



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



Leonardo Marciano Rey Princigalli

**APLICAÇÃO DE SOLOPREMIO® e FOLIARVITA® EM POMAR DE
LIMA ÁCIDA TAHITI**

ARARAS - 2022



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônômica



Leonardo Marciano Rey Princigalli

APLICAÇÃO DE SOLOPREMIO® e FOLIARVITA® EM POMAR DE LIMA ÁCIDA TAHITI

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr^a. Patrícia Marlucci da Conceição

ARARAS – 2022

Dedico este trabalho, junto as minhas conquistas e realizações aos meus amados pais, irmã e noiva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por ter abençoado a mim, a minha família e a todos que estão ao meu redor, iluminando e guiando pela longa estrada da vida.

Agradeço aos meus pais, Soleda Cristina Marciano Rey e Francisco Salomon Rey Princigalli, por me criarem, me ensinarem meus valores, dando amor, carinho e apoio incondicional.

Agradeço a minha irmã Lorena Marciano Rey Princigalli, por todo apoio, amizade e incentivos sempre que foi necessário.

Agradeço a minha noiva, Jessica Aparecida Lara Lavorenti, que sempre me apoiou e incentivou durante toda essa jornada e me trouxe confiança e vontade de ser cada vez melhor, além de ser minha parceira para tudo e melhor amiga.

Agradeço aos meus irmãos da república Adatupanos, que, além do companheirismo, sempre me ajudaram e me instruíram em todos os momentos desde o primeiro dia de universidade até o último.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos, seus funcionários e corpo docente pelo total comprometimento com a excelência em qualidade de ensino.

Agradeço a minha orientadora do trabalho final de graduação, Prof. Dr^a. Patrícia Marluci da Conceição, por ter aceitado me orientar e reservar tempo e recursos para me auxiliar na escrita deste estudo, também agradeço pela disponibilização da área para realizar o experimento e a oportunidade de participar do grupo de estudos GD Citros.

Agradeço ao Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” (IAC – Cordeirópolis), em especial ao meu orientador do estágio, Dr. Eng^o Agr^o Fernando Alves de Azevedo, pela oportunidade de desenvolver de um projeto e me desenvolver profissionalmente,

pelo auxílio em momentos de dúvidas e confiança na realização das atividades.

Agradeço a Dr^a. Ana Carolina Costa Arantes não só por disponibilizar seu tempo para participar da banca de avaliação deste trabalho, mas também por auxiliar durante todo o desenvolvimento do projeto e das avaliações.

Agradeço ao grupo de estudos GD Citros por todo o companheirismo e ajuda durante toda a participação no grupo, que contribuiu tanto no meu desenvolvimento profissional, quanto pessoal.

Agradeço a empresa Solovita por ter dado a oportunidade e confiança de desenvolver esse projeto que foi muito importante para mim e para minha graduação.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que me ajudaram, tanto de forma direta quanto indireta, a chegar até aqui e desenvolver este trabalho.

**“O que vale na vida não é o ponto de partida
e sim a caminhada.**

**Caminhando e semeando, no fim, terás o que
colher.”**

Cora Coralina

RESUMO

Os pomares de frutas devem ser manejados de forma correta, trazendo boas propriedades físicas, químicas e biológicas em seus solos para garantir a longevidade, produtividade e sustentabilidade do sistema. Objetivou-se avaliar a influência do produto Solopremio® e do Foliarvita® na microbiologia, fertilidade do solo e na produtividade de pomar jovem de lima ácida Tahiti. As avaliações foram feitas em um teste de campo, em Araras, SP, nos anos de 2019 e 2020. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, compostos de quatro tratamentos, com quatro repetições, totalizando dezesseis parcelas. Os tratamentos foram: T1 = aplicação de Solopremio sem palha, T2 = aplicação de Solopremio com palha, T3 = aplicação de Solopremio + Foliarvita com palha e T4 = testemunha. As aplicações, nos tratamentos T1 a T3, foram realizadas com o uso de bomba motorizada, nos meses de outubro (início das chuvas), dezembro de 2019 e março de 2020. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados igualmente nos quatro tratamentos. Foram avaliadas a microbiologia (Carbono da Biomassa e Respiração Basal), análise de fertilidade do solo, produtividade das plantas e qualidade dos frutos. Todos os dados foram analisados usando análise de variância e aplicado o teste de comparação de médias (Tukey, 5%). Foi observada diferença estatística, principalmente na segunda aplicação dos produtos. Na avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana e Respiração Basal que ocorreu em um mês que houve grande precipitação, acelerando a decomposição da matéria orgânica e acentuando diferenças da atividade microbiana. Já em relação a fertilidade do solo, apesar de diferenças estatísticas pontuais, não foi possível observar nenhum resultado da aplicação dos produtos. A produtividade foi superior nos tratamentos, tendo um aumento de 7,7 ton ha⁻¹ em T1, 10,53 ton ha⁻¹ em T2 e de 9,93 ton ha⁻¹ para em T3, em relação à testemunha. A massa dos frutos foi superior no tratamento Solopremio® com palha (T2) em relação aos demais tratamentos. Conclui-se que o uso dos produtos Solopremio® e Foliarvita® proporciona aumento da produtividade da lima ácida Tahiti.

Palavras-chave: microbiota; produtividade; biomassa microbiana; fertilidade; respiração basal.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização da área experimental (Universidade Federal de São Carlos, campus Araras/SP) e distribuição das linhas de avaliação. Araras/SP, 2020. . 19
- Figura 2. Recomendação de adubação para a cultura dos citros seguindo os padrões do Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônômico (SP)..... 20
- Figura 3. Disposição das plantas úteis e bordadura em cada parcela. Araras/SP, 2019-2020..... 21
- Figura 4. Primeira avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (A) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro de 2019) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019)..... 25
- Figura 5. Segunda avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (B) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (janeiro de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020)..... 26
- Figura 6. Terceira avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (C) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (março de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020)..... 26
- Figura 7. Primeira avaliação de Respiração Basal do Solo (A) – RBS (mg CO₂ g⁻¹ solo seco dia⁻¹), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro de 2019) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019)..... 27

Figura 8. Segunda avaliação de Respiração Basal do Solo (B) – RBS ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo seco dia}^{-1}$), avaliado após a aplicação dos produtos (janeiro de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020). 27

Figura 9. Terceira avaliação de Respiração Basal do Solo – RBS ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo seco dia}^{-1}$), avaliado após a aplicação dos produtos (março de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020). 28

Figura 10. Produtividade de pomar jovem de lima ácida Tahiti (t ha^{-1}), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020). 33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos com descrição do produto e aplicações (Cordeirópolis/SP, 2016/2017).	20
Tabela 2. Teor de macronutrientes no solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019-20).	28
Tabela 3. Teor de micronutrientes no solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019-20).	30
Tabela 4. Resultados obtidos na análise do solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).	31
Tabela 5. Acidez, sólidos solúveis, ratio, rendimento de suco e massa dos frutos de lima ácida Tahiti, após a colheita principal: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. Importância econômica da citricultura e da lima ácida Tahiti.	14
2.2. Impacto da fertilidade no solo na cultura	15
2.3. Adubação verde e manejo da entrelinha de citros	15
2.4. Influência da microbiota do solo	16
3. OBJETIVOS.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Área experimental	19
4.2. Delineamento experimental.....	20
4.3. Avaliações	21
4.3.1. Análises da microbiologia do solo (Carbono da Biomassa e Respiração Basal)	21
4.3.2. Análise de fertilidade do solo.....	22
4.3.3. Produtividade das plantas e qualidade dos frutos	22
4.4. Análise estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Análise microbiológica do solo	24
5.2. Fertilidade do solo	28
5.3. Produtividade das plantas e qualidade dos frutos	32
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de citros, especialmente em relação a lima ácida Tahiti, uma variedade híbrida que surgiu do cruzamento do limão Siciliano (*Citrus limon*) com a Lima-da-Pérsia (*Citrus limettioides*), recebendo o nome de lima ácida ou lima ácida Tahiti. (ROSSI et al., 2019). Das variedades mais comercializados do CEAGESP se destacam a lima ácida Tahiti, representando 96%, siciliano importado (2%), siciliano (1%), rosa (0,7%) e galego (0,04%) (CEAGESP, 2019).

Os pomares devem ser manejados de forma correta a fim de manter a longevidade, produtividade e sustentabilidade. No cultivo de citros, solos com manejo incorreto de fertilidade, estruturação e atividade microbiológica, aliado a fatores climáticos adversos, ataque de pragas e doenças, podem ser responsáveis pela queda na produtividade dos pomares de citros do Brasil (SOBRAL et al., 1998), que hoje ocupa a sexta posição no ranking mundial, com 26,7 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019).

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, influenciam, diretamente, no desenvolvimento da planta, por meio da estruturação do solo, com agregados estáveis e distribuição adequada de poros, fornecimento de nutrientes para o desenvolvimento e produção da cultura, e a atividade biológica com atuação no sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes, degradação de poluentes, fixação biológica do nitrogênio e controle biológico de algumas pragas e doenças (MATSUAOKA et al., 2003).

Os três atributos, propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, agem juntos para maior qualidade e sustentabilidade do cultivo, porém a atividade microbiológica do solo apresenta respostas rápidas a manejos do solo, devido a sua sensibilidade às mudanças no ambiente. Portanto, quanto menor a diversidade microbiana nos solos, menor será a sua qualidade (“saúde”), tornando-o frágil e susceptível a processos degradativos, além do aumento da incidência de pragas e doenças (OLIVEIRA et al., 2019).

Neste sentido, a prática da agricultura de conservação, com o mínimo revolvimento do solo, cobertura vegetal do solo e diversificação das espécies (FAO, 2016), podem atuar de forma positiva na qualidade do solo, com melhora nas características microbiológicas, com consequências positivas na produtividade da cultura (ALMEIDA, 2016). Em pomares de lima ácida Tahiti, em consórcios com

braquiárias, na entrelinha, e a deposição de sua biomassa na linha, têm favorecido o acúmulo de matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo e a atividade microbiana do solo (SHIMIZU et al., 2022).

Regeneradores do solo, como Solopremio® e o Foliarvita®, indicado para culturas perenes, têm a função de promover a fertilidade do mesmo, através da transformação do material vegetal existente nele, em matéria orgânica, liberando macro e micronutrientes, com melhorias na estrutura física-química, e retenção da umidade por mais tempo, por ter como ingredientes ativos *Pseudomonas* spp., *Azospirillum* spp., *Burkholderia* spp., *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp (SOLOVITA®). Essas bactérias atuam promovendo diretamente o crescimento pela produção de ácido cianídrico, fito hormônios, enzimas como a ACC-de aminase, mineralização de nutrientes, solubilização de fosfatos, fixação do nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes, entre outros (Conn et al., 1997; Lazarovits & Nowak, 1997).

Portanto, o manejo correto do sistema, através da agricultura de conservação, aliado a utilização de regeneradores do solo e proteção da planta poderão melhorar a microbiologia e a qualidade do solo, trazendo como consequência o aumento na produtividade com sustentabilidade do sistema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da citricultura e da lima ácida Tahiti.

As plantas cítricas, que tem origem asiática, chegaram ao Brasil através das primeiras expedições colonizadoras e encontraram melhores condições do que sua região de origem, tanto para crescer vegetativamente quanto para produzir, com isso acabaram se expandindo para todo o país (LOPES et al., 2011).

Os citros correspondem a um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família *Rutaceae*. O grupo citros apresenta laranjas (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco e *Citrus deliciosa* Ten), limões (*Citrus limon*), limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia*) e o Galego (*Citrus aurantiifolia*), e doces como a lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja azeda (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*) (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de citros, especialmente em relação a lima ácida Tahiti. A origem da lima ácida Tahiti no mundo não é bem definida, mas acredita-se que no Brasil ela tenha sido introduzida diretamente do Mediterrâneo a partir do século XVII (ROSSI et al., 2019).

Segundo o IBGE (2020), em 2020 a produção de limas e limões, em toneladas, foi de 1.585.215, sua área colhida, em hectares, foi de 58.438 e sua produtividade média no Brasil foi de 27,13 toneladas por hectare, sendo que o estado de São Paulo apresentou a melhor produtividade, tendo em média 35,12 toneladas por hectare. Com base nos dados do inventário de 2018 realizado pela Fundecitrus, a área de limas ácidas e limões no cinturão citrícola (São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro) é de 39,07 mil hectares, apresentando um aumento de 11,14 mil hectares se comparado a 2015, o que é equivalente a 39,8% de aumento. É importante destacar que 90% das áreas de limas ácidas e limões correspondem ao plantio de lima ácida Tahiti e 9% corresponde ao limão siciliano.

De acordo com a Secex (2021), a exportação de limas e limões pelo Brasil segue mostrando um cenário positivo e de crescimento, atingindo em junho o maior volume da série histórica para este mês, apresentando 19 mil toneladas exportadas e gerando uma receita de 15 milhões de dólares.

2.2. Impacto da fertilidade no solo na cultura

A alta produtividade das plantas cítricas depende, principalmente, da aplicação de nitrogênio (N) e potássio (K) (ALVA et. al., 2006). Foi verificado também que a aplicação de N, fósforo (P) e K proporcionam aumento da altura e da massa de matéria seca em mudas de lima ácida Tahiti enxertado em *Flying Dragon* (PENNA et al., 2012).

Manter níveis elevados de produção depende do manejo nutricional de pomares, sendo estabelecido a partir de informações que relacionam disponibilidade de nutriente do solo, o suprimento pela adubação e o teor de nutrientes nas folhas com o desenvolvimento da planta e a produção de frutos (MATTOS JUNIOR et al., 2009).

A adubação, feita de forma racional e equilibrada, tem uma grande importância no aumento da produtividade das plantas. A eficiência dessa adubação é influenciada por alguns fatores, como a dose, localização, fonte e época certa em que é realizada a aplicação do adubo. Também é importante considerar as práticas de manejo e os atributos do solo, pois os mesmos podem influenciar na eficácia da adubação, a qual torna a planta bem nutrida e contribui para mitigar problemas fisiológicos (BORGES et. al., 2021).

A planta de citros absorve nutrientes durante todo o seu ciclo, mas apresenta maiores valores de absorção nos períodos de floração e formação de novas folhas, frutos e ramos. Dos nutrientes aplicados para a planta, 25% do N, 14% do P e 34% do K são assimilados durante a floração, para depois acontecer a formação dos frutos. Também se observa um acúmulo de macronutrientes crescentes até o fim da maturação dos frutos (MAGALHÃES; SOUZA, 2009).

2.3. Adubação verde e manejo da entrelinha de citros

A adubação verde é uma técnica antiga, podendo ser definida como a incorporação de matéria vegetal não decomposta ao solo, sendo ela produzida ou não no local onde será incorporada. Essa técnica traz resultados favoráveis pra o solo, melhorando seus atributos químicos, físicos e biológicos, beneficiando assim a cultura principal (MATHEIS et al., 2006).

Apesar da adubação verde ser uma prática antiga, uma prática mais adotada na citricultura paulista é o manejo da entrelinha dos pomares de maneira sustentável, fazendo uso da vegetação espontânea e/ou introduzida, para benefício da cultura principal (TERSI, 2001).

A manutenção da cobertura do solo, tem se mostrado muito benéfica para o solo e cultura, o manejo químico e físico correto é fator condicionante para obter uma maior produtividade, pois o uso incorreto do solo pode gerar uma diminuição na capacidade produtiva (CARVALHO et al., 2005).

Foi demonstrado que a utilização de braquiárias (*Urocloa* spp.) no manejo das entrelinhas, em conjunto com uma roçadora do tipo ecológica, também pode ser usada como uma opção para o manejo integrado de plantas daninhas para pomares, pois além de todos os benefícios apresentados pela cobertura vegetal, a camada de *mulch* fornece um aumento de controle (MARTINELLI et al., 2017).

2.4. Influência da microbiota do solo

Tentativas de aumentar a produtividade manejando microrganismos benéficos no solo são feitas há séculos, mesmo antes da identificação desses microrganismos (VESSEY, 2003). Os microrganismos além de realizar o processo de mineralização, eles mesmos representam uma quantidade considerável de nutrientes que podem ser disponibilizados para as plantas (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

De acordo com Bernardes & Santos (2006), a cobertura vegetal influencia na atividade microbiana no solo e no processo de decomposição da matéria orgânica, por meio de modificações das características edáficas como umidade, temperatura, aeração, nutrientes minerais e pH.

Os atributos microbiológicos também são capazes de atuar como indicadores de alterações causadas pelo manejo do solo e das culturas antes das mudanças dos atributos químicos e físicos do solo, o que reforça a proposta da utilização dos mesmos como bioindicadores do solo (PEREIRA et al., 2007). O fluxo de N e P, via biomassa microbiana pode chegar a valores equivalentes, respectivamente, a 40 e 10-20 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (HOLTZ; SÁ, 1995).

A microbiota permite, em condições ideais, que os nutrientes sejam liberados gradualmente e fiquem disponíveis para a absorção das plantas, evitando perdas por lixiviação. Já a diminuição da microbiota presente no solo prejudica a fixação temporária dos nutrientes, aumentando as perdas e acaba causando o empobrecimento do solo (HUNGRIA et al., 1997). Segundo Graham e Haynes (2006), a biomassa da adubação verde pode também melhorar as características microbiológicas do solo. A manutenção dos resíduos de plantas no solo pode causar um menor distúrbio no ambiente agrícola, com menos interferência nas comunidades

microbianas do solo, elas se tornam mais balanceadas e sustentáveis. (FERREIRA et al., 2011).

O uso de *Urochloa ruziziensis* como cobertura vegetal promove o aumento da comunidade bacteriana e fúngica a partir do sétimo ano após o plantio, possivelmente por causa dos exsudatos radiculares e palha liberados no solo, devido seus compostos de carbono, que podem ser facilmente degradados e fornecem energia e nutrientes para o metabolismo microbiano (BALOTA et al., 2011). A integração da *Urochloa ruziziensis* com a roçadora ecológica, independente do uso de herbicidas, aumenta a qualidade da microbiota do solo e a produtividade da cultura dos citros (ARANTES et al., 2020).

O controle biológico que a microbiota pode trazer é um mecanismo indireto que também promove o crescimento da planta, pois envolve a liberação de moléculas bioativas que minimizam ou param a ação maléfica de fitopatógenos ao invés de diretamente melhorar o desenvolvimento da planta (DATTA; CHAKRABARTTY, 2014).

3. OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do Solopremio® e do Foliarvita® na microbiologia, fertilidade do solo e na produtividade de plantas de lima ácida Tahiti.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área experimental

O experimento foi instalado em área experimental da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras/SP (Figura 1), com latitude de 22°18'S e longitude de 47°23'O, a 707 metros acima do nível do mar (Peres et al., 2013). O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, e clima Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos e invernos secos (KÖPPEN, 1948). A área está sob responsabilidade da Professora Dra. Patrícia Marlucci da Conceição, em parceria com o Dr. Fernando Alves de Azevedo, do Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” do Instituto Agrônômico (IAC). O projeto foi desenvolvido em pomar de lima ácida Tahiti [(*Citrus latifolia* (Yu. Tanka) Tanaka)] enxertada em trifoliata *Flying dragon* [(*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), plantado em 2015, em sistema de plantio direto, no espaçamento de 5,0 (entrelinha) x 2,0 (entre plantas). Em consórcio, na entrelinha, está a planta de cobertura *Urochloa ruzizensis*, que foi manejada (roçada) 3 a 4 vezes ao ano, no máximo desenvolvimento vegetativo (pré-florecimento).

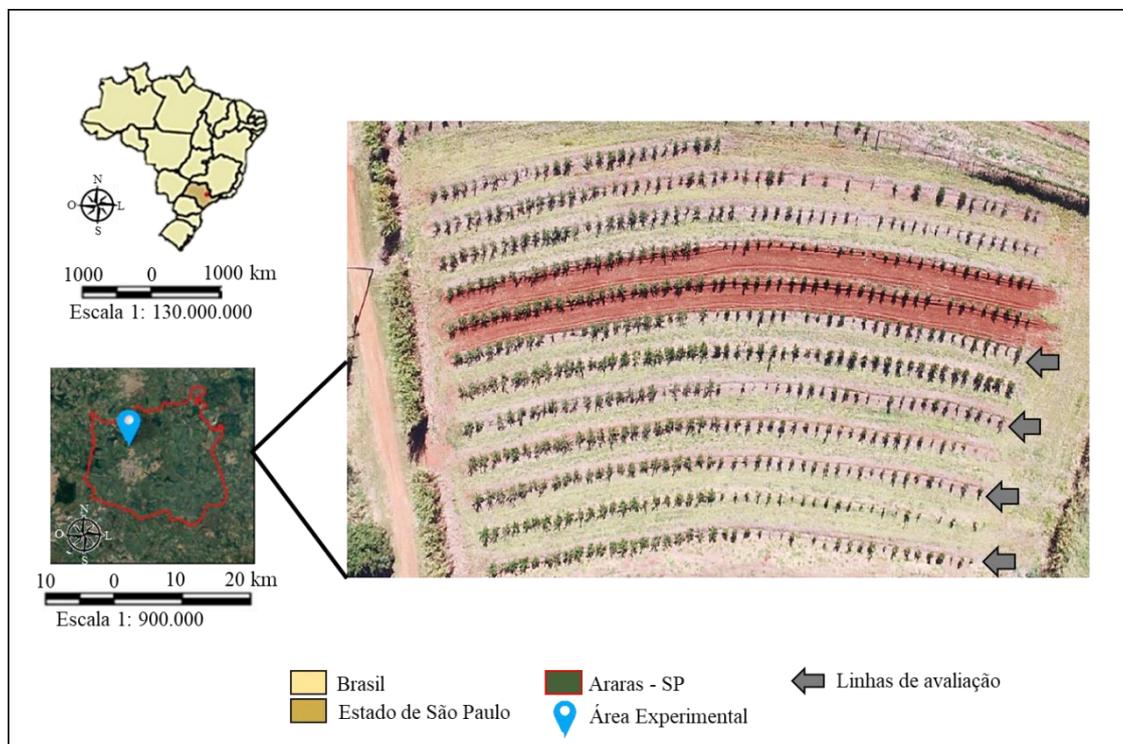


Figura 1. Localização da área experimental (Universidade Federal de São Carlos, campus Araras/SP) e distribuição das linhas de avaliação. Araras/SP, 2020 (ARANTES, 2018).

A adubação do pomar foi realizada de forma parcelada, seguindo recomendações do boletim 100 (RAIJ et al., 1997). (Figura 2) e análise de solo da área. E a aplicação de calcário na dose de 2 t ano⁻¹, foi realizada em maio de 2020.

Idade	N	P-resina (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol dm ⁻³)			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
(Anos)	(g planta ⁻¹)	----- (P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹) -----				----- (K ₂ O, g planta ⁻¹) -----			
0-1	100	0	0	0	0	40	20	0	0
1-2	220	160	100	50	20	120	90	50	0
2-3	300	200	140	70	30	200	150	100	60
3-4*	400	300	210	100	50	400	300	200	100
4-5**	500	400	280	140	70	500	400	300	150

* Adubação da safra 2019-20

** Adubação da safra 2020-21

Figura 2. Recomendação de adubação para a cultura dos citros seguindo os padrões do Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônomo (SP). (IAC. Boletim Técnico, 100)

4.2. Delineamento experimental

O experimento foi disposto em esquema de blocos casualizados, composto por quatro tratamentos (Tabela 1), com quatro repetições, totalizando 16 parcelas. Cada parcela foi formada por cinco plantas de lima ácida Tahiti, onde as três centrais foram consideradas úteis, para fins de avaliação, enquanto que as demais serviram de bordadura (Figura 3).

Tabela 1. Tratamentos com descrição do produto e aplicações (Araras/SP, 2016/2017).

Tratamentos		Local de aplicação	Aplicações
T1	Solopremio	Sem palha	out/19; dez/20 e mar/20
T2	Solopremio	Sob a palha	out/19; dez/20 e mar/20
T3	Solopremio+Foliarvita	Sob a palha+foliar	out/19; dez/20 e mar/20
T4	Testemunha	-	-

A dose utilizada de Solopremio foi 70 g ha^{-1} , com volume de calda de 500 L ha^{-1} e do produto Foliarvita 50 g ha^{-1} , com volume de calda de 400 L ha^{-1} . As aplicações, nos tratamentos T1 a T3, foram realizadas com o uso de bomba motorizada, nos meses de outubro (início das chuvas), dezembro de 2019 e março de 2020. Todos os tratos culturais e fitossanitários foram realizados igualmente em todas as parcelas.

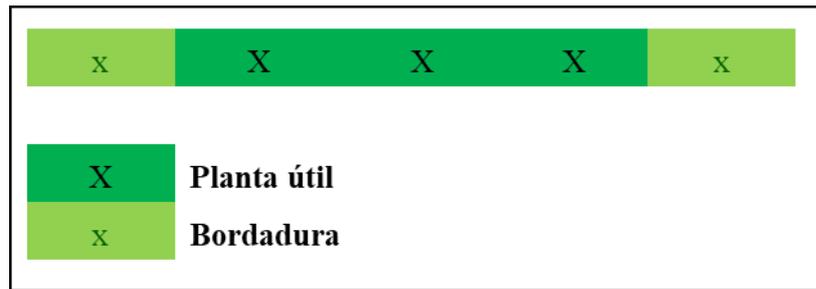


Figura 3. Disposição das plantas úteis e bordadura em cada parcela. Araras/SP, 2019-2020.

4.3. Avaliações

4.3.1. Análises da microbiologia do solo (Carbono da Biomassa e Respiração Basal)

As amostras de solo para as análises de microbiologia foram coletadas na projeção da copa, na linha de plantio, sendo seis amostras simples para a formação de uma amostra composta por parcela, na profundidade de $0,00 - 0,10 \text{ m}$, com a limpeza prévia da superfície do solo e separação entre solo e raiz. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, mantidas em temperatura ambiente e direcionadas ao laboratório Andrios Assessoria[®], Piracicaba/SP, para a realização das análises em novembro de 2019, janeiro de 2019 e março de 2020.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método da fumigação-extração (VANACE et al., 1987). As amostras fumigadas foram adicionadas em *beckers* de plástico e aplicados 15 ml de clorofórmio, e incubadas por 24 h no dessecador. Após esse período, foi adicionada às amostras, fumigadas e não fumigadas, 40 ml de K_2SO_4 a $0,5 \text{ M}$ e agitadas a 200 rpm por 30 minutos . Em seguida, foram filtrados 8 ml de cada amostra e adicionadas em tubos de ensaio com 2 ml de dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), e 15 ml de $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ e levados a banho maria por 30 minutos . A titulação foi feita com sulfato ferroso amoniacal + ácido sulfúrico ($\text{FeH}_{20}\text{N}_2\text{O}_{14}\text{S}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$) e o ponto de viragem (alaranjado para esverdeado) foi

realizado com a aplicação de ferroína.

A respiração basal do solo (RBS) foi avaliada pelo sistema 'estático', descrito por Grisi (1978), com a extração por NaOH. Em laboratório, foi pesada uma amostra de 50 g de solo por tratamento, sendo estas umedecidas à 70% da capacidade de campo, e incubadas em recipientes de vidros, onde cada um continha um becker com 10 ml de NaOH 0,5 M, sendo fechados hermeticamente, e mantidos na temperatura de 28°C (ALEF, 1995). A extração do CO₂ liberado pela respiração microbiana do solo incubado, foi avaliado por 7 dias (JENKINSON; POWLSON, 1976).

4.3.2. Análise de fertilidade do solo

A análise de fertilidade do solo foi realizada por meio da amostragem do solo com trado do tipo 'holandês', sendo coletadas seis amostras de solo, para a formação de uma amostra composta por parcela, na camada de 0-20 cm de profundidade, cerca de 15 dias após as aplicações de outubro de 2019, dezembro de 2019 e março de 2020. No Laboratório de Análise Química de Solos e Planta da UFSCar, Araras/SP, foram determinados os teores de macronutrientes (fósforo - P, potássio - K, cálcio - Ca, magnésio - Mg e enxofre - S), micronutrientes (boro - B, cobre - Cu, ferro - Fe, manganês - Mn e zinco - Zn) e outros atributos químicos do solo (matéria orgânica - M.O., potencial hidrogeniônico - pH, acidez total - H+Al, soma de bases - SB, capacidade de troca catiônica - CTC e saturação de bases - V%).

4.3.3. Produtividade das plantas e qualidade dos frutos

A produtividade foi avaliada colhendo-se todos os frutos maduros do período, das plantas úteis, mensalmente. Em seguida, os frutos foram pesados em balança digital, com precisão de 40Kg, os dados foram extrapolados em t ha⁻¹ para cada tratamento.

A análise de qualidade dos frutos (análise físico-química) foi realizada no Laboratório de melhoramento e análise de qualidade de frutos do Centro de Citricultura "Sylvio Moreira". Esta análise ocorreu em cinco frutos maduros e sadios, colhidos na safra principal (jan-fev), por parcela, através da determinação da altura e diâmetro, com a utilização de régua graduada, em cm (GUTIERREZ; ALMEIDA, 2005); rendimento do suco, com a extração do suco dos frutos, contabilizando a massa dos frutos e a massa da amostra extraída, em %; sólidos solúveis (análise com refratômetro); a acidez, em %, através de titulação do suco (REED et al., 1986; PIO et

al., 2005); e determinação da vitamina C, em mg ml^{-1} de suco, através do iodo, por sua ação oxidante capaz de levar o ácido ascórbico a formar o desidroascórbico e permitir a determinação de concentração total de vitamina C do suco (SUNTORN SUK et al., 2002).

4.4. Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente aplicado teste de comparação de médias (Tukey, 5%) com o software Assistat®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise microbiológica do solo

Na primeira avaliação, feita em novembro de 2019, não houve diferença estatística entre a testemunha (T4) e os tratamentos Solopremio® + Foliarvita® (T3) e Solopremio® sem palha (T1), mostrando que não houve alteração significativa no carbono da biomassa microbiana (CBM) em função dos produtos adicionados ao solo (Figura 4)

Na segunda avaliação, após duas aplicações, os tratamentos Solopremio® sem palha (T1), Solopremio® aplicado com a palha (T2) e Solopremio® + Foliarvita® (T3) apresentaram maior CBM em relação à testemunha (T4) (Figura 5). No entanto, na terceira avaliação não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha (Figura 6). Tal fato evidencia que houve um aumento na população microbiana do solo após a segunda aplicação do produto em janeiro de 2020, mas essa diferença deixou de existir após a terceira aplicação em março de 2020, representada pelo carbono presente em sua constituição, com a aplicação dos produtos testados.

Diferenças no teor de carbono da biomassa microbiana entre épocas de amostragem podem ocorrer, principalmente, em função do ciclo das plantas, da adição de resíduos vegetais, da pluviometria e da temperatura (BALOTA et al., 1998; FRANCHINI et al., 2007). Segundo Longo e Espíndola (2000), em regiões tropicais, os altos índices pluviométricos aliado a maior atividade microbiana causam uma rápida decomposição de materiais orgânicos incorporados no solo. Ao observar os dados de precipitação de Araras/SP do Centro integrado de informações agrometeorológicas. (CIIAGRO, 2022) nos três momentos onde as avaliações foram feitas, é nítido que no momento da segunda avaliação (janeiro de 2020) houve maior média mensal da chuva total, de 427,7 mm, enquanto nas épocas da primeira e terceira avaliação foram, respectivamente, de 166,2 mm e 142,8 mm. O aumento da precipitação acelerou a mineralização da matéria orgânica, causando o aumento da atividade microbiana, principalmente em tratamentos que utilizam da palhada como cobertura no período em que foi realizada a segunda avaliação (janeiro de 2020).

Na respiração basal do solo (RBS), em sua primeira avaliação, em novembro de 2019, o tratamento Solopremio® sem palha (T1) foi superior aos tratamentos Solopremio® com palha (T2) e o tratamento Solopremio® + Foliarvita® com palha (T3) (Figura 7). Na segunda avaliação, o tratamento Solopremio® com

palha (T2) e o tratamento o tratamento Solopremio® + Foliarvita® com palha (T3) foram superiores à testemunha (T4), podendo ter sido influenciados tanto pela aplicação dos produtos, quanto o uso de palhada no solo (Figura 8). Na terceira avaliação o tratamento Solopremio® com palha (T2) foi superior à testemunha (T4) (Figura 9), confirmando que a aplicação de produtos associado à palha podem gerar um ambiente favorável à atividade microbiana. A maior atividade microbiana no solo pode favorecer o desenvolvimento do pomar, devido a influência nos atributos do solo, como na fertilidade, o que pode refletir em melhor desenvolvimento das plantas e maior produtividade (ALMEIDA, 2016).

A respiração depende do estado fisiológico da célula microbiana, a qual é influenciada por fatores de condição do solo, como a umidade, a temperatura, a estrutura, a disponibilidade de nutrientes, a textura, a relação carbono e nitrogênio e a presença de resíduos orgânicos (SILVA, 2010). A maior respiração basal do solo nos tratamentos Solopremio® com palha (T2) e Solopremio® + Foliarvita® com palha (T3), em relação à testemunha (T4), na segunda avaliação, mostra que fatores como a precipitação, aliado ao uso dos produtos e da palhada podem ter grande influência na atividade microbiana presente no solo.

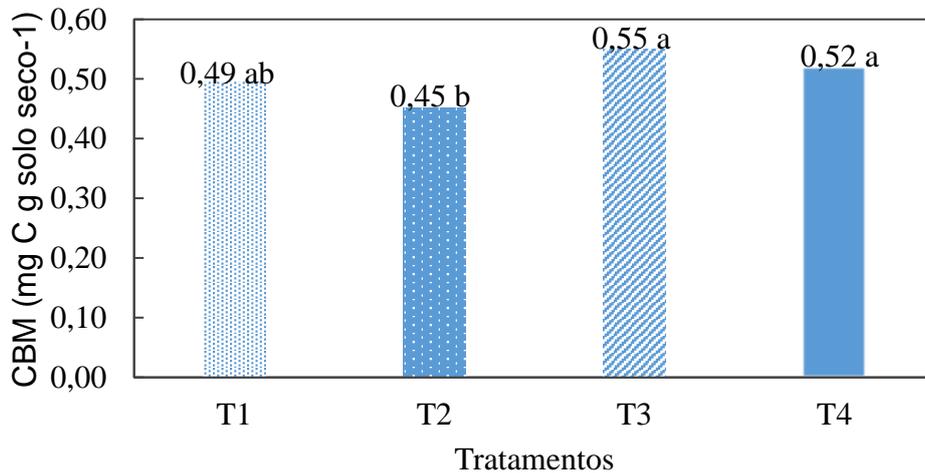


Figura 4. Primeira avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (A) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro de 2019) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3

= Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019).

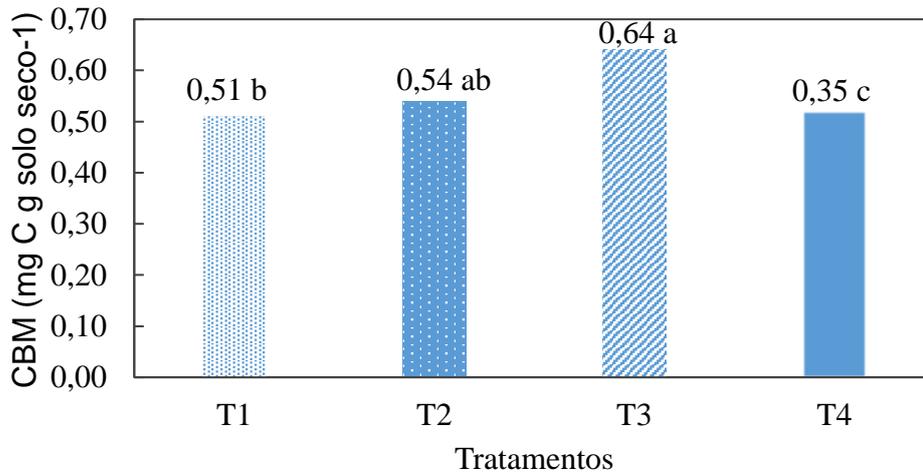


Figura 5. Segunda avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (B) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (janeiro de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

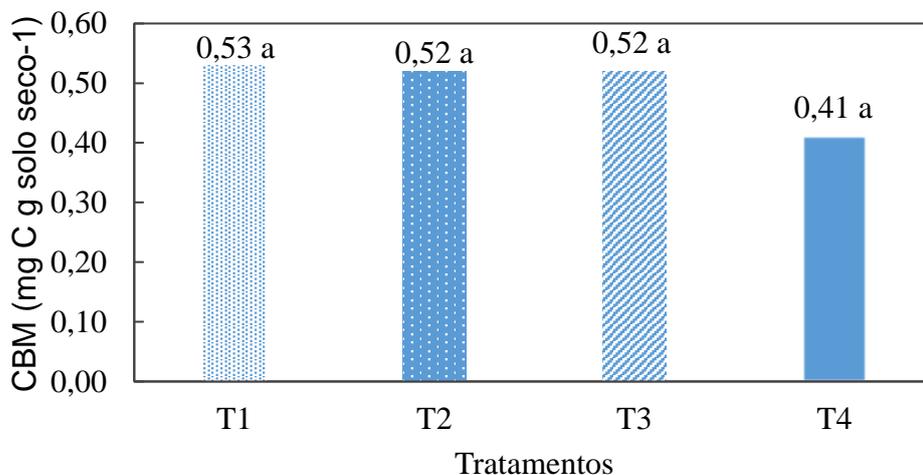


Figura 6. Terceira avaliação de Carbono da Biomassa Microbiana (C) – CBM (mg C g⁻¹ solo seco), avaliado após a aplicação dos produtos (março de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

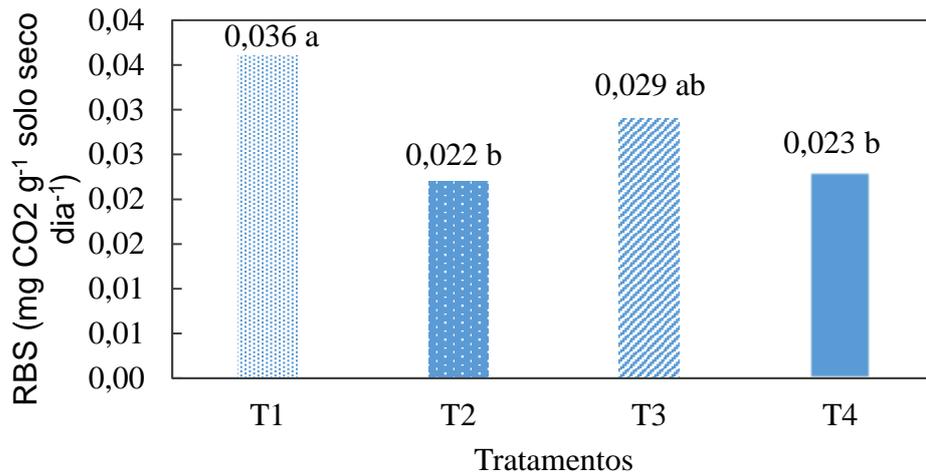


Figura 7. Primeira avaliação de Respiração Basal do Solo (A) – RBS (mg CO₂ g⁻¹ solo seco dia⁻¹), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro de 2019) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019).

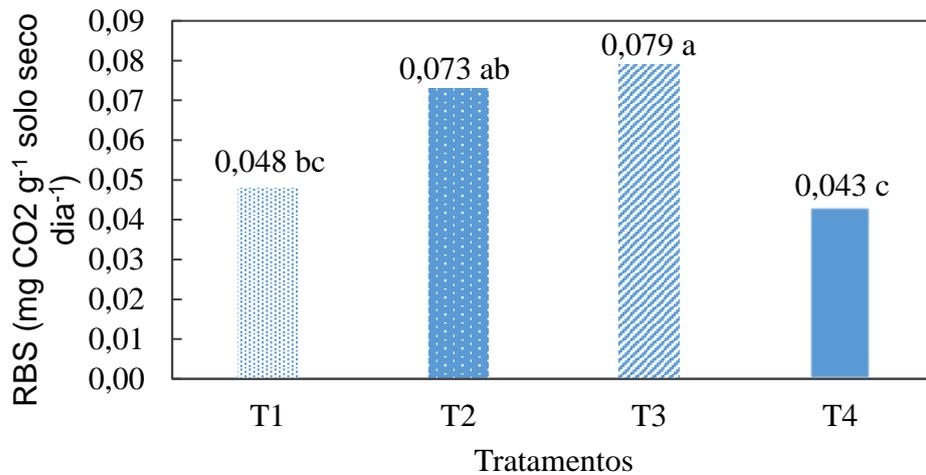


Figura 8. Segunda avaliação de Respiração Basal do Solo (B) – RBS (mg CO₂ g⁻¹ solo seco dia⁻¹), avaliado após a aplicação dos produtos (janeiro de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

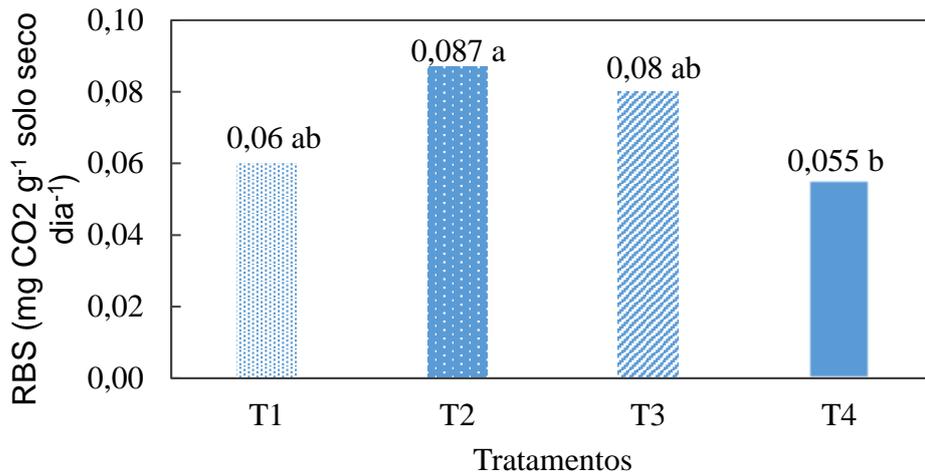


Figura 9. Terceira avaliação de Respiração Basal do Solo – RBS (mg CO₂ g⁻¹ solo seco dia⁻¹), avaliada após a aplicação dos produtos (março de 2020) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

5.2. Fertilidade do solo

Na avaliação dos macronutrientes do solo, o teor de enxofre (S) foi superior para todos os tratamentos com aplicação dos produtos em relação à testemunha (T4), na primeira avaliação (Tabela 2). Na segunda avaliação, o tratamento Solopremio[®] + Foliarvita[®] (T3) foi superior ao tratamento Solopremio[®] sem palha (T1) e à testemunha (T4) (Tabela 2).

Na terceira avaliação, os teores de potássio (K) e Cálcio (Ca) foram superiores no tratamento Solopremio[®] + Foliarvita[®] (T3), com 6,17 mmol_c dm⁻³, em relação à testemunha (T4), com 4,85 mmol_c dm⁻³ (Tabela 2). Os teores de P resina e Magnésio (Mg) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e em todas as épocas de avaliação (Tabela 2).

O cálcio (Ca) é o elemento mais exigido pelos citros (CHAPMAN, 1961). Segundo Pereira (2002) o nutriente proporciona maior pegamento de frutos, resultando em um número maior de frutos por planta, tendo assim uma maior produtividade.

Tabela 2. Teor de macronutrientes no solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliada após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de

acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019-20).

Tratamentos	P resina	S	K	Ca	Mg
	----- mg dm ⁻³ -----	-----	-----	mmolc dm ⁻³ -----	-----
A					
T1	10,75 a*	9,50 a	5,95 a	16,25 a	7,75 a
T2	10,00 a	6,25 a	5,32 a	15,00 a	8,50 a
T3	8,75 a	6,75 a	5,77 a	14,32 a	8,32 a
T4	11,75 a	5,25 b	4,10 a	14,50 a	7,67 a
CV (%)	21,36	26,07	9,23	17,87	16,44
B					
T1	13,25 a	12,00 b	9,90 a	13,75 a	5,50 a
T2	13,00 a	17,50 ab	10,80 a	13,25 a	6,25 a
T3	14,75 a	23,32 a	8,92 a	13,75 a	6,00 a
T4	15,75 a	10,87 b	6,80 a	12,00 a	5,00 a
CV (%)	23,82	20,42	22,48	13,18	14,13
C					
T1	32,50 a	5,50 a	5,90 ab	26,00 a	12,00 a
T2	30,75 a	5,00 a	5,42 ab	18,50 ab	11,50 a
T3	34,50 a	5,50 a	6,17 a	27,25 a	14,50 a
T4	24,50 a	4,50 a	4,85 b	15,75 b	8,50 a
CV (%)	18,65	11,55	9,42	19,42	14,13

* P resina – fósforo; S – enxofre; K – potássio; Ca – cálcio; Mg + magnésio.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

Na avaliação do teor de micronutrientes, na primeira avaliação, o teor de Manganês (Mn) foi superior no tratamento Solopremio® sem palha (T1) em relação à testemunha (Tabela 3). Na segunda avaliação o teor de Zinco (Zn) no tratamento Solopremio® sem palha (T1), 1,13 mg dm⁻³, foi superior à testemunha, 0,53 mg dm⁻³ (Tabela 3). Na terceira, o teor de Zinco (Zn) foi superior para todos os tratamentos que tiveram aplicações dos produtos em relação a testemunha. Os teores de boro (B), cobre (Cu) e ferro (Fe) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e em todas as épocas de avaliação (Tabela 3).

A carência de Zinco (Zn) na cultura dos citros faz com que as plantas brotem menos, com redução no crescimento da copa e produção (MATTOS JUNIOR et al., 2009). Apesar de não apresentar um padrão nítido, as diferenças estatísticas desses

macros e micronutrientes influenciam nos processos das plantas, podendo afetar a produtividade das plantas causada pela aplicação dos produtos.

Tabela 3. Teor de micronutrientes no solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2019-20).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm ⁻³				
	A				
T1	0,26 a*	1,90 a	62,50 a	15,07 a	0,72 a
T2	0,34 a	1,72 a	52,50 a	12,45 ab	0,60 a
T3	0,28 a	2,00 a	63,75 a	12,75 ab	0,60 a
T4	0,29 a	1,92 a	60,50 a	10,30 b	0,50 a
CV (%)	14,75	12,75	18,52	13,20	27,79
	B				
T1	0,39 a	2,02 a	68,75 a	19,70 a	1,13 a
T2	0,39 a	1,90 a	72,75 a	17,32 a	0,93 ab
T3	0,41 a	1,95 a	65,00 a	22,62 a	0,76 ab
T4	0,27 a	1,97 a	63,50 a	18,57 a	0,53 b
CV (%)	24,33	9,59	23,12	16,73	31,58
	C				
T1	0,37 a	2,15 a	47,00 a	11,22 a	1,25 a
T2	0,25 a	1,95 a	49,75 a	12,82 a	1,07 a
T3	0,30 a	1,92 a	43,50 a	12,10 a	1,07 a
T4	0,20 a	2,17 a	40,50 a	9,67 a	0,83 b
CV (%)	24,33	14,76	16,94	16,73	28,53

* B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

Em relação a matéria orgânica (M.O), na primeira avaliação, o tratamento Solopremio® sem palha (T1) e o tratamento Solopremio® com palha (T2) foram superiores à testemunha (T4) (Tabela 4). Na segunda avaliação o tratamento Solopremio® + Foliarvita® (T3) foi superior à testemunha (Tabela 4). Na saturação por bases (V%), na terceira avaliação, o tratamento Solopremio® sem palha (T1) foi superior à testemunha (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados obtidos na análise do solo de pomar de lima ácida Tahiti, avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

Trat	M.O	pH	H+AL	SB	CTC	V
	g dm ⁻³	CaCl ₂	----- mmol _c dm ⁻³ -----			%
A						
T1	43,25 a**	5,50 a	34,25 a	29,95 a	64,20 a	53,00 a
T2	45,75 a	4,50 a	33,25 a	28,12 a	61,37 a	45,75 ab
T3	30,75 ab	5,25 a	38,00 a	26,45 a	64,45 a	43,00 a
T4	21,25 b	4,50 a	33,25 a	28,82 a	62,07 a	44,25 a
CV (%)	24,88	5,12	17,78	15,85	5,17	8,36
B						
T1	31,25 ab	4,62 a	45,00 a	29,40 a	74,40 a	40,00 a
T2	32,75 ab	4,72 a	43,00 a	26,87 a	69,87 a	38,75 a
T3	39,75 a	4,55 a	43,50 a	26,25 a	69,72 a	37,75 a
T4	26,75 b	4,55 a	48,50 a	25,97 a	74,47 a	35,25 a
CV (%)	8,01	6,24	19,56	14,48	10,34	18,01
C						
T1	41,50 a	4,90 a	51,50 a	40,15 a	88,42 a	51,50 a
T2	43,00 a	4,72 a	52,50 a	38,10 a	99,07 a	45,50 ab
T3	44,00 a	5,10 a	45,75 a	44,75 a	90,50 a	52,25 a
T4	37,00 a	4,52 a	30,35 a	30,35 a	91,10 a	37,00 b
CV (%)	29,79	6,83	34,56	14,48	11,41	11,54

* M.O – Matéria orgânica; pH – potencial hidrogênio iônico; H+Al – acidez; SB – Soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação de bases.

**Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

5.3. Produtividade das plantas e qualidade dos frutos

Na produtividade, houve incremento em todos os tratamentos com aplicação dos produtos Solopremio® e Foliarvita® em relação à testemunha (Figura 10). Os valores encontrados para produtividade, de todos os tratamentos com adição dos produtos ficaram superiores à média nacional para limas e limões para pomares adultos, com 26,7 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019). Os valores foram 34,07 t ha⁻¹ para o T1, 36,90 t ha⁻¹ para o T2 e 36,30 t ha⁻¹ para o T3, considerados altos para um pomar de lima ácida Tahiti com apenas cinco anos de idade.

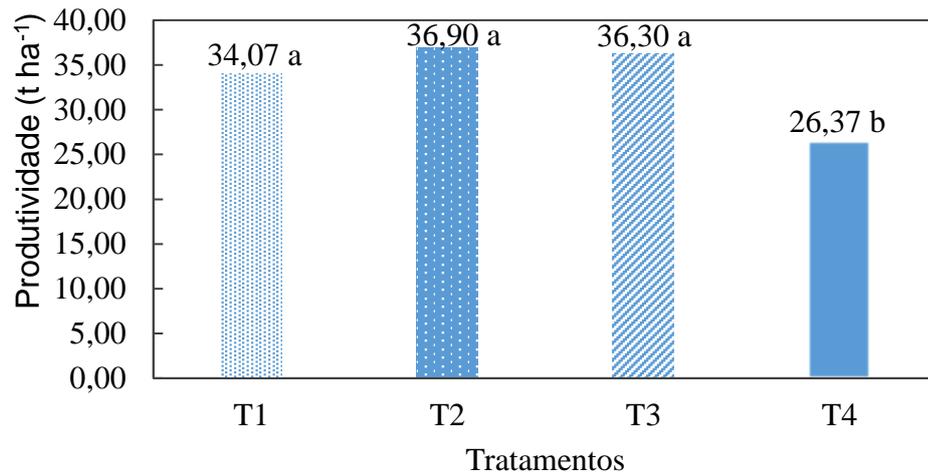


Figura 10. Produtividade de pomar jovem de lima ácida Tahiti ($t\ ha^{-1}$), avaliado após a aplicação dos produtos (novembro – A, janeiro/2020 – B e março/2020 – C) de acordo com cada tratamento: T1 = Solopremio[®] sem palha; T2 = Solopremio[®] com palha; T3 = Solopremio[®] + Foliarvita[®]; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

A elevação da produtividade de plantas cítricas depende, em grande parte, da aplicação do N e K (ALVA et al., 2006). Segundo a Coelho (1993), oito nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e B) devem receber maior atenção por parte do produtor de lima ácida Tahiti. Dos nutrientes citados foi possível observar teores maiores de N, Ca, K e Zn em certos momentos dos tratamentos com os produtos em relação à testemunha.

Segundo Koller (2008), plantas bem nutridas são mais resistentes ao ataque de doenças e pragas, sendo que cada nutriente afeta características importantes no comportamento das plantas, principalmente na produtividade e qualidade físico-química dos frutos. De acordo com Junqueira (2013), o estado nutricional da planta pode afetar a queda de flores, e prejudicará a produtividade do pomar.

Na análise físico-química dos frutos, o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) no tratamento Solopremio[®] com palha (T2) foi superior à testemunha (T4) (Tabela 5). A massa dos frutos foi superior no tratamento Solopremio[®] com palha (T2) em relação aos demais tratamentos (Tabela 5), mostrando que o uso do produto Solopremio[®] aliado com o uso de palha pode estar aumentando a massa dos frutos.

Tabela 5. Acidez, sólidos solúveis, ratio, rendimento de suco e massa dos frutos de lima ácida Tahiti, após a colheita principal: T1 = Solopremio® sem palha; T2 = Solopremio® com palha; T3 = Solopremio® + Foliarvita®; T4 = testemunha sem palha (Araras/SP, 2020).

Tratamentos	Acidez	Sólidos solúveis	Ratio	Rendimento de suco	Massa
		g 100ml ⁻¹		%	g
T1	6,39 a*	8,85 ab	1,37 a	55,77 a	106,00 b
T2	6,75 a	9,07 a	1,35 a	53,27 a	123,00 a
T3	6,89 a	8,92 ab	1,30 a	55,05 a	107,50 b
T4	6,39 a	8,50 b	1,35 a	53,95 a	99,75 b
CV (%)	6,79	2,50	5,58	6,07	5,96

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, há um aumento da atividade microbiana com o uso de produtos até o momento da segunda avaliação, onde teve uma precipitação maior. Essa diferença não se mostrou tão aparente no momento da terceira avaliação, causado por baixa precipitação.

Conclui-se que o uso dos produtos Solopremio® e Foliarvita® proporciona aumento da produtividade da lima ácida Tahiti a partir de uma maior mineralização de nutrientes realizada pelos microrganismos presentes no solo, que também mostraram maior atividade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K. Soil respiration. In **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**; Alef, K., Nannipieri, P., Eds.; Academic Press: London, UK, pp. 214–219, 1995.
- ALMEIDA, L. S. DE; FERREIRA, V. A. S.; FERNANDES, L. A.; FRAZÃO, L. A.; OLIVEIRA, A. L. G.; SAMPAIO, R. A. Indicadores de qualidade do solo em cultivos irrigados de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n. 9, 2016.
- ALVA, A.K.; MATTOS JR., D.; PARAMASIVAM, S.; PATIL, B.; DOU, H.; SAJWAN, K.S. Potassium management for optimizing citrus production and quality. **International Journal of Fruit Science**, v.6, p.3-43, 2006. DOI: 10.1300/J492v06n01_02.
- ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Instituto Agrônomo de Campinas (SP), cap. 2, p. 21-37, 2007.
- ARANTES, A. C. C.; COTTA, S. R.; CONCEIÇÃO, P. M.; MENEGHIN, S. P.; MARTINELLI, R.; PRÓSPERO, A. G.; BOARETTO, R. M.; ANDREOTE, F. D.; MATTOS-JR. D.; AZEVEDO, F. A. Implication of Urochloa spp. Intercropping and Conservation Agriculture on Soil Microbiological Quality and Yield of Tahiti Acid Lime in Long Term Orchard Experiment. **Agriculture**, v.10, p. 1-22, 2020.
- BALOTA, E.L.; AULER, P.A.M. Soil microbial biomass under different management and tillage systems of permanent intercropped cover species in an orange orchard. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, p. 35, 2011.
- BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S. & HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, 22:641-649, 1998.
- BERNARDES, C.M.; SANTOS, M.A. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.22, n.2, p.7-16, 2006.
- BORGES, A. L.; GIRARDI, E.A.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para os citros (laranjeiras, limeiras-ácidas e tangerineiras). Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá. Brasília, DF. **Embrapa Mandioca e fruticultura**, ed. 2, cap. 9, p. 167-186, 2021.

- CARVALHO, J. E. B. de; NEVES, C.S.V.J.; MENEGUCCI, J.L.P.; SILVA, J.A.A. da Práticas Culturais. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. cap.21, p.449-482.
- CEAGESP. Limão Tahiti. 2019. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/limao/>> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. CIIAGRO: chuva mensal. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/quadros/qchuvaperiodo.asp>>. Acesso em 31 de março de 2022.
- CHAPMAN, H. D. The status of presente criteria for diagnosis of nutriente conditions in citrus. In: REUTHER, W. **Plant Analysis and Fertilizers Problems, American Institute of Biological Sciences**. 1961. p.75-106.
- COELHO, Y. S. **Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da produção**. MAPA, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais, FRUPEX, Série Publicações Técnicas, p.35, 1993.
- CONN, K.L., NOWAK, J. & LAZAROVITS, G.A gnotobiotic bioassay for studying interactions betweenpotatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. **Canadian Journal of Microbiology** 43: 801-808.1997.
- DATTA, B.; CHAKRABARTTY, P.K. Siderophore biosynthesis genes of Rhizobium sp. isolated from Cicerarietinum L. **3 Biotech**. 2014; 4:391-401. <https://doi.org/10.1007/s13205-013-0164-y>.
- FAO Conservation agriculture. Indian **J. Agric. Econ.** 2016, 66, 67–69, doi:10.1201/b21225-4.
- FAOSTAT: Statistical database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.
- FERREIRA, E. P. B.; WENDLAND, A.; DIDONET, A. D. Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 1-9, 2011.
- FRANCHINI, J.C.; CRISPINO, C.C.; SOUZA, R.A.; TORRES, E. & HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop-rotation systems in Southern Brazil. **Soil Till. Res.**, 92:18-29, 2007.

FUNDECITRUS: Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/Sudoeste mineiro. Disponível em <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_06_25_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2020-20211.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

GRAHAM MH; HAINES RJ. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. **Soil Biology & Biochemistry** 38: 21-31, 2006.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: Alguns aspectos técnicos. **Ciênc. Cult.** 30, 82–88, 1978.

GUTIERREZ, A.S.D.; ALMEIDA, G.V.B. Beneficiamento e comercialização de frutos in natura. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC e Fundag, p.823-837, 2005.

HEWITT, G. K. The essencial nutriente elements: requirements and interactions in plants. In: STWARD, F. C. (Ed.). **Plant physiology: a treatise**. New York: Academic, 1963. p. 137-360.

HOLTZ, G.P.; SÁ, J.C. **Resíduos culturais:** reciclagem de nutrientes e impacto na fertilidade do solo. In: Curso sobre manejo do solo no sistema de plantio direto. Anais. Fundação ABC, Castro, Paraná. p.21-36, 1995.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A. Importância do sistema de semeadura na população microbiana do solo. **Comunicado Técnico/Embrapa-Soja**, Londrina, Paraná, no 56, p.1-9, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Estadual**. 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 fevereiro. 2022

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V: A method for measuring soil biomass. **Soil Biol. Biochem.** 1976, 8, 209– 213, doi:10.1016/0038-0717(76)90005-5.

JUNQUEIRA, L. P. **Efeito de fertilizante, fungicida e indutor de resistência na produtividade, taxa de vingamento de flores, incidência e severidade de gomose e características físicas de frutos de limeira ácida 'Tahiti'**. 2013. iv, 135 f., il. Tese (Doutorado em Agronomia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

KOLLER, O.C. **Adubação e Práticas de manejo no Controle do Cancro Cítrico**. XV Ciclo de Palestras sobre citricultura do RS. Alpestre, RS. 2008.

- KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, p. 478, 1948.
- LONGO, R. M. & ESPÍNDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **R. Bras. Ci. Solo**, v.24, n.4, p.723-729, 2000.
- LOPES, J.M.S.; ANDRADE, B.J.M.; GIROTO, M.; FELIPE, A.L.S.; JUNIOR, C.E.I.; BUENO, C.E.M.S.; SILVA, T.F.; LIMA, F.C.C. Importância econômica do citros no Brasil. **Revista científica Eletronica de agronomia** – ISSN: 1677-0293, n. 20, 2011.
- MARTINELLI, R.; MONQUERO, P.A.; FONTANETTI, A.; CONCEIÇÃO, P.M.; AZEVEDO, F.A. Ecological mowing: An option for sustainable weed management in young citrus orchards. **Weed Technol.** 31, 260–268, 2017.
- MATHEIS, H. A. S. M.; AZEVEDO, F. A. de; FILHO, R. V. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.27, n.1, p.101-110, 2006.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa Microbiana e Atividade Enzimática em Solos Sob Vegetação Nativa e Sistemas Agrícolas Anuais E Perenes na Região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 425-433, 2003.
- MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; BOARETTO, R.M. Citros: manejo da fertilidade do solo para alta produtividade. IPNI, **jornal n. 128**, 2009.
- MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**: Principais informações e recomendações de cultivo. Cordeirópolis: Instituto Agrônomo de Campinas, 2005. Disponível em: < 47 http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- NATALE, W.; MARCHAL, J. Absorção e redistribuição de nitrogênio (15N) em *Citrus mitis* B1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.183-188, 2002.
- OLIVEIRA, P. A.; GIORDANI, I.; BARETTA, C. R. D. M. Benefícios da microbiota do solo na agricultura. **Rev. SB Rural.**, ed.227, a. 11, 2019.
- PENNA, L.D.; AROUCA, M.B.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; CAMARA, H. Crescimento de mudas de lima ácida 'Tahiti', enxertadas em 'flying dragon' em função da fertirrigação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Nucleus**, v.9, p.17-26, 2012. DOI: 10.3738/1982.2278.568.

- PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. de O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1397-1412, 2007.
- PEREIRA, A. J.; BLANK, A. F.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. J. de. **Aplicação de fontes e doses de cálcio na produção e qualidade de frutos de melão**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.3, p.428-431, 2002.
- PERES, J. G.; MARCUSSI, L.; SOUZA, C. F.; BRUGNARO, C. Utilização De Lisímetros De Pesagem Para A Determinação Dos Coeficientes De Cultura Do Meloeiro (Cucumis Melo L.) Para Cultivo Em Estufa Agrícola Na Região De Araras – SP. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.33, n.3, p.475-487, 2013.
- PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; Cardoso, S.A.B. Variedades copas. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC e Fundag, p.37-60, 2005.
- RITZINGER, R.; MAGALHÃES, A. F. de J. Calagem e adubação para aceroleira. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, p. 46-56, 2009.
- ROSSI, P.L.; PANDOLFI, M.A.C.; FATEC. Análise de mercado da lima ácida tahiti. **Interface Tecnológica**, v. 19, n.2, p. 255-263, 2019.
- SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR – **Série histórica**. Disponível em: <<http://www.siscomex.gov.br>> Acesso em: 13 fevereiro. 2022.
- SHIMIZU, G. D.; PAULA, J. C. B. de; SILVA, A. P. da; PACHECO, C. de A.; AZEVEDO, F. A. de; GONÇALVES, L. S. A.; NEVES, C. S. V. J. Alterações químicas e microbiológicas do solo mediada por diferentes coberturas vegetais em pomar de laranjeira 'Natal'. **Semina: Ciênc. Agrár. Londrina**, v. 43, n. 1, p. 331-350, 2022.
- SILVA, R. R. da; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. de S.; CURI, N.; ALOVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, p. 1585-1592, 2010.
- SOBRAL, L. F.; COELHO, Y. da S.; SILVA, L. M. S. da. Disponibilidade e relações entre nutrientes em pomares de laranja no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 397-402, 1998.

SOLOVITA. Sustentabilidade: forma de atuação dos nossos produtos no solo. **Solovita**. Disponível em: <<http://www.solovitabrasil.com.br/sustentabilidade.php>>. Acesso em 24 de janeiro de 2022.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, n. 5. p. 849-855, 2002.

TERSI, F.E.A. **Manejo de solo e plantas infestantes na citricultura, da implantação a reforma de pomares**. Jaboticabal: Funep, 34p, 2001.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biol. Biochem.**19, 703–707, 1987. doi:10.1016/0038-0717(87)90052-6.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**. 2003, 255:571-86. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.

VITTI, G. C.; OTTO, R.; SAVIETO, J. Manejo do enxofre na agricultura. **Informações agronômicas**, n.152, 2015.