

CITROS COMO ALTERNATIVA À PASTAGEM DEGRADADA PARA O SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Marianna Abdalla Prata Guimarães¹; Ramon Alexandre Capucho²; João Felipe de Brites Senra³; Flávio de Lima Alves⁴

Resumo – O Estado do Espírito Santo possui uma extensa área de pastagens degradadas, sobretudo na Bacia do Rio Itapemirim. Isso representa um problema no que diz respeito à emissão de CO₂ para a atmosfera e suas consequências no efeito estufa, devido à baixa capacidade do sistema em absorver e reter carbono. Uma estratégia para a conservação da qualidade do solo na Bacia do Rio Itapemirim é o cultivo de laranjeiras, por se tratar de uma cultura perene difundida na região e com maior capacidade para preservar ou recuperar o carbono do solo em relação às pastagens degradadas. O objetivo deste estudo é apresentar o potencial da cultura da laranjeira na substituição das pastagens degradadas no Sul do Estado do Espírito Santo, para diminuir perda líquida de CO₂ e promover a sustentabilidade da agricultura para a região. Em um estudo comparativo entre mata nativa, citros, seringueira e pastagem, verificou-se que, no sistema com citros, houve maior potencial para preservação ou recuperação do carbono e nitrogênio presentes no solo em relação à pastagem. Os sistemas com citros apresentaram valores intermediários entre as pastagens e a mata nativa. O manejo nas entrelinhas com adubos verdes ou roçada ecológica promove maior aporte de matéria orgânica no solo, que favorece o aumento de carbono no solo e reduz as perdas líquidas de CO₂ para a atmosfera. Na percepção dos agricultores, a cultivar Navelina apresentou potencial para ser utilizada sobre o porta-enxerto 'Embrapa 264' para a região Sul do Estado do Espírito Santo.

Palavras-chaves: Porta-enxerto. Solo. Carbono. Matéria orgânica. Sustentabilidade.

CITRUS AS AN ALTERNATIVE TO DEGRADED PASTURE FOR THE SOUTH OF ESPÍRITO SANTO STATE

Abstract – The state of Espírito Santo has a significant amount of degraded pastures, especially in the Itapemirim River Basin. It represents a problem concerning the emission of CO₂ into the atmosphere and its consequences on the greenhouse effect, due to the low capacity of the system to absorb and retain carbon. A strategy for the conservation of soil quality in the Itapemirim River Basin is the cultivation of orange trees, as it is a perennial crop widespread in the region and with a greater capacity to preserve or recover soil carbon concerning degraded pastures. The objective of this study is to present the potential of the orange crop to replace degraded pastures in the south of the state of Espírito Santo, reducing the net loss of CO₂ and promoting the sustainability of agriculture for the region. In a comparative study between native forests, citrus, rubber trees, and pasture, the citrus system had a greater potential for preserving or recovering the carbon and nitrogen in the soil than the pasture. This system also showed intermediate values between the pasture and native forests. The management between the lines with green manure or ecological mowing promotes a greater contribution of organic matter in the soil, favoring the increase of carbon in the soil and reducing the net losses of CO₂ to the atmosphere. The cultivar Navelina showed potential to be used on the rootstock 'Embrapa 264' in the perception of farmers in the southern region of the state of Espírito Santo.

Keywords: Rootstock. Soil. Carbon. Organic matter. Sustainability.

¹ M.Sc. Ciências Florestais, Extensionista Incaper, marianna.guimaraes@incaper.es.gov.br

² M.Sc. Produção Vegetal, Bolsista Fapes

³ D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Extensionista Incaper

⁴ M.Sc. Agronomia (Horticultura), Pesquisador Incaper

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um vasto território e é caracterizado por apresentar uma grande biodiversidade ao longo de sua extensão (Aguiar *et al.*, 2016). No entanto, essa biodiversidade é ameaçada devido a fatores como o uso excessivo dos recursos naturais, expansão da silvicultura, aumento da fronteira agrícola e crescimento urbano e industrial (Peixoto; Luz; Brito, 2016).

Eventualmente, a exploração agropecuária está associada à degradação dos recursos naturais, especialmente do solo, devido ao emprego de práticas de manejo não conservacionistas. Nesse sentido, a preocupação com as mudanças climáticas e com a sustentabilidade da produção agropecuária tem gerado um olhar mais crítico para o desenvolvimento de processos produtivos cujo manejo resulte em menor impacto ao ecossistema.

O solo é um grande reservatório de CO₂, facilmente alterado por ações antrópicas (Machado, 2005; Carvalho *et al.*, 2009). As atividades resultantes da ação humana têm ocasionado o aumento da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (Le Queré *et al.*, 2018). Isso ocorre, especialmente, devido às mudanças decorrentes da exploração do solo, que modificam a capacidade do mesmo em armazenar o CO₂ adsorvido pelas plantas (Santana *et al.*, 2019).

De acordo com Portugal *et al.* (2008), os diferentes sistemas produtivos influenciam na quantidade de matéria orgânica no solo, aspecto que está relacionado com a dinâmica do carbono (C) e exerce papel na sustentabilidade dos ecossistemas. As medidas compensatórias para aumentar o estoque do C no solo a partir do sistema solo-planta podem retirar grande quantidade de CO₂ da atmosfera pelo processo de fotossíntese (Cassol *et al.*, 2019) e estocar o C na biomassa aérea, subterrânea e principalmente no solo (Carvalho *et al.*, 2009; Brevik, 2012; Zelarayán *et al.*, 2015).

Para que sejam solucionados os problemas acarretados pelas emissões de GEE, é necessário adotar medidas que visam o controle das emissões (Le Queré *et al.*, 2018) e outras ações compensatórias, como o aumento do estoque de carbono nos ecossistemas terrestres (Primieri; Muniz; Lisboa, 2017). A fim de alcançar este objetivo, é essencial adotar estratégias como a preservação das

florestas nativas, reflorestamento, sistemas integrados de lavoura, pecuária e floresta, e manejo adequado de pastagens e da agricultura (Cook; Binkley; Stape, 2016; Magalhães; Ramos; Weber, 2016; Vicente; Gama-Rodrigues, E.; Gama-Rodrigues, A., 2019).

O Estado do Espírito Santo (ES) apresenta um problema relacionado à degradação do solo provocada pelas pastagens mal manejadas. De acordo com o Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Barreto; Sartori; Dadalto, 2012), em todo o ES existiam cerca de 390 mil hectares de área agrícola degradada, com maior gravidade nas bacias da região Noroeste e Sul de baixa altitude.

Os resultados apresentados a partir do Censo Agropecuário de 2017 indicaram que havia quase 1,5 milhão de hectare utilizado com pecuária no ES, dos quais 157 mil hectares representavam pastagens plantadas em más condições (IBGE, 2019). Em razão disso, é necessário repensar os processos e alterar a matriz produtiva da região para mitigar os efeitos negativos que a agropecuária, especialmente no que diz respeito às pastagens mal manejadas, tem causado ao ecossistema.

Uma estratégia para a conservação da qualidade do solo na Bacia do Rio Itapemirim, capaz de gerar trabalho e renda para as famílias de agricultores, além de promover a sustentabilidade da agricultura no Sul do Espírito Santo, é o cultivo de citros, especialmente laranja-doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). A produção de laranjas é tradicionalmente desenvolvida há mais de 40 anos na região, sobretudo no Município de Jerônimo Monteiro.

Devido à possibilidade do cultivo consorciado com adubos verdes (Dalcolmo; Almeida; Guerra, 1999) e por se tratar de uma cultura perene, amplamente difundida na região, os citros apresentam potencial para serem cultivados no Sul do ES. Além disso, com maior capacidade para preservar ou recuperar o carbono e o nitrogênio do solo em relação às pastagens degradadas, os citros apresentam valores intermediários entre essas pastagens e a mata nativa (Portugal *et al.*, 2008).

Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo apresentar o potencial de uso da laranja como estratégia de sustentabilidade da agricultura para a região Sul do ES, em substituição às pastagens degradadas.

CARBONO E SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA

CICLO DO CARBONO

As plantas absorvem dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e, por meio da fotossíntese, captam a energia da luz solar, formando ligações entre os átomos de carbono (C) e produzindo moléculas orgânicas, que são utilizadas em seu desenvolvimento (Vieira *et al.*, 2010; Brady; Weil, 2013; Ferreira, 2013). Parte do carbono absorvido pelas plantas é disponibilizado para os solos por senescência ou exsudação (Ferreira, 2013).

Os materiais orgânicos produzidos pelo processo da fotossíntese formam a vegetação viva, e a maior parte desses materiais é adicionada ao solo como resíduo vegetal ou radicular. Parte das plantas pode ser ingerida pelos animais, com a metade do C ingerido exalado para a atmosfera na forma de CO₂, enquanto a outra metade é disponibilizada ao solo pelos tecidos orgânicos ou dejetos, quando os organismos do solo devolvem o C para a atmosfera pelo processo de metabolismo dessas substâncias (Brady; Weil, 2013).

No ciclo do C existem diferentes reservatórios, entre os quais se destacam a atmosfera, a crosta terrestre e os oceanos como os principais. Os combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural e outros) são reservatórios de ambientes abióticos (componentes não vivos de um ecossistema). Existem reservatórios biológicos (bióticos) que servem como ambiente de armazenamento temporário para o C até que ele retorne ao ciclo, como, por exemplo, os animais e as plantas, que usam carbono em seus sistemas e os liberam por meio da respiração ou decomposição (Villela; Freitas, 2012).

O ciclo global do carbono é formado por dois ciclos que acontecem em diferentes velocidades: o biológico e o biogeoquímico. No ciclo biológico, o carbono faz parte dos processos biológicos (molecular, celular e fisiológico) de seres vivos. Quanto ao ciclo biogeoquímico, há uma transferência do carbono entre a atmosfera e a litosfera. Esse é um ciclo fechado, e sempre se observa um fluxo de reciclagem desse elemento (Brady; Weil, 2013). O ciclo do carbono nos reservatórios ocorre em função de processos físicos, químicos, geológicos e biológicos.

As trocas de C entre os reservatórios é o que define o ciclo do carbono. Ao analisar um determinado reserva-

tório, é possível compreender se ele funciona como sumidouro ou fonte de CO₂. Em áreas agrícolas estáveis, há um equilíbrio entre a entrada e a emissão de CO₂ devido à incorporação dos tecidos vegetais. Ao contrário, em solos manejados de forma ineficiente, há perda líquida de C para a atmosfera (Brady; Weil, 2013).

QUALIDADE DO SOLO

A qualidade do solo pode ser mensurada por indicadores biológicos, químicos ou físicos, que refletem a condição de sustentabilidade do ecossistema (Araújo; Monteiro, 2007). Contudo, os autores afirmaram que os indicadores biológicos proporcionam respostas rápidas a mudanças no ambiente e grande potencial para uso na avaliação da qualidade do solo.

No Brasil, a biomassa microbiana, a respiração do solo, a fixação biológica do N₂ e as enzimas do solo foram sugeridos como indicadores biológicos e bioquímicos para a avaliação da qualidade do solo (Frighetto; Valarini, 2000). A respiração do solo, processo fundamental no ciclo do carbono, é responsável pela liberação de CO₂ na atmosfera a partir da oxidação da matéria orgânica a CO₂ por microrganismos aeróbios (Araújo; Monteiro, 2007). Esse processo é influenciado pelo tipo de vegetação, pela quantidade de serapilheira e pelo microclima local (Moura *et al.*, 2015).

Além de diminuir com a profundidade, a respiração do solo também está relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e outros indicadores biológicos, por isso apresenta variação entre diferentes sistemas de manejo do solo. Além disso, é influenciada pela disponibilidade de nutrientes, umidade e temperatura (Araújo; Monteiro, 2007). A partir da alteração do manejo, a matéria orgânica sofre alterações, alcançando novo equilíbrio, maior na mata natural, seguido do cultivo com culturas perenes, e menor em áreas com culturas anuais (Marchiori Júnior; Melo, 2000).

A adoção de práticas de manejo conservacionistas com a utilização de matéria orgânica no solo, seja humificada ou por meio de restos de resíduos orgânicos frescos, podem contribuir para o aumento da respiração basal, que melhora a atividade microbiológica e, conseqüentemente, as características do solo (Moura *et al.*, 2015).

O balanço entre a entrada de carbono fixado pelas plantas e as perdas por decomposição da matéria orgânica influenciam os conteúdos de carbono orgânico no solo (Martin Neto *et al.*, 2005). O uso do solo pela agricultura reduz a matéria orgânica leve quando comparada a sistemas naturais (Rosa *et al.*, 2003; Portugal *et al.*, 2008), devido à erosão, processos de mineralização da matéria orgânica, oxidação do C orgânico e menor aporte orgânico (Houghton; Skole; Lefkowitz, 1991). Contudo, cada sistema agrícola apresenta uma capacidade de recuperação diferente desse compartimento (Portugal *et al.*, 2008). Nesse sentido, a adoção de sistemas agrícolas que proporcionem maior aporte de matéria orgânica no solo, associados a práticas conservacionistas, são indispensáveis para preservar a qualidade do solo e promover a sustentabilidade da agricultura.

CITROS COMO ALTERNATIVA ÀS PASTAGENS DEGRADADAS PARA O SUL DO ES

Os citros, pertencentes à família Rutaceae, compreendem um vasto grupo de plantas, entre as quais se destacam as do gênero *Citrus* devido ao alto valor econômico e nutricional. Esse gênero é diverso em espécies, variedades, cultivares e clones, abrange, por exemplo, a laranjeira-doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), a tangerina (*Citrus reticulata*), a lima-ácida (*Citrus latifolia*), o limão (*Citrus limon*) e o pomelo (*Citrus paradisi*) (Spiegel-Roy; Goldschmidt, 1996).

Entre as variedades e cultivares de laranjeira-doce, destacam-se a ‘Pera’, ‘Valência’, ‘Natal’, ‘Seleta’, ‘Bahia’ e ‘Folha Murcha’ como as mais conhecidas, plantadas e comercializadas no Brasil, destinadas, principalmente, ao mercado de fruta fresca e ao processamento para suco (Bastos *et al.*, 2014).

Entre 2000 e 2008, diversos pomares cítricos do Sul do Estado do Espírito Santo foram erradicados devido à entrada do fungo causador da doença conhecida como pinta-preta (*Guignardia citricarpa*). Com o objetivo de revitalizar a produção de laranjas na região, especialmente no Município de Jerônimo Monteiro, foi criado o Polo de Laranja da Região Sul Caparaó, em 2010. As ações do Polo contemplaram 19 municípios, onde foram distribuídas 80 mil mudas de laranjeiras (Guimarães; Costa, 2014).

Alves *et al.* (2008) indicaram seis cultivares de laranja promissoras para o Sul do ES. Para o consumo *in natura*, ‘Navelina’, ‘Navelate’ e ‘Lanelate’; e para suco, ‘Pera IAC’, ‘Pera D6’ (Pera Seleção Jetibá) e ‘Salustiana’. A ‘Salustiana’ também é indicada para o consumo *in natura* pela baixa quantidade de sementes. Assim, é possível ampliar a época de colheita de laranja, o material genético dos pomares e a área com plantios da fruta, de forma a aumentar a oferta no estado.

Considerando o histórico da citricultura no Sul do ES, o potencial para a geração de emprego e renda e os problemas ocasionados pelas pastagens degradadas, a laranjeira representa uma cultura que, manejada de forma eficiente, está apta para contribuir com a manutenção do carbono no solo, com a conservação dos ecossistemas e com a sustentabilidade da agricultura. Além disso, representa uma alternativa de diversificação das propriedades rurais, geralmente ocupadas pelo café e pela bovinocultura de leite e corte.

QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVOS COM CITROS

O aumento da atividade microbiana do solo ocasionado pela aeração, umedecimento e secagem mais frequentes e temperaturas mais elevadas (Stevenson, 1982), associados ao uso contínuo de implementos, as queimadas e a erosão, promovem a redução do aporte de carbono no solo (Marchiori Júnior; Melo, 2000).

Portugal *et al.* (2008) realizaram um estudo comparativo para avaliar a dinâmica do carbono (C) e do nitrogênio (N) em solos que continham mata nativa, citros, seringueira e pastagem. Os autores concluíram que os sistemas com citros e seringueira apresentaram maior potencial para preservar ou recuperar o C e o N do solo em relação à pastagem, pois apresentaram valores intermediários entre a pastagem e a mata nativa, atribuído ao menor revolvimento do solo e maior aporte de resíduo vegetal.

Em um ensaio realizado no Município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, Guimarães e Mendonça (2019) avaliaram os teores de matéria orgânica do solo (MOS) com sistemas agroflorestais (SAF) compostos por culturas de café e laranjeira, em comparação com monocultivos dessas culturas e com cultivos anuais. Os autores observaram que, no solo contendo SAF com laranjeiras, o teor de MOS

aumentou 54% em relação ao teor inicial (18,4 g Kg⁻¹), seguido do SAF com café, laranja, culturas anuais e café em monocultivo, respectivamente. Nessas condições, depois dos SAF, a cultura das laranjeiras promoveu maior aporte de MOS do que os monocultivos de café e as culturas anuais, possivelmente devido ao manejo da cobertura vegetal com roçadas, sem o uso de herbicidas.

Em um solo cultivado com citros, Moura et al. (2015) concluíram que a utilização de matéria orgânica no solo contribuiu para o aumento da respiração basal. Os autores observaram melhorias na atividade microbiológica do solo e benefícios nas características do solo e no desenvolvimento dos citros. Santos e Xavier (2019) observaram que, a manutenção de coberturas vegetais com gramíneas ou leguminosas resultou em incrementos na quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo coberto com citros, o que melhorou as características do solo e o potencial de produção das plantas.

Para aumentar o aporte de material vegetal no solo e, conseqüentemente, a entrada de carbono, o manejo de plantas espontâneas, nas entrelinhas dos citros, pode ser realizado a partir do cultivo de adubos verdes (plantas de cobertura) ou, ainda, a partir da roçada ecológica de gramíneas ou vegetação espontânea no pomar (Matheis; Azevedo; Victória Filho, 2006).

Em estudo realizado em um pomar de laranja, no Município de Jerônimo Monteiro, Dalcolmo, Almeida e Guerra (1999) identificaram o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) como potencial adubo verde para o cultivo consorciado aos citros. Os autores verificaram que a espécie apresentou melhor velocidade inicial de cobertura de solo, produção de massa verde e seca e não agressividade às plantas de laranja.

POTENCIAIS COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO PARA O SUL DO ES

Em 2022, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) realizou estudos para identificar combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras com potencial para o Sul do ES. O estudo se baseou na percepção dos agricultores sobre 18 combinações de plantas, em pomares instalados em 2010, nos municípios de Jerônimo Monteiro (120 m), Alegre (710 m),

Dores de Rio Preto (840 m), Guaçuí (590 m), Ibitirama (840 m) e São José do Calçado (540 m) (Figura 1). As cultivares de copa avaliadas foram ‘Pera D6’, ‘Salustiana’, ‘Pera IAC’, ‘Navelina’, ‘Navelate’ e ‘Lanelate’. Os porta-enxertos analisados foram o limão ‘Cravo’ ou ‘Galego’ (*Citrus limonia*), a tangerina ‘Cleopatra’ (*Citrus reshui* ‘Nortex-tane’) e o híbrido ‘Embrapa 264’ (cruzamento de *Citrus sunki* Hort. Ex Tanaka e *Poncirus trifoliata*).

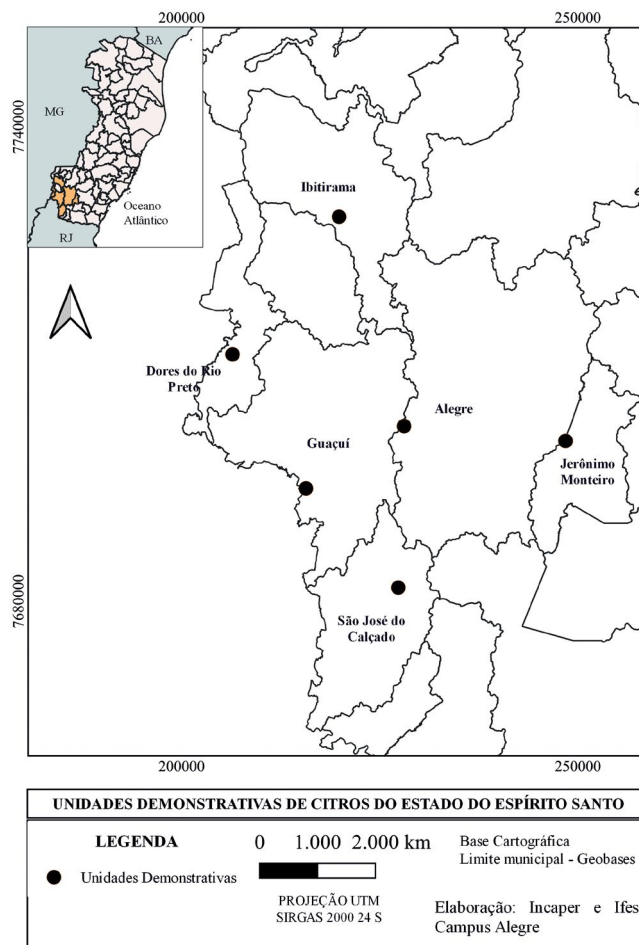


Figura 1 – Localização das Unidades Demonstrativas de laranja do Estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os indicadores de qualidade de planta e frutos utilizados para registrar a percepção dos agricultores sobre as combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras estão apresentados na Tabela 1. Para isso, foi aplicado um questionário estruturado, no qual os agricultores

atribuíram uma nota de 1 a 5 para cada combinação de plantas, uma vez que: (1) não sei opinar, (2) insatisfeito, (3) pouco satisfeito, (4) satisfeito e (5) muito satisfeito. Para plantas inexistentes, foi atribuído 0 (pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – N° CAAE 58900622.3.0000.8151).

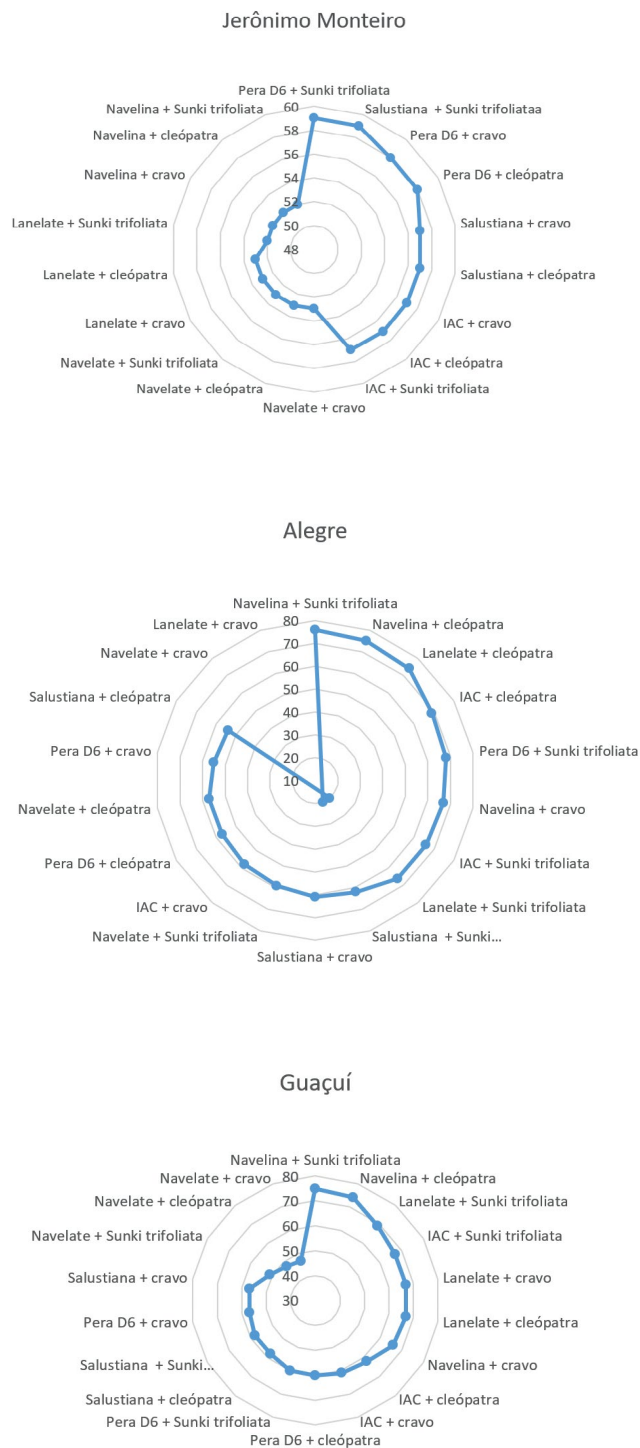
Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, a partir do somatório das notas atribuídas pelos agricultores. Dessa forma, foi possível obter o ranking para as combinações de copa e porta-enxerto para cada município e por grupo de indicadores (planta e fruto).

Tabela 1 – Indicadores de qualidade de planta e frutos utilizados na avaliação da percepção dos agricultores sobre 18 combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras no Sul do Estado do Espírito Santo, em 2022

Indicadores de qualidade de planta	Indicadores de qualidade de fruto
Porte da planta	Conteúdo de suco
Produtividade	Acidez
Demanda de mão de obra	Doçura
Manejo da colheita	Espessura da casca
Uniformidade de maturação dos frutos	Quantidade de sementes
Adaptação ao local	Tamanho dos frutos
Severidade de doenças	Coincidência da época de colheita e demanda do mercado
Severidade de pragas	Aceitação de mercado consumidor

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 2, estão apresentados os resultados da percepção dos agricultores para as combinações de copa e porta-enxerto de laranja por município. As combinações ‘Pera D6’ e ‘Salustiana’ sobre o porta-enxerto ‘Embrapa 264’ receberam a maior pontuação para o Município de Jerônimo Monteiro (59). Para os demais municípios, a ‘Navelina’ foi indicada como copa promissora pelos agricultores, enquanto a ‘Lanelate’ teve o mesmo resultado em todos os porta-enxertos para Ibitirama e São José do Calçado.



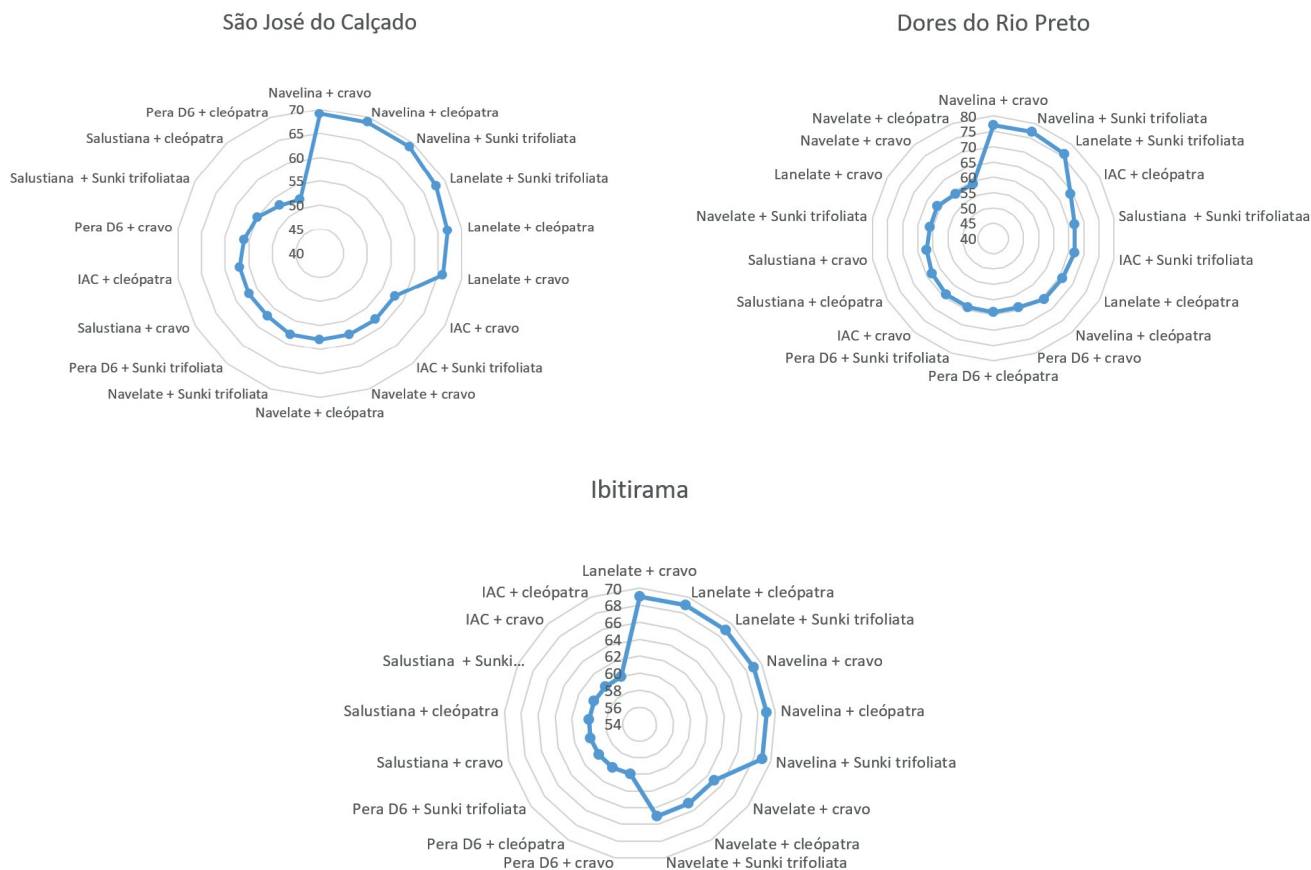


Figura 2 – Percepção dos agricultores sobre indicadores de qualidade de planta e frutos para 18 combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras, por município, no Sul do Estado do Espírito Santo para 2022.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em estudo realizado por Nascimento *et al.* (2015), no qual foi avaliada a adaptação de diferentes combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras, na região Sul do Espírito Santo, verificou-se que as laranjeiras de mesa enxertadas sobre ‘Cleópatra’ e ‘Cravo’, e as laranjeiras de suco, ‘Salustiana’ e ‘Pera D6’, sobre o híbrido ‘Embrapa 264’, foram as combinações que apresentaram os melhores resultados, o que corrobora com as informações apresentadas.

De maneira geral, pode-se inferir que as cultivares de suco analisadas foram indicadas pelos agricultores como as mais promissoras para o local com menor altitude, como Jerônimo Monteiro, enquanto as variedades para o consumo *in natura* foram indicadas para locais de maior altitude e, portanto, com temperaturas mais amenas.

Na Figura 3, estão apresentados os resultados da percepção dos agricultores para as 18 combinações de copa e porta-enxerto de laranjeiras, separadas por grupo de indicadores (planta e fruto).

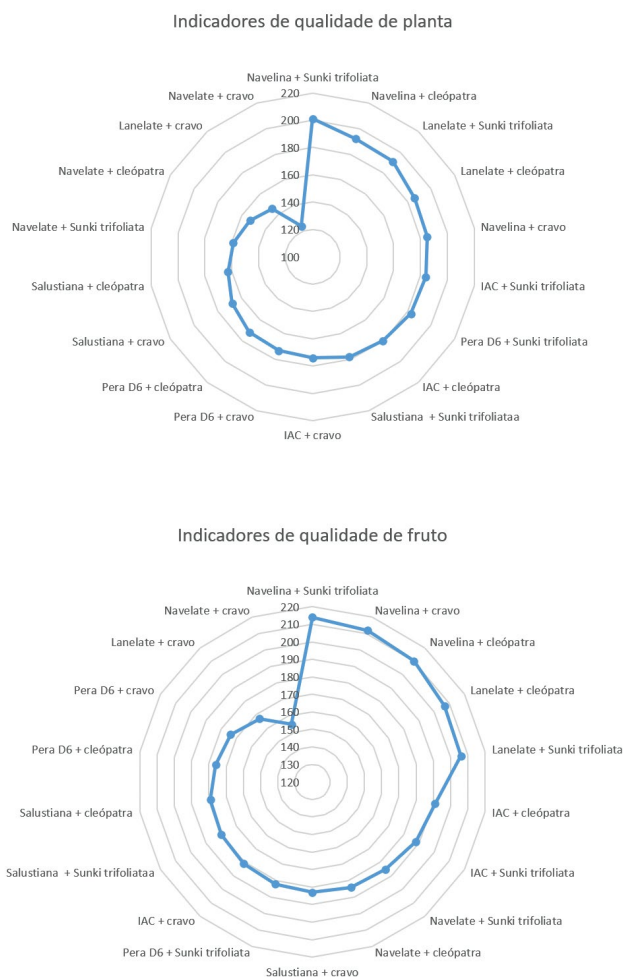


Figura 3 – Percepção dos agricultores sobre 18 combinações de copa e porta-enxerto de laranja para indicadores de qualidade de planta e fruto para o Sul do Estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para todos os indicadores, as combinações ‘Navelina’ e ‘Lanelate’ sobre os porta-enxertos ‘Cleópatra’ e ‘Embrapa 264’ se destacaram como as mais promissoras na percepção dos agricultores para a região Sul do ES. Ao contrário, as mesmas cultivares sobre o porta-enxerto ‘Cravo’ receberam as menores pontuações. Pode-se inferir, portanto, que há influência do porta-enxerto na qualidade da planta e dos frutos, na percepção dos agricultores. Nesse caso, tanto a escolha da copa quanto do porta-enxerto pode influenciar no sucesso do pomar.

Em citros, o porta-enxerto desempenha grande importância sobre as características da variedade copa, como, por exemplo, na produção, porte de planta, qualidade dos frutos e resposta a estresses abióticos e bióticos (Pompeu Junior, 2005).

Frequentemente, as plantas cítricas do Brasil são cultivadas sobre os porta-enxertos limão ‘Cravo’ e *Citrumelo Swingle*, o que pode colocar em risco a citricultura brasileira, devido à baixa diversidade genética. O uso de porta-enxertos alternativos, como o *Poncirus trifoliata* é limitado, devido à ocorrência de incompatibilidade entre seleções desse porta-enxerto e laranjeiras ‘Pera’, por exemplo. Contudo, o *Poncirus trifoliata* tem sido muito utilizado como um dos genitores, por apresentar maior tolerância à gomose, doença causada pelo fungo *Phytophthora* spp., resistência à tristeza dos citros e aos nematóides, por induzir boa qualidade dos frutos e menor porte da variedade copa (Müller; Teófilo Sobrinho; Domingues, 1996; Blumer; Pompeu Junior, 2005; Agustí, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas relacionados à degradação do solo por meio de pastagens mal manejadas necessitam de especial atenção dos agricultores, instituições de ensino, pesquisa, extensão, e fiscalização, uma vez que podem acarretar desertificação do solo e aumento da emissão dos gases de efeito estufa.

O cultivo de citros, especialmente laranjeiras-doces, que já é uma realidade no Sul do Estado do Espírito Santo, apoiado por diversas ações governamentais, apresenta-se como estratégia para uso e ocupação do solo em alternativa às pastagens degradadas. Contudo, vale ressaltar que qualquer atividade a ser desenvolvida necessita de manejo adequado para evitar problemas com erosão, aquecimento e exposição do solo, para reduzir as perdas líquidas de CO₂.

Carecem de estudos na literatura sobre a capacidade dos citros em absorver e reter o carbono no solo quando comparado a outras culturas agrícolas.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

GUIMARÃES, M. P. A. e CAPUCHO, R. A. coletaram dados, escreveram e revisaram o artigo. ALVES, F de L., revisou o artigo e SENRA, J. F. de B. analisou estatisticamente os dados.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) pelo apoio financeiro concedido às pesquisas no Incaper por meio da Portaria 002-R/2020 (TO 591/2020). Agradecem, também, aos extensionistas do Incaper que, com dedicação e alegria, contribuíram para as pesquisas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. *et al.* Biome networks: in–formation and communication for sociopolitical action in eco–regions. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 231–248, 2016.
- AGUSTÍ, M. F. **Citricultura**. Madrid: Mundi–Prensa, 2003. 422 p.
- ALVES, F. de L. *et al.* Novas cultivares de laranjas para o município de Guaçuí, ES. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais** [...]. Vitória, ES: Centro de Convenções, 2008.
- ARAÚJO A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66–75, 2007.
- BARRETO, P.; SARTORI, M.; DADALTO, G. G. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Cedagro, 2012.
- BASTOS, D. C. *et al.* Cultivares copa e porta–enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 281, p. 36–45, 2014.
- BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta–enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 264–267, 2005.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Matéria Orgânica do Solo, In: BRADY, N. C.; WEIL, R. R. (org.). **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 398–436.
- BREVIK, E. C. Soils and climate change: gas fluxes and soil processes. **Soils Horizons**, v. 53, n. 4, p. 12–23, 2012.
- CARVALHO, M. T. de M. *et al.* **Manejo do solo sob produção integrada de citros**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 4 p.
- CASSOL P. C. *et al.* Alterações no carbono orgânico do solo de campo natural submetido ao plantio de *Pinus taeda* em três idades. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 545–558, 2019.
- COOK R. L.; BINKLEY D.; STAPE J. L. Eucalyptus plantation effects on soil carbon after 20 years and three rotations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 359, p. 92–98, 2016.
- DALCOLMO, J. M.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M. **Avaliação de leguminosas perenes para cobertura de solo em pomar cítrico no município de Jerônimo Monteiro, ES**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 8 p.
- FERREIRA, E. A. B. **Dinâmica de longo prazo do carbono do solo em sistemas de manejo no Cerrado**. 2013. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. f. 235.
- FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo**. Jaguariúna: Embrapa, 2000. 198 p.
- GUIMARÃES, L. A. de O. P.; MENDONÇA, G. C. de. Agricultura sintrópica (agrofloresta sucessional): fundamentos e técnicas para uma agricultura efetivamente sustentável. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 6–21, 2019.
- GUIMARÃES, M. A. P.; COSTA, A. de F. S. Laranja. In: COSTA, A. de F. S. (coord.) **Relatório Anual de Fruticultura: 2013–2014**. Vitória, ES: Incaper, 2014. 73–80 p.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; LEFKOWITZ, D. S. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985 II. Net release of CO₂ to the atmosphere. **Forest ecology and management**, v. 38, n. 3–4, p. 173–199, 1991.
- IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html?localidade=32. Acesso em: 16 set. 2022.
- LE QUÉRÉ C. *et al.* Global Carbon Budget 2018. **Earth System Science Data**, v. 10, p. 2141–2194, 2018.
- MACHADO, P. L. O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 329–334, 2005.
- MAGALHÃES, S. S. A.; RAMOS, F. T.; WEBER, O. L. S. Estoques de carbono em Latossolo após trinta e oito anos sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 85–91, 2016.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. de. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1177–1182, 2000.
- MARTIN NETO, L. *et al.* **Dinâmica e estabilidade da matéria orgânica em área com potencial para sequestro de carbono no solo**. Embrapa Instrumentação–Documentos (INFOTECA–E), 2005.
- MATHEIS, H. A. S. M.; AZEVEDO, F. A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v.27, n.1, p.101–110, 2006.

- MÜLLER, G. W.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DOMINGUES, E. T. Compatibilidade da laranjeira Pêra clone Bianchi, sobre doze porta-enxertos, após 23 anos de plantio. **Laranja**, Corderópolis-SP, v.17, n.1, p.123-141, 1996.
- MOURA, J. A. *et al.* Respiração basal e relação de estratificação em solo cultivado com citros e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 731-746, 2015.
- NASCIMENTO, P. O. *et al.* Adaptação de diferentes de variedades copa e porta-enxertos de citros na região sul do estado do Espírito Santo. *In: XV BRAZILIAN CONGRESS OF PLANT PHYSIOLOGY*, 15., 2015, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu-PR: 1st Brazilian-Israeli Plant Science Conference, 2015.
- PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. de. **Conhecendo a biodiversidade**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Programa de Pesquisas em Biodiversidade, 2016. 196 p.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. *In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRÍ, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Eds.). Citros*. Campinas: Fundag, 2005. p. 63-104.
- PORTUGAL, A. F. *et al.* Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas Implantados em argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2091-2100, 2008.
- PRIMIERI, S.; MUNIZ, A. W.; LISBOA, H. M. Dinâmica do carbono no solo em ecossistemas nativos e plantações florestais em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.
- ROSA, M. E. C. *et al.* Formas de carbono em Latossolo Vermelho Eutroférrico sob plantio direto no sistema biogeográfico do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 911-923, 2003.
- SANTANA, M. S. *et al.* Carbon and nitrogen stocks of soils under different land uses in Pernambuco state, Brazil. **Geoderma Regional**, v. 16, p. e00205, 2019.
- SANTOS, N. S dos; XAVIER, F. A da S. Efeito do cultivo de coberturas vegetais em pomar de laranjeira sobre frações do carbono orgânico do solo. 13ª Jornada Científica – **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1123067/1/ANAIS-2019-Ainfo-67.pdf>. Acesso em 05 jul. 2022.
- SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus**. First edition. Cambridge: University Press, 1996. 230 p.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry, genesis, composition, reaction**. New York: J. Wiley, 1982. 443 p.
- VICENTE, L. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Organic carbon within soil aggregates under forestry systems and pasture in a southeast region of Brazil. **Catena**, v. 182, p. e104139, 2019.
- VILLELA, A. A.; FREITAS, M. V. O ciclo do carbono e emissões no uso do solo e da biomassa. *In: VILLELA, A.; FREITAS, M.; ROSA, L. P. (org.). Emissões de carbono na mudança de uso do solo*. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. p. 3-33.
- VIEIRA, E. L. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís, MA: EDUFMA, 2010. 230 p.
- ZELARAYÁN, M. L. C. *et al.* Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 271-282, 2015.