. R. (2019). Relationship between land surface temperature and fraction of anthropized area in the Atlantic forest region, Brazil. *PloS one*, v. 14, n. 12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225443>

Wünsche, J. N., Lombardini, L., & Greer, D. H. (2004). 'Surround' Particle Film Applications- Effects on Whole Canopy Physiology of Apple. *Acta Horticulturae*, v. 636, p. 565-571.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.636.72>

Yazici, K., & Kaynak, L. (2006). Effects of kaolin and shading treatments on sunburn on fruit of Hicaznar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae*, v. 818, p. 167-174.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.24>