



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



LUIZ RENATO RUFINO JUNIOR

**Associação de programas de controle de plantas daninhas para a
roçagem ecológica em citros**

ARARAS - 2022



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



LUIZ RENATO RUFINO JUNIOR

**Associação de programas de controle de plantas daninhas
para a roçagem ecológica em citros**

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

Orientador: Profa. Dra. **Patrícia Marluci da
Conceição**

ARARAS – 2022

**Dedico este trabalho a minha família pelo
apoio incondicional durante a minha
trajetória acadêmica.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Neusa e Luiz por serem a base da minha formação e a motivação que me fez levantar todos os dias, não somente nestes últimos seis anos, mas em toda a minha vida.

Agradeço aos meus irmãos Fernando e a Flávia, por todo apoio e por todo o incentivo dado durante a graduação e na vida, que me fez evoluir muito durante a minha trajetória.

Sou grato a UFSCar por todo o apoio e conhecimento adquiridos ao longo período em que frequentei.

Agradeço ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC – Cordeirópolis), em especial ao meu orientador do estágio, Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo, pelo auxílio no desenvolvimento deste projeto e dos principais trabalhos que realizei na graduação, pela confiança depositada em mim e por sempre estar presente para indicar a direção correta que deveria tomar.

Grato à minha orientadora Dra. Patrícia Marluci da Conceição pela paciência e conhecimento compartilhados na realização deste trabalho e durante todo o período que estive presente no grupo de estudo GD Citros.

Agradeço também ao meu coorientador, Dr. Rodrigo Martinelli pelas orientações em minhas iniciações científicas, também por sua valiosa contribuição na realização deste trabalho e pela também pela grande amizade desenvolvida.

Obrigado a todos os meus queridos amigos que participaram de todas as fases boas e ruins da minha graduação, em especial Emile Manoele, Rebeca Espíndola, Daniel Desiderio e Eduardo Latarini, que sempre me apoiaram e me aconselharam nas diversas decisões da minha vida. Espero que vocês sempre façam parte da minha vida e que continuemos a ter muitas aventuras pela frente.

Agradeço ao grupo de estudos GD Citros onde pude fazer parte por 4 anos e 8 meses ao longo da graduação, onde me gerou grandes crescimento acadêmico, profissional e principalmente por me proporcionar grandes amizades.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão à República MST por se tornar minha segunda família e por tornar o meu tempo vivido com vocês uma experiência inesquecível. Muito obrigado por me acolher, incentivar meu crescimento pessoal e me ensinar o verdadeiro significado da amizade; sem vocês, eu nunca teria chegado aonde cheguei.

“Você não é perfeito, você comete erros e fica mais forte por causa deles... Eu acredito que essa é a verdadeira força.”

Hinata Hyuuga

RESUMO

O Brasil se configura como o segundo maior produtor mundial de citros atingindo produção de 19,6 milhões de toneladas na safra 2019, porém é o maior produtor global de laranjas com produção de 262,97 milhões de caixas. Contudo, a produtividade da cultura pode apresentar grande variação pela influência de fatores bióticos, como as plantas daninhas que se destacam como um dos aspectos mais limitantes. A roçagem ecológica tem se mostrado uma opção interessante para controlar as plantas daninhas nos pomares citrícolas, porém, carece de informações sobre a interação com outros tipos de controle e com herbicidas residuais. Desse modo, o presente trabalho objetivou de determinar o manejo adequado de plantas daninhas, por meio de utilização de *mulch* com integração de métodos de controle de plantas daninhas mais adequadas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, contando com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram divididas por diferentes tipos de roçagens: ecológica (ECO) e convencional (CONV); e as subparcelas divididas por estratégias de controle (TEST, controle mecânico (CM), herbicidas pré-emergentes (PRÉ), herbicidas pós-emergentes (PÓS), a mistura de pré e pós emergentes (PRÉ+PÓS), e os de dualidade de pré e pós-emergência (P/P). Foram avaliados: deposição de biomassa, densidade de plantas daninhas, e para as plantas de citros, o volume de copa, a produtividade e a eficiência produtiva. O tratamento ECO promoveu maior deposição de biomassa na linha de plantio, obtendo efeito significativo no controle de plantas daninhas. Associadas à ECO, os programas de controle PRÉ e método PRÉ+PÓS se destacaram com os melhores resultados em relação a densidade de plantas. Quanto ao desenvolvimento vegetativo, não houve variações, entretanto, o uso de PRÉ+PÓS associado a ECO promoveu maior produção para as plantas de citros. Conclui-se que existe uma interação positiva entre a roçagem ecológica com diferentes modalidades de controle de plantas daninhas, físico ou químico, mas que o uso de herbicidas residuais em conjunto com os pós-emergentes promove maior controle de plantas daninhas ao longo do tempo e produtividade das plantas de laranja Hamlin.

Palavras-chave: *Citrus*; *Urochloa* spp.; roçadora ecológica; controle mecânico; herbicida residual.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Citricultura no Brasil.....	12
2.1 Manejo de plantas daninhas em citros.....	12
2.2 Manejo de plantas daninhas em sistemas conservacionistas na cultura dos citros	17
3. HIPÓTESE	20
4. OBJETIVOS.....	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1 Área experimental.....	21
5.2 Deposição de biomassa.....	27
5.3 Infestação e controle de plantas daninhas.....	27
5.4 Crescimento e produtividade das plantas de citros	28
5.5 Análise de dados	29
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.1 Deposição de biomassa.....	30
6.2 Infestação e controle de plantas daninhas.....	31
6.3 Crescimento e produtividade das plantas de citros	35
7. CONCLUSÕES	36
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área experimental de pomar de laranja Hamlin, localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônômico-IAC) em Cordeirópolis, São Paulo, 2022.....	21
Figura 2- Valores médios mensais de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação pluvial acumulada, durante o período experimental (2020/2021) (Cordeirópolis/SP).	22
Figura 3 - Antes (A) e após (B) implantação da cultura de cobertura (<i>Urochloa ruziziensis</i>); padronização da área com capina manual, antes e após (divididas por tracejado vermelho) (C), e visão da faixa de projeção da copa dos citros (zona de competição interespecífica com as plantas daninhas) após término de capina manual (D).	24
Figura 4 - Balanço hídrico da região de Limeira, Estado de São Paulo, Brasil (adaptado de Sentelhas 2005). As setas mostram as datas de aplicação dos tratamentos PRE, PÓS, PRÉ+PÓS e P/P.	26
Figura 5 - Coleta de bioma utilizando gabarito de 50x50cm ² . Araras, São Paulo, Brasil 2019	27
Figura 6 - Análise de infestação de plantas daninhas utilizando gabarito de 50x50cm ²	28
Figura 7 – (A) régua telescópica graduada de 4 metros. Araras, São Paulo, Brasil 2019 (B) Balança Toledo de pesagem até 30 kg. Araras, São Paulo, Brasil 20.	28
Figura 8 - Deposição de biomassa na linha de plantio (ao redor das plantas de citros) pela roçadora ecológica (ECO) e pela roçadora convencional (CONV), na primeira (out/20) e segunda (jan/21). Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).	301
Figura 9 - Deposição de biomassa na faixa da linha de plantio 60 dias após a segunda roçagem do ano agrícola do experimento nas parcelas da roçagem ecológica - ECO (A) e roçagem convencional - CONV (B).	31
Figura10 - Interação entre os tipos de roçadora (ecológica (eco); convencional (conv)) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas aos 15, 30 e 60 dias após a primeira aplicação (out/20) e na segunda aplicação (jan/21). TEST: testemunha; CM: : controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As barras de erro representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Erro! Indicador não definido.	
Figura 11 - Volume de copa (m ³) após a colheita.....	36
Figura 12 - (A) Produtividade (t ha ⁻¹) no final do experimento e (B) Eficiência Produtiva no tratamento TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; pré+pós: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos avaliados em análise de solo da área experimental: pH, conteúdo de matéria orgânica (MO), teores de fosforo(P), potássio(k), cálcio(Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (M.O.), acidez potencial (H+AL), soma de bases(SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e Saturação por Bases (V%)..... 22

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos do programa de controle de plantas daninhas que dispõem da utilização de herbicidas, com épocas de aplicação, ingrediente ativo, dose, volume de calda. **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos dos herbicidas (ingrediente ativo) utilizados, como Solubilidade em Água (S), Coeficiente de Partição Octanol-Água (KOW), Coeficiente de Sorção (KOC), tempo de Meia-Vida (t50) e constante de dissociação eletrolítica (pKa). Valores de pH são mostrados somente para parâmetros dependentes do mesmo. Adaptado de Alister et al. (2008), Alonso et al. (2011), Jhala e Singh (2012), Monaco (2002), Rodrigues e Almeida (2018) e Shaner (2014). 26

1. INTRODUÇÃO

De acordo com os dados da FAO (2021) no ano de 2019, o Brasil apontou como o terceiro maior produtor de frutas, com mais de 40 milhões de toneladas, destacando-se principalmente na produção de citros, banana, abacaxi, melancia e manga. O país foi o segundo colocado em produção de citros 20 milhões de toneladas, ficando apenas atrás da China, já quando analisamos a produção de laranjas o Brasil ficou na primeira colocação com uma produção de acordo com a Fundecitrus (2022) de 262,97 milhões de caixas com uma produtividade média de 763 caixas ha⁻¹.

Destacando-se também em 2020, mesmo em meio à crise causada pela pandemia da COVID-19, houve um aumento de 17% no número de exportações de suco de laranja em comparação à safra anterior (CITRUSB, 2020).

Entre diversos fatores bióticos que podem limitar a produção agrícola mundial, as plantas daninhas são as que mais se destacam (FAO 2009). No entanto, as perdas produtivas podem passar muitas vezes despercebidas, uma vez que, estando as doenças mais evidentes no campo através de danos visuais, como queda dos frutos e folhas ou até mesmo morte da cultura, as plantas daninhas exercem influência, de forma geral, no desenvolvimento das plantas em decorrência da competição pelos recursos essenciais, não acarretando sinais claros na cultura. Estudos em pomares de citros brasileiros mostram que a competição de plantas daninhas pode causar perdas de até 40% da produção (BLANCO e OLIVEIRA, 1978). Estudos recentes realizados por Martinelli *et al.* (2017) e Azevedo *et al.* (2020) demonstraram que esses valores podem alcançar de 52 a 88% em pomares de citros.

Segundo Martinelli (2021), nas culturas perenes, as plantas daninhas coexistem no mesmo tempo e espaço que as plantas cultivadas, gerando menos opções de controle. Aliado a isso, os citricultores brasileiros demonstram preferência pelo controle químico, utilizando em sua grande maioria somente o herbicida glyphosate [N-(phosphonomethyl)glycine], o qual possui amplo espectro de controle, ação não-seletiva e alta sistemicidade. O glyphosate de isopropilamônio e o glyphosate de sesqui sódio são vendidos sob o nome RoundUp desde 1971 pela Monsanto Company e 2018 pela BAYER atual dona da empresa, e gerou alta eficiência de controle, facilidade de utilização e, ainda, uma boa relação custo-benefício para os produtores da época (TONI *et al.* 2006). Atualmente, observou-se

um aumento de aproximadamente 100 vezes na utilização do produto, em que um dos motivos que pode ter colaborado para o aumento na quantidade de aplicação foi a adoção generalizada de cultivares resistentes (Round-up Ready), novos padrões de uso como em pré-colheita, dessecação de áreas cultivadas ou não-cultivadas (MYERS *et al.* 2016). Além disso, outro importante motivo foi o surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida, além de que os citricultores aplicam em seus pomares altas doses do defensivo (> 2000 g de equivalente ácido ha^{-1}) (MARTINELLI *et al.* 2022).

Em um levantamento realizado pelo Centro de Citricultura sobre manejo das plantas daninhas realizada pelos citricultores de várias regiões produtoras do Brasil, apontou que 98% disseram usam o glyphosate, sendo que 36% disseram que não são outros herbicidas. Dos que o fazem, 73% usam doses superiores a 1.000 g ha^{-1} , com 56% usando doses entre 1.000 e 1.500 g ha^{-1} , 6% usando doses entre 1.500 e 2.000 g ha^{-1} e 11% usando doses superiores a 2000 g, já em relação a aplicações 11% aplicam uma vez no ano agrícola, 47% aplicam duas vezes, 22% aplicam três vezes, 9% aplicam quatro vezes e 11% aplicam cinco ou mais vezes, ainda existindo um relatório de até dez aplicações por ano agrícola (dados não divulgados). É importante ressaltar que esta pesquisa foi realizada com médios e grandes produtores, já quando levamos em consideração os pequenos produtores, estes dados podem ser mais agravantes.

Como opção ao controle químico, em estudos recentes realizados por Martinelli *et al.* (2017), foi comprovado que o manejo de braquiárias, principalmente a *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) *ruziziensis* como cultura de cobertura em conjunto com uma roçadora lateral do tipo ecológica, consiste em uma opção de manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) para pomares de citros, obtendo-se um incremento de controle pela camada de *mulch* formada ao redor das plantas de citros, com níveis de controle muitas vezes superiores ou equivalentes ao uso de glyphosate. Assim, esse manejo se torna uma opção de agricultura de conservação (AC), preconizada pela FAO para uma agricultura mais sustentável, mas que carece de informações sobre interações com outras formas de herbicidas, principalmente com os residuais.

Assim, este trabalho visou gerar informações para um manejo mais sustentável de plantas daninhas em citros, proporcionando a integração de métodos de controle, o que pode trazer benefícios para toda cadeia citrícola promovendo uma maior sanidade dos pomares.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Citricultura no Brasil

A citricultura é uma das atividades agrícolas mais importante do mundo, no qual o Brasil se destaca como um dos principais produtores do mundo. Segundo os dados divulgados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021), o Brasil foi responsável por cerca de 34% da produção mundial de laranjas e de 63% da produção mundial de suco de laranja concentrado congelado (SLCC).

O Brasil possui produção de citros em todo o território nacional, com maior expressão na região do Cinturão Citrícola, que fica localizado no estado de São Paulo e no Triângulo Mineiro. Segundo levantamento realizado pela FUNDECITRUS (2020), o cinturão é dividido em 5 setores (norte, noroeste, centro, sul e sudeste), e esses por sua vez, são subdivididos em 12 regiões (Triângulo Mineiro, Bebedouro, Altinópolis, Votuporanga, São José do Rio Preto, Matão, Duartina, Porto Ferreira, Brotas, Limeira, Avaré e Itapetininga), classificação que considerou características de solo e clima, além de aspectos históricos ligados ao desenvolvimento da citricultura. Nesse mesmo levantamento, mostrou-se que a área de pomares de laranja, incluindo todas as variedades no cinturão, foi de 407.776 hectares e de 174,25 milhões de árvores, a qual correspondeu a uma quantidade 0,26% menor em comparação com o levantamento de 2019. Em relação a produtividade de laranja para a safra 2021/22 no cinturão citrícola deve ser de 264,14 milhões de caixas (40,8 kg), de acordo com a revisão realizada pela Fundecitrus (2021).

Além disso, outra questão no âmbito econômico e social, Fundecitrus (2021) afirmam que a citricultura possui um papel fundamental na geração de emprego e renda no país, principalmente durante o período de colheita da laranja, criando aproximadamente 200 mil empregos diretos e indiretos em 350 municípios. Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) a citricultura movimentou cerca de US\$14 bilhões em todos os elos da sua cadeia produtiva (EMBRAPA, 2022)

2.1 Manejo de plantas daninhas em citros

As plantas daninhas, juntamente com às pragas e doenças, causam perdas significativas na citricultura. Ao lidar especificamente com plantas daninhas, os citricultores muitas vezes não percebem o quanto elas são prejudiciais ao pomar, em comparação aos efeitos de pragas e doenças que são mais visuais e pronunciados (MARTINELLI, 2021). Estudo realizado por Blanco e Oliveira (1970) mostrou que as

plantas daninhas podem reduzir cerca de 40% da produtividade em pomares de laranja doce. Por sua vez, estudos mais recentes mostraram que essa redução pode atingir até 52% em pomares de lima ácida do Tahiti com espaçamento tradicional de plantio (MARTINELLI *et al.* 2017) e até 88% em plantio adensado (AZEVEDO *et al.* 2020).

Isso se deve ao fato de que as plantas daninhas podem causar interferências indiretas nas culturas de citros, pela competição por recursos naturais como nutrientes, espaço, água e luz, além de muitas vezes serem capazes de liberar no solo substâncias alelopáticas (CARVALHO, 2013), e de servir como hospedeiras de pragas e patógenos (CHIAVEGATO 1986). No Brasil, de acordo com os trabalhos realizados por Nunes (2007) e por Frare (2011), existem 47 espécies de plantas daninhas que hospedam o ácaro-da-leprose-dos-citros (*Brevipalpus phoenicis*), e sete espécies que hospedam o fungo causador da podridão-floral-dos-citros (*Colletothicium acutatum*), entre outras.

Por outro lado, as plantas daninhas são representadas por uma grande biodiversidade no meio ambiente, no qual também podem trazer diversos benefícios à cultura (CHRISTOFFOLETI, 2001), desde que realizado o seu correto manejo. Dentre os atributos positivos, destaca-se que as plantas daninhas contribuem para melhoria da estrutura dos solos, prevenção da compactação, melhor ciclagem de nutrientes e redução de custos no manejo integrado de pragas e doenças. Além disso, a competição realizada pelas plantas daninhas com a cultura, não ocorre durante o ano todo, mas sim em alguns períodos, no qual alguns fatores de produção estão em maior abundância (CARVALHO *et al.* 2005). Em relação à cultura dos citros, este período se enquadra durante os meses de agosto a novembro ou dezembro a março (BLANCO e OLIVEIRA, 1978).

Nos citros, o controle das plantas daninhas é realizado principalmente por roçagens na entrelinha de plantio e aplicações localizada de herbicida na faixa da linha de plantio. Para realizar seu manejo nas entrelinhas dos citros, geralmente utiliza-se de dois tipos roçadoras (Azevedo *et al.* 2012) que são: (i) roçadora convencional, a qual mantém a biomassa cortada na trajetória do corte; e, (ii) roçadora ecológica, a qual direciona toda biomassa cortada para a linha de plantio, sendo que o intuito desta técnica é beneficiar a cultura principal (TERSÍ, 2001). Para realizar o manejo das plantas daninhas na linha de plantio, geralmente se aplicam herbicidas, além de roçagens mecânicas entre as plantas.

Quanto à disponibilidade de herbicidas, os citros possuem uma quantidade inferior de herbicidas registrados em comparação às culturas anuais. Isso ocorre, pois, as culturas anuais possuem maior disponibilidade de manejo de plantas daninhas em área total durante os intervalos de cultivo, e por possuírem variedades resistentes à herbicidas (MARTINELLI, 2021). Quanto à diferença de disponibilidade, comparando com as culturas anuais como a soja (50 i.a.) e milho (49 i.a.), além da cana-de-açúcar (52 i.a.) atualmente no Brasil, existem 22 moléculas registradas para o manejo das plantas daninhas (MAPA, 2021), sendo eles: ametryne, bromacil, carfentrazone-ethyl, clethodim, clorimuron-ethyl, diquat, diuron, fluazifop-butyl, flumioxazin, glyphosate, glufosinate-ammonium, haloxyfop-methyl, indaziflam, MCPA, metsulfuron-methyl, methyl bromide, MSMA, oxyfluorfen, quizalofop-ethyl, saflufenacil, simazine, sulfentrazone e trifluralin.

Além disso, para poder exportar suco e frutos *in natura* para mercado externo, os herbicidas devem estar presentes na lista da ProteCitrus (Produtos Para Proteção da Citricultura) (FUNDECITRUS, 2022). Esta lista possui como função indicar os ingredientes ativos que são liberados para serem utilizados para controle de pragas, doenças e plantas daninhas, além de fornecer as doses máximas que podem ser aplicadas nos pomares. Ela foi desenvolvida com o intuito de atender às diversas exigências, tendências e regulamentações do mercado consumidor, com destaque para os países da União Europeia e Estados Unidos.

Mesmo que existem diversos trabalhos demonstrando a eficiência do manejo conservacionista, a grande maioria dos produtores ainda prefere utilizar somente os herbicidas (MARTINELLI *et al.* 2022). Isso ocorre, pois, o uso desses defensivos quando bem efetuado, pode gerar ao agricultor menores custos de manejo das plantas daninhas em comparação a utilização de manejos físicos (MARTINELLI *et al.* 2022).

No entanto, nos últimos anos, houve um aumento no número de populações de plantas resistentes a herbicidas (MARTINELLI 2021). Isso ocorre porque os produtores estão repetindo o mesmo princípio ativo em suas aplicações, resultando na seleção de biótipos resistentes a herbicidas. Dentre as espécies de plantas resistentes ao uso de herbicidas em pomares de citros, pode-se destacar o picão-preto [*Bidens pilosa* (L.)] (ALCÁNTARA-DE LA CRUZ *et al.* 2016); nabiça [*Raphanus raphanistrum* (L.)] possuindo resistência ao Inibidores de Acetolactato Sintase, Inibidores da Hidroxifenil Piruvato Dioxigenase, Inibidores da Síntese de Ácidos Graxos de Cadeias Muito Longas, Mimetizadores de Auxina (Heap, 2022); buva

[*Conyza canadensis* (L.) Cronquist] possuindo resistência ao Inibidores da EPSPS (Heap, 2022), capim-amargoso [*Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman) com resistência ao inibidores da enzima acetil-Coenzima A carboxilase, dentre outras. Recentemente, houve confirmação de resistência ao glyphosate do caruru [*Amaranthus viridis* (L.)] em pomares de citros no Brasil (ALCÁNTARA-DE LA CRUZ *et al.* 2020) e do amendoim-bravo [*Euphorbia heterophylla* (L.)] em áreas de soja (ADEGAS *et al.* 2020).

Contudo, as preocupações com o uso do controle químico em plantas perenes, como os citros, não estão relacionadas apenas em selecionar biótipos de plantas resistentes, mas também às tolerantes, essas que são espécies naturalmente capazes de sobreviver a aplicação de herbicidas (CHRISTOFFOLETI *et al.* 2016). Como exemplos de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate: trapoeraba (*Commelina benghalensis*), espécies de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) (MONQUERO, 2003), apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), erva-de-Santa-Luzia (*Chamaesyce hirta*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e erva-de-touro (*Tridax procumbens*) (LUCIO *et al.* 2019), dentre outras.

Portanto, para realizar o correto manejo das plantas daninhas, deve-se levar em consideração as principais espécies presentes no pomar e utilizar diferentes métodos de controle, não somente dosagens pré-definidas de herbicidas (SHIRATSUCHI *et al.* 2003). Assim, o primeiro passo a ser dado em qualquer área é realizar um levantamento das comunidades de plantas daninhas e sua composição florística específica. Esse conhecimento pode ser usado para prever as necessidades de controle e racionalizar diferentes manejos de solo, cultura e herbicidas com base em considerações de custo/benefício na produção (VOLL *et al.* 1995). Outra estratégia que pode ser adotada é o levantamento do banco de sementes da área quantificando a comunidade com potencial de futuras infestações (MONQUERO e SILVA, 2007).

Após ter o conhecimento da comunidade de plantas daninhas presentes na área, é importante conhecer as modalidades que serão utilizadas para controlá-las, principalmente quando optar pelo controle químico. Dentre as características do controle químico, pode-se levar em consideração a sua seletividade. Os herbicidas seletivos são aqueles que, dependendo de algumas condições, podem ser mais tolerados por uma determinada espécie ou variedade de plantas do que por outras, no entanto, a seletividade é sempre relativa, pois irá depender do estágio de

desenvolvimento das plantas, condições climáticas, tipo de solo, dosagem de aplicação, entre outros (SILVA *et al.* 2007). Já os herbicidas não seletivos são aqueles que controlam todas as plantas, sendo normalmente utilizado para dessecação ou em aplicações dirigidas (RAMON *et al.*,2005)

Outra característica dos herbicidas é o seu efeito residual, podendo permanecer por longos períodos (meses ou anos) no solo, ou simplesmente ter efeito apenas no momento de aplicação (SILVA *et al.* 2007). Dentre as modalidades de controle químico os herbicidas residuais, esses geralmente são utilizados em pré-emergência das plantas daninhas, possuindo como vantagem oferecer um controle preventivo e localizado, isto é, antes que elas venham a competir com a cultura gerando danos econômicos para os produtores, conseqüentemente ele atua reduzindo o banco de sementes nas áreas agrícolas. Ao aplicar esses produtos, o agricultor deve estar ciente da necessidade e profundidade de incorporação para aumentar a eficiência do produto e minimizar o risco de fitotoxicidade à cultura. O desempenho dos herbicidas pré-emergentes depende de muitos fatores, como: umidade relativa do ar no momento da aplicação; chuva após a aplicação; temperatura; tipo de solo para que ele possa se locomover no solo e assim controlar as plantas daninhas

Além dos herbicidas residuais, há a opção de controle em pós-emergência das plantas daninhas, que é realizada por meio de herbicidas que são, geralmente, não residuais. Esses são utilizados após a emergência das plantas daninhas, e antes que interfiram no desenvolvimento das culturas anuais (EMBRAPA, 2006) e nas perenes estes herbicidas são utilizados durante toda o ciclo da cultura. Essa modalidade possui diversas vantagens como permitir que se realize aplicação localizada, não serem afetados pelas características do solo, além de poderem ser usados no preparo convencional de solo e no sistema plantio direto).

No contexto atual, com o aumento de plantas daninhas com resistência aos herbicidas, deve-se se atentar à realização do manejo através de técnicas que atuam prevenindo que a planta produza sementes. Ao compreender o potencial de produção de sementes (fecundidade) associado aos programas de manejo com herbicidas, é possível desenvolver uma estratégia mais eficaz, influenciando na dinâmica populacional de plantas daninhas a longo prazo e conseqüentemente reduzindo os riscos de gerar plantas resistência a herbicidas (NORSWORTHY *et al.* 2018).

2.2 Manejo de plantas daninhas em sistemas conservacionistas na cultura dos citros

De acordo com a FAO (2022), a Agricultura de Conservação (AC) é um conceito preconizado para uma agricultura mais sustentável, que pode ser definido através de um conjunto de práticas de manejo de agroecossistemas que são: (i) mínimo revolvimento do solo; (ii) utilização de coberturas vegetais orgânicas do solo; e, (iii) cultivo de diferentes espécies de plantas, sejam elas em forma de rotação de cultura ou em associação. A AC pode trazer para a agricultura inúmeras vantagens (HOBBS *et al.* 2008), como aumento do teor de matéria orgânica (MO), diminuindo processo erosivos; melhora os atributos químicos e físicos do solo reduzindo também a sua temperatura; torna uma barreira física que impede a emergência de plantas daninhas; proporciona um aumento na quantidade de micro-organismos no solo, aumentando desta forma os processos de decomposição mineralização dos resíduos vegetais; mantém por um período mais longo de umidade no solo, torna-se a melhor estratégia para possuir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Em um estudo recente, comprovou-se que a utilização de uma técnica de manejo denominada de “roçagem ecológica”, associada com a braquiária-ruzizensis (*Urochloa ruzizensis*) como cultura de cobertura nas entrelinhas do pomar, consistiu em uma ótima opção de AC por promover a utilização de *mulch* orgânico, que é produzido *in situ*, além de ser tornar uma opção também para manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), por promover controles físicos, químicos e biológicos (MARTINELLI *et al.* 2017). Dentre diversas plantas que atuam como cobertura vegetal em citros, o gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), da família Poaceae (gramíneas), se destaca, essas que são popularmente conhecidas como braquiárias. Essas espécies conseguem se adaptar em diversos ambientes, como por exemplo solos com baixa fertilidade, áreas inundáveis, regiões com clima semiárido, além de seu sistema radicular possuir a capacidade de reestruturar o solo, aumentando sua porosidade e melhorando a circulação de ar e água (BOGDAN, 1977). Ainda, essas espécies de plantas possuem uma relação C/N elevada, proporcionando deste modo uma estabilidade de seus resíduos (SILVA *et al.* 1999).

O plantio de braquiária nas entrelinhas de pomares no Brasil, geralmente é utilizado como uma prática conservacionista do solo, seja por semeadura ou manutenção em áreas onde o pomar já está plantado (SOUZA FILHO *et al.* 2005). O plantio da braquiária em áreas que será implementada a cultura dos citros, geralmente

é realizado através de semeadura de área total, com posterior preparo do solo apenas onde será localizada a linha do pomar. Já em áreas que o pomar já é estabelecido, a semeadura ocorre à lanço ou por plantio direto na entrelinha. Os produtores também podem aproveitar pastagens utilizadas na pecuária para realizar o plantio da cultura, seja ela por sistemas de plantio direto, preparo mínimo e até mesmo em sistemas tradicionais (SOUZA *et al.* 2006).

No entanto, a *Urochloa decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) (Stapf) RD Webster na maioria dos casos é considerada uma espécie dominante nas propriedades, devido a sua grande abundância e por causar competição com as demais plantas daninhas (MARTINELLI *et al.* 2017; VILLELA *et al.* 2021). Uma boa opção, no entanto, para substituí-la é a utilização da *Urochloa ruziziensis*, uma vez que esta causa uma menor competição com a cultura principal. Isso ocorre pois em períodos de escassez hídrica a *U. ruziziensis* se desidrata e seca, concorrendo menos por água e nutrientes com as plantas de citros (SANCHES 1998). Isso foi confirmado em trabalho realizado por Martinelli *et al.* (2017), onde comprovou que a *U. decumbens* reduzia a produtividade em comparação a *U. ruziziensis* em pomar de lima ácida Tahiti (MARTINELLI *et al.* 2017).

No entanto, nem sempre o citricultor consegue aproveitar o potencial benéfico das plantas de cobertura, pois em muitos casos o produtor não possui roçadora ecológica, ou possuem em sua entrelinha apenas plantas espontâneas, que produzem pouca biomassa. Além disso, em alguns casos o citricultor realiza manejo da braquiária antes que ela atinja o seu máximo potencial produtivo de biomassa, subestimando assim o efeito da roçagem ecológica (MARTINELLI, 2021).

Em recente estudo de Azevedo *et al.* (2020), analisando diversos sistemas convencionais e conservacionistas de manejo em citros durante cinco anos, que quando o lima ácida Tahiti é plantada em sistema de plantio direto aliado ao uso de herbicidas com plantio da entrelinha com a *Urochloa Ruziziensis*, proporcionou melhores resultados no desenvolvimento da cultura pois, o *mulch* criado pela *U. ruziziensis* proporcionou maior controle de plantas daninhas, observando também um acréscimo nos níveis de MO, fertilidade do solo e da nutrição das plantas de citros, menores níveis de resistência à compactação do solo, maior teor de umidade no solo, menor estresse hídrico nas plantas de citros e além de gerar um maior crescimento e produtividade (AZEVEDO *et al.* 2020).

Além deste estudo, diversos autores comprovaram em seus trabalhos os benefícios de utilizar a roçagem ecológica com a *Urochloa ruziziensis* como cultura de cobertura, sendo eles: (i) maior controle de plantas daninhas proporcionado ao longo do tempo, ocasionalmente superior ao glyphosate (MARTINELLI *et al.* 2017); (ii) maior atividade e abundância microbiana do solo (ARANTES *et al.* 2020); e, (iii) potencial de controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle, e de alta frequência em pomares de citros, pela liberação de substâncias aleloquímicas, como: *B. pilosa*, *C. benghalensis*, *C. canadensis*, *Digitaria insularis* e *Chloris elata* (Villela *et al.* 2021). Assim, a roçagem ecológica se demonstra uma importante ferramenta para o manejo de plantas daninhas em pomares cítricos, mas que ainda carece de informações, principalmente quando combinada em conjunto com outros métodos de controle.

3. HIPÓTESE

A interação entre a roçagem ecológica e diferentes modalidades de controle, física com controle mecânico, ou química com herbicidas em pré e/ou pós emergência das plantas daninhas, promove maior crescimento e produtividade em pomar de citros, por meio de um maior controle de plantas daninhas ao longo do ano agrícola.

4. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é determinar a viabilidade técnica da interação entre diferentes programas de controle com a roçagem ecológica, avaliando ao longo de um ano agrícola, dois tipos de roçagens de entrelinha e cinco programas de controle, físicos e/ou químicos, de plantas daninhas em pomar jovem de laranja Hamlin.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2020/2021, em área experimental previamente instalada em Cordeirópolis-SP, estado de São Paulo, Brasil, no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônômico-IAC), localizado na latitude de 22°27'35" S e longitude de 47°24'28" O, com altitude média de 709 m acima do nível do mar (Figura 1). O clima no local é classificado como C_{WA} subtropical com invernos secos (temperaturas abaixo de 18° C) e verões quentes (temperaturas acima de 22 ° C) e úmidos, de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES *et al.* 2013). Dados médios anuais de temperatura e precipitação pluvial (agosto a julho), durante o período experimental, foram obtidos a partir do monitoramento via estação meteorológica instalada a 100 m de distância do experimento (Figura 2).



Figura 1 - Área experimental de pomar de laranja Hamlin, localizado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (Instituto Agrônômico-IAC) em Cordeirópolis, São Paulo, 2022.

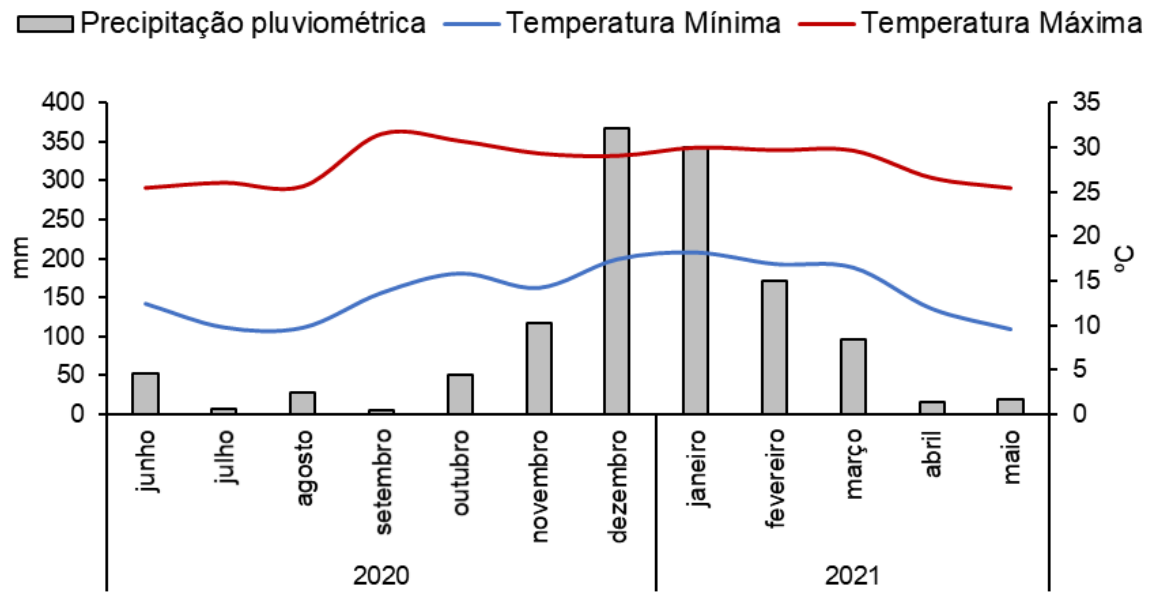


Figura 2 - Valores médios mensais de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação pluvial acumulada, durante o período experimental (2020/2021) (Cordeirópolis/SP).

O solo foi classificado como solo Latossolo Vermelho distrófico de textura predominantemente argilosa (64,6% argila; 21,3% areia; 14,1% silte), com pH 5,3 e o sua saturação de bases são de 87,7% (Tabela 1). Esse é considerado um solo adequado para plantio de laranjas de acordo com Mattos Junior et al (2005) e Raij et al (1997), visto que os melhores os solos para o plantio são os Latossolos, os Argissolos e os Neossolos, com pH na faixa de 5 a 6 e saturação de bases de 70%.

Tabela 1 - Atributos avaliados em análise de solo da área experimental: pH, conteúdo de matéria orgânica (MO), teores de fósforo(P), potássio(k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (M.O.), acidez potencial (H+AL), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e Saturação por Bases (V%).

pH (Ca)Cl ₂	M.O. (g dm ³)	P (mg dm ³)	K (mmol dm ³)	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V (%)
5,3	35,4	28,9	3,9	31,4	16,4	0,5	35,9	51,7	87,7
±0,4	±8,0	±13,7	±0,8	±4,2	±3,4	±0,0	±9,2	±8,1	±9,0

± desvio padrão; n=4.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. O primeiro fator (parcela) foi composto por dois manejos de roçagem de entrelinha: (i) ECO: roçagem com roçadora

dupla lateral do tipo 'ecológica' (Kamaq® - Ninja Eco 230, com seis lâminas de corte, com largura de corte = 2,60 m), esta que projeta a biomassa roçada lateralmente, direcionando-a para a linha de plantio dos citros, proporcionando um *mulch* entre plantas; (ii) CONV: roçagem com a roçadora dupla lateral convencional (Kamaq® - modelo Ninja 230, com quatro lâminas de corte, com largura de corte = 2,60 m), esta que projeta a biomassa roçada em sua trajetória de corte, direcionando-a centralmente, proporcionando o *mulch* na entrelinha. O segundo fator (subparcela), foi composto de seis tratamentos de controle de plantas daninhas: (i) testemunha (TEST), (ii) controle mecânico (CM, roçagem manual entre as plantas de citros) e quatro programas de herbicidas: (iii) PRÉ, com herbicidas pré-emergentes; (iv) PÓS, herbicidas pós-emergentes; (v) PRÉ+PÓS, mistura de herbicidas pré e pós-emergentes; e (vi) P/P, herbicidas com a atividade de pré e pós-emergente.

A área experimental possui 1,0 hectare, e as plantas de laranja Hamlin [*Citrus sinensis* (L.)] enxertadas em limão Cravo [*Citrus limonia* (Osbeck)], foram distribuídas em 12 linhas com 55 plantas cada, totalizando 660 plantas com o espaçamento de 6,0 m (entrelinha) x 2,5 m (entre plantas). Cada unidade experimental foi composta por sete plantas, em que cada parcela possuía no total 330 plantas de laranja Hamlin distribuídas em 6 linhas, e cada subparcela consistia em 110 plantas distribuídas em três linhas. O plantio do pomar foi realizado em novembro de 2015 em sistema de cultivo mínimo, com preparo apenas das linhas de plantio com subsolagem, sulcagem e adubação de plantio. A implantação de cultura de cobertura na entrelinha foi realizada em janeiro de 2017 com semeadura de 10 kg ha⁻¹ de braquiária-ruziziensis (*U. ruziziensis*), via plantio direto na entrelinha do pomar (Figura 3 A e B).

De modo a se igualar a área para o início dos tratamentos, a área de competição interespecífica (entre as plantas daninhas e os citros) de todas as parcelas foi capinada manualmente 15 dias antes do início dos tratamentos para controlar as plantas daninhas (Figura 3 C e D) dado que a área experimental possuía um alto nível de infestação e histórico de utilização de glyphosate de maneira contínua por vários anos. Além disso, essa limpeza viabilizou a primeira aplicação dos tratamentos com herbicidas residuais pela exposição do solo.

O controle de plantas daninhas do tratamento CM foi realizado por meio de roçagem manual com roçadora costal motorizada, nas mesmas datas das aplicações dos herbicidas. O programa de herbicidas foi definido por meio de herbicidas registrados para a cultura dos citros até a data de início do experimento (outubro/2017)

(MAPA 2017), seguindo todas as recomendações das bulas dos fabricantes, como dosagem, volume de calda e modo de aplicação (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018), e ainda, rotacionando os mecanismos de ação (Tabela 2). Vale lembrar que para algumas culturas o saflufenacil é considerado como um herbicida residual, porém a dose recomendada do saflufenacil para citros o classifica somente como pós-emergente (BASF AGRICULTURE 2017).

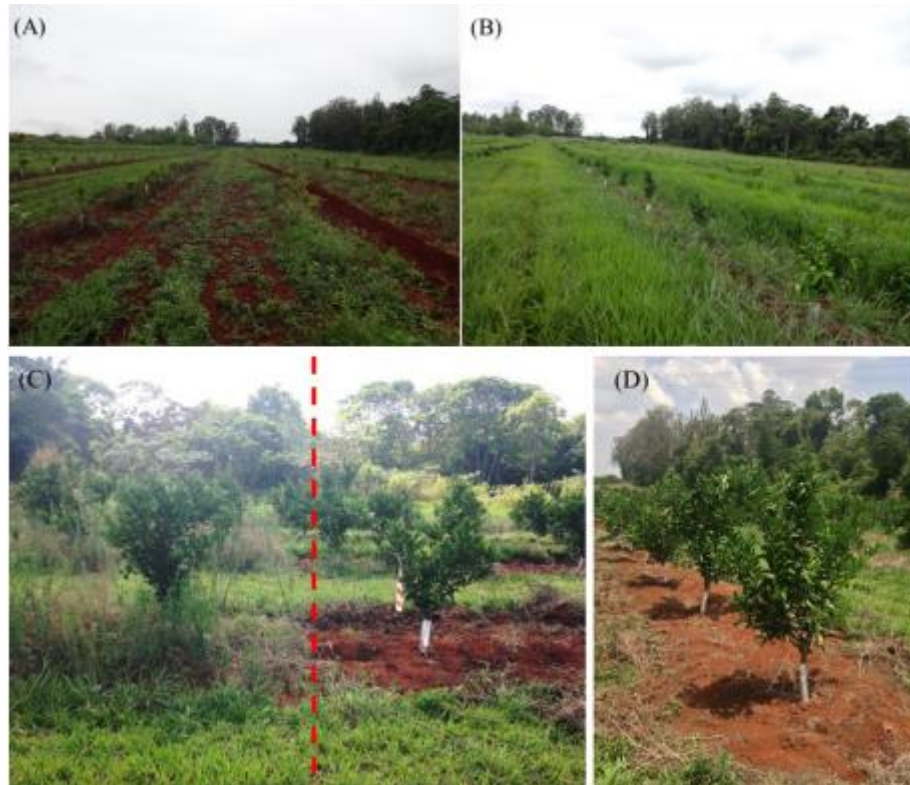


Figura 3 - Antes (A) e após (B) implantação da cultura de cobertura (*Urochloa ruziziensis*); padronização da área com capina manual, antes e após (divididas por tracejado vermelho) (C), e visão da faixa de projeção da copa dos citros (zona de competição interespecífica com as plantas daninhas) após término de capina manual (D).

Os herbicidas residuais que foram selecionados para os tratamentos (PRÉ, PRÉ+PÓS, P/P), característicos às diferentes modalidades quanto à época de aplicação, foram posicionados no tempo visando a máxima eficácia dos mesmos, levando-se em consideração suas características físico-químicas, como: solubilidade (S), coeficiente de sorção de carbono orgânico do solo (K_{OC}), coeficiente de partição octanol-água (K_{OW}), persistência no solo (tempo de meia-vida; t_{50}) e constante de dissociação eletrolítica (pKa) (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos do programa de controle de plantas daninhas que dispõem da utilização de herbicidas, com épocas de aplicação, ingrediente ativo, dose, volume de calda. Adaptado de Alister et al. (2008), Alonso et al. (2011), Jhala e Singh (2012), Monaco (2002), Rodrigues e Almeida (2018) e Shaner (2014).

Tratamentos	Herbicida (ia)	MoA ²	Épocas de Aplicação	Datas de Aplicação	g ia ha ⁻¹ ou g ae ha ⁻¹	Vol. calda (L ha ⁻¹)
PRÉ	sulfentrazone	14	primavera	out/20	650	200
	indaziflam	29	verão	jan/21	100	200
PÓS	glyphosate	9	primavera	out/20	720	200
	saflufenacil	14	verão	jan/21	50	200
PRÉ+PÓS	sulfentrazone +glyphosate	14 +9	primavera	out/20	650 +720	200 200
	indaziflam +saflufenacil	29 +14	verão	jan/21	100 +50	200 200
P/P	flumioxazin	22	primavera	out/20	100	200
	diuron	5	verão	jan/21	2400	600
manutenção da área	paraquat	22	outono	abr/21	400	200
	glufosinate	10	inverno	ago/20	400	350

¹ aplicações classificadas quanto à ordem de aplicação num ano agrícola para a cultura dos citros (agosto a julho); ² classificação Weed Science Society of America (WSSA) quanto ao seu mecanismo de ação (MoA – Mechanism of Action): 7: Inibidores do Fotossistema II; 9: Inibidores da EPSP sintase; 10: Inibição da glutamina sintetase; 14: Inibidores da Protox; 22: Inibidores do Fotossistema I; 29: Inibidores da síntese de celulose; ³ somente para os tratamentos com herbicida: PRÉ, PÓS, PRÉ+PÓS e P/P.

Deste modo, as datas de aplicação dos herbicidas foram determinadas priorizando a solubilidade dos herbicidas com o balanço hídrico da região, que possui excedente hídrico médio de 388 mm entre outubro e março, e deficiência hídrica média de 30 mm entre junho e setembro (SENTELHAS, 2005). Portanto, os herbicidas que possuem característica residual e de maior solubilidade foram posicionados na época com menor disponibilidade de água no solo, e vice-versa (Figura 2). Além disso, foram definidos para a época que compreende o período crítico de controle de plantas daninhas da região do experimento, que podem ser os quadrimestres de agosto a novembro ou dezembro a março (BLANCO e OLIVEIRA, 1978).

Para as aplicações dos herbicidas, utilizou-se de pulverizador costal de CO₂, com pressão constante de 2,0 bar, utilizando-se de ponta de pulverização do tipo leque Teejet® *Air Induction Extended Range* (AIXR) 11002, com barra de aplicação com equipamento anti deriva ('chapéu de Napoleão'), dirigindo-se a aplicação para a área de competição interespecífica (faixa da linha de plantio do pomar ou projeção da copa dos citros), mantendo a aplicação na altura de 50 cm da superfície do solo, utilizando-se dos volumes de calda recomendados pelos fabricantes (Tabela 2). As roçagens da

entrelinha do pomar foram realizadas sempre uma semana após a aplicação dos tratamentos de controle de plantas daninhas, ou seja, sete dias após as roçagens entre plantas (CM) e as aplicações para os tratamentos de herbicidas (PRÉ, PÓS, PRÉ+PÓS e P/P). Para manter os níveis das populações de plantas daninhas além do período crítico de controle, foram realizadas manutenções da área em abril e agosto de cada ano agrícola, com roçagens entre plantas para o tratamento CM, aplicações de herbicidas pós-emergentes e não-seletivos para os tratamentos com herbicidas (Tabela 2) e roçagens da entrelinha com os diferentes tipos de roçagem (CONV e ECO).

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos dos herbicidas (ingrediente ativo) utilizados, como Solubilidade em Água (S), Coeficiente de Partição Octanol-Água (K_{ow}), Coeficiente de Sorção (K_{oc}), tempo de Meia-Vida (t_{50}) e constante de dissociação eletrolítica (pK_a). Valores de pH são mostrados somente para parâmetros dependentes do mesmo.

Herbicida	S (mg L ⁻¹)	K_{oc} (mg g ⁻¹ solo)	K_{ow}	t_{50} (dias)	pK_a
sulfentrazone	110~780 (pH 6; pH 7)	43	9,8 (pH 7)	121~302 ³	6,6
indaziflam	2,2~4,4 (pH 7; pH4)	<1000	2,8 (pH 7)	200	3,5
glyphosate	15700 (pH 7)	24000	0,0006~0,0017	47	2,6~10,3
saflufenacil	2100 (pH 7)	9~56 ¹	368	1~36	4,4
flumioxazin	1,7	497~816 ²	355	10~32 ⁴	Não-ionizável
diuron	42	480	589	90~365	Não-ionizável

¹ variação em seis tipos de solo; ² valores para solos argilosos; ³ valores para solos arenosos e argilosos, respectivamente; ⁴ valores para 5 tipos de solo.



Figura 4 - Balanço hídrico da região de Limeira, Estado de São Paulo, Brasil (adaptado de Sentelhas 2005). As setas mostram as datas de aplicação dos tratamentos PRE, PÓS, PRÉ+PÓS e P/P.

5.2 Deposição de biomassa

As avaliações do experimento iniciaram na primeira data de roçagem da entrelinha (out/20) para quantificar a biomassa depositada na linha de plantio do pomar pelos diferentes tipos de roçagem, repetindo-se sempre sete dias após do manejo de controle de plantas daninhas: roçagem entre plantas (CM) e aplicação dos herbicidas. A amostragem foi direcionada para a faixa da linha de plantio dos citros (projeção da copa das plantas de citros), utilizando-se de gabarito de 0,25m², lançado aleatoriamente quatro vezes por parcela (área amostral de 1,0 m²) (Figura 5). Sub-amostras da biomassa foram coletadas, pesadas e secas em estufa à 60±3°C, por 72 horas. Os dados foram extrapolados para valores em t ha⁻¹ de massa seca, considerando-se os valores de área da faixa da linha de plantio para deposição de biomassa para cada ano agrícola.



Figura 5 - Coleta de biomassa utilizando gabarito de 50x50 cm (0,25m²). Araras, São Paulo, Brasil 2019.

5.3 Infestação e controle de plantas daninhas

Aos 15, 30 e 60 dias após controle de plantas daninhas (DAC; roçagem entre plantas e aplicação de herbicidas) para as duas principais épocas de cada ano agrícola, no começo da primavera (outubro) e verão (janeiro) (hemisfério sul) foram avaliados os níveis de infestação de plantas daninhas. Essas foram identificadas em cada amostragem, que foi realizada com gabarito (0,25m²), lançado de maneira aleatória para a faixa da linha de plantio dos citros, quatro vezes por repetição, totalizando uma área amostral de 1,0m² que foram quantificadas quanto à porcentagem de cobertura da área amostral (Figura 6).



Figura 6 - Análise de infestação de plantas daninhas utilizando gabarito de 50x50 cm (0,25m²). Araras, São Paulo, Brasil 2019.

5.4 Crescimento e produtividade das plantas de citros

O crescimento vegetativo das plantas de laranja Hamlin foi sempre avaliado no mês de maio de cada ano, na devida época de maturação para esta variedade. O crescimento foi avaliado por meio de medição com régua graduada, de altura e diâmetro da copa, e com posterior cálculo dos volumes de copas determinados segundo Mendel (1956): $V = 2/3 \pi R^2 H$; onde, V é o volume de copa (m³); R : raio médio da copa da planta (m); e, H : altura da planta (m) (Figura 7A). Para a avaliação de produtividade, os frutos foram colhidos e pesados, e os dados foram extrapolados para valores em t ha⁻¹ (Figura 7B).



Figura 7 – (A) régua telescópica graduada de 4 metros. Araras, São Paulo, Brasil 2022. (B) Balança Toledo de pesagem até 30 kg. Olímpia, São Paulo, Brasil 2022.

5.5 Análise de dados

Para atender a suposições da análise de variância, os dados de controle de plantas daninhas foram transformados em raiz quadrada de $\chi + 0,5$. Dados de volume de copa e produtividade de citros apresentaram normalidade e não foram transformados. Assim, dados não transformados foram apresentados quanto às suas médias, e a separação estatística com base nos dados transformados. Portanto, todos os dados foram submetidos à análise de normalidade, análise de variância (ANAVA) e teste de comparação múltipla de médias pelo teste da diferença honestamente significativa de Tukey (*Honestly Significant Difference* - HSD; $\alpha = 5\%$).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Deposição de biomassa

Na avaliação de deposição de biomassa referente as roçadas realizadas durante o trabalho, houve influência somente pelos tipos de roçada ($p < 0,01$). Pode-se observar que, a utilização da roçadora ecológica (ECO) durante a primeira roçada proporcionou valores superiores de biomassa depositada na faixa de plantio dos citros, de aproximadamente $0,25 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto a roçada convencional (CONV) proporcionou valores inferiores a $0,1 \text{ t ha}^{-1}$. Durante a segunda roçada da entrelinha, observou-se que o manejo com a ECO demonstrou valores maiores de deposição de biomassa na linha de plantio ($>2 \text{ t ha}^{-1}$) em relação a CONV que depositou valores semelhantes da roçada anterior ($<0,3 \text{ t ha}^{-1}$) (Figura 9).

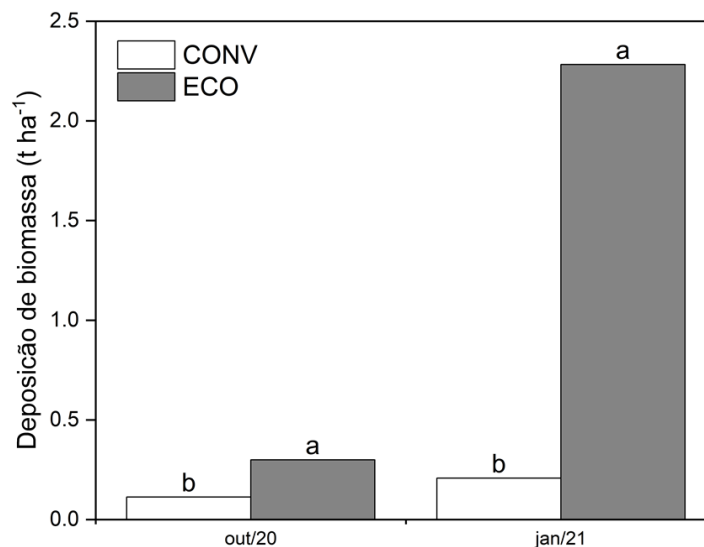


Figura 8 - Deposição de biomassa na linha de plantio (ao redor das plantas de citros) pela roçadora ecológica (ECO) e pela roçadora convencional (CONV), na primeira (out/20) e segunda (jan/21). Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A Baixa deposição de biomassa ocorreu devido a menor precipitação durante o período da primeira roçada que apresentou uma precipitação de apenas $\sim 50 \text{ mm}$ (Figura 2). Mas estes resultados favoráveis nas duas roçadas ao uso da ECO já eram esperados, uma vez que a ECO direciona a deposição de biomassa na linha de plantio formando uma camada de *mulching* em comparação à CONV, já que a sua deposição é realizada na própria projeção do corte, mantendo esta camada de *mulch* na entrelinha de plantio, comprovando resultados semelhantes de trabalho realizado por

Martinelli *et al.* (2021) em experimento conduzido durante o período de 2017 até 2019 na mesma área onde chegou a observar valores até ~2 t ha superior na primeira e segunda roçagem.



Figura 9 - Deposição de biomassa na faixa da linha de plantio 60 dias após a segunda roçagem do ano agrícola do experimento nas parcelas da roçagem ecológica - ECO (A) e roçagem convencional - CONV (B).

6.2 Infestação e controle de plantas daninhas

Foram identificados na área experimental durante este trabalho 43 espécies de plantas daninhas de 17 famílias botânicas diferentes (Colocar anexo – LISTA de espécies). Dentre estas espécies as cinco principais daninhas presentes foram a ALRTE [*Althernanthera tenella* Colla], BRAUR [*U. ruziziensis*], CHRSS [*Chloris elata* (Desv.)], COMBE (*Commelina benghalensis* L.) e o PANMA [*Panicum maximum*].

Para os dados de controle de plantas daninhas, não houve interação tripla entre os tipos de roçagens de entrelinhas, os programas de controle de plantas daninhas e o tempo ($p < 0,001$).

Para os primeiros resultados realizados logo após a primeira aplicação de herbicida durante a primavera, observou-se que todos os tratamentos que realizaram o manejo das plantas daninhas através de controle químico e/ou físico, obtiveram controle populacional em relação a testemunha (TEST) até 15 DAC (Figura 10A). Quando analisamos os tratamentos de ECO e CONV, pode-se observar que o único

tratamento dos programas de controle que diferiu entre as roçadoras aos 15 dias após controle (DAC) foi o tratamento de P/P associado ao uso da ECO (+25%), já à aos

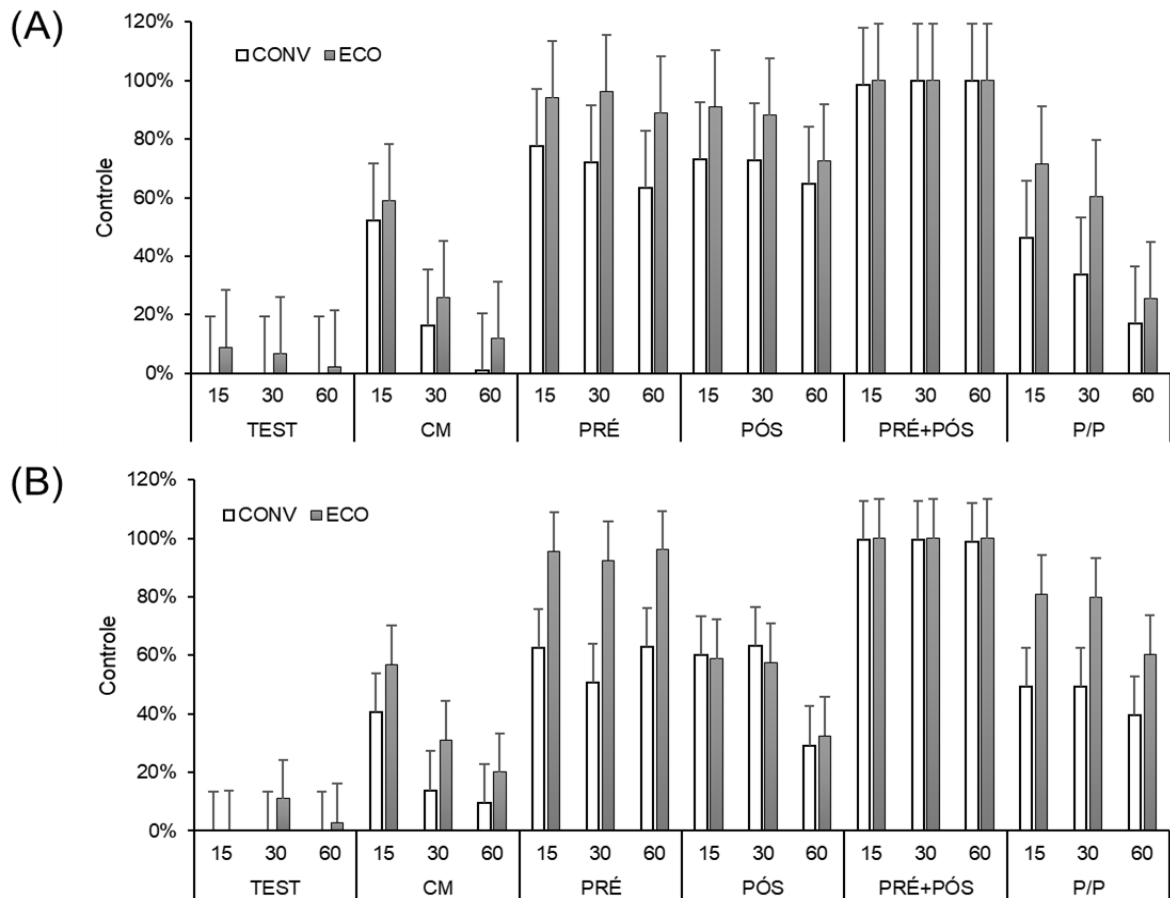


Figura 10 - Interação entre os tipos de roçadora ecológica (ECO); convencional (CONV) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas aos 15, 30 e 60 dias após a primeira aplicação (A; primavera; out/20) e na segunda aplicação (B; verão; jan/21). TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As barras de erro representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

dos 30 DAC só houve diferenças entre as roçadoras nos tratamentos PRÉ e P/P, com controle respectivamente de 24% e 26% superior à CONV. Por último, aos 60 DAC a diferença só foi constatada no tratamento PRÉ utilizado a ECO com uma eficiência de 26% maior em relação a CONV.

Essa pouca variação entre as roçadoras pode ser devido a pouca deposição de biomassa gerada pela ECO, isso porque a primeira roçagem foi realizada logo após a um período de estiagem (Figura 4), não favorecendo o desenvolvimento da *U. ruzizensis*, no entanto esse manejo vem sendo realizado desde 2017, então mesmo que essa deposição possa ser pequena, existe efeitos dos outros anos do experimento. Em relação aos tratamentos que as plantas daninhas são controladas

por alguma modalidade de controle, observa-se que apenas o manejo de PRÉ na ECO e PRÉ+PÓS em ambas as roçadoras proporcionaram um controle eficiente das plantas daninhas durante todo o período de avaliação, chegando a manter uma eficiência de controle de 89% no tratamento de PRÉ associado com a ECO e de 100% no PRÉ+PÓS.

Em relação aos resultados, é fundamental ressaltar que dentre os herbicidas residuais utilizados nesta aplicação, o sulfentrazone (PRÉ) possui baixo K_{oc} e K_{ow} , além de média a alta solubilidade em água (Tabela 6), o que o qualifica como um herbicida com menor afinidade matéria orgânica (MO) (*mulch* e solo) e maior potencial de lixiviação, permitindo que ele translouque pela cobertura vegetal e alcance a camada do banco de semente do solo (5 cm de profundidade) (WHALEN *et al.* 2020).
*falar algo sobre aplicação sobre camada de palhada de roçagens anteriores.

Para os manejos realizados durante o verão, verificou-se novamente que todos os tratamentos que utilizam alguma técnica de manejo das plantas daninhas proporcionaram um controle mais eficiente em relação a TEST (Figura 10B). Destaca-se o uso da ECO, onde obteve maior controle das plantas daninhas nos tratamentos CM, PRÉ e P/P, sendo que o CM em 15 e 30 DAC indicou acréscimos de controle em respectivamente 16% e 17% no controle em relação a CONV; já o PRÉ controlou 96% das daninhas após 15 DAC, sendo 33% mais eficaz que a CONV após 60 DAC; e o P/P controlou ~80% até os 30 DAC utilizando a ECO, demonstrando um acréscimo de 32% na eficiência de controle em relação a CONV, enquanto aos 60 DAC reduziu para 60% na eficiência de manejo, mesmo assim 20% superior que a CONV.

Estes valores favoráveis ao uso da ECO pode ser justificado pois durante o início do verão houve regularização das chuvas (Figura 4), proporcionando maior produção e posterior deposição de biomassa da *U. ruziziensis*, e conseqüentemente teve um acréscimo do efeito do *mulch* no controle de plantas daninhas (Figura 9). Vale ressaltar também que na segunda aplicação ainda existia efeitos de controle das plantas daninhas em relação à aplicação anterior (sulfentrazone e flumioxazin)

O efeito de controle das plantas daninhas observado quando utilizou a ECO deve-se ao *mulch* criado pela projeção da biomassa produzida na entrelinha do pomar no qual irá ter efeito supressor das plantas daninhas. Esses efeitos podem ser físicos, químicos ou biológicos, dependendo do tipo de cultura de cobertura utilizada e da quantidade de biomassa que foi produzida no solo pela roçadora ecológica (MARTINELLI *et al.* 2017).

Esse *mulch* criado pela deposição de biomassa pode trazer diversos benefícios para a cultura, dentre eles, reduzir a quantidade de plantas daninhas na área, visto que esta técnica proporciona uma barreira física para que a semente possa emergir do solo e dificultar o desenvolvimento das plantas (TEASDALE *et al.* 1991, TEASDALE e MOHLER, 2000); mantém a umidade do solo por maior período, aumenta a fertilidade e melhora as condições físico-químicas do solo (AZEVEDO *et al.* 2020). Além de liberar substâncias alelopáticas que reduzem e/ou inibem a germinação das sementes das plantas daninhas (VILLELA *et al.* 2021).

Outro resultado observado durante as aplicações é que o *mulch* não interferiu no desempenho dos herbicidas residuais, isso pode ter ocorrido devido a possibilidade de existir uma interação com a palhada da *U. ruzizensis*, tornado o manejo das plantas daninhas mais eficiente. No entanto, outra razão para explicar esta alta eficácia do controle pode ser o melhor posicionamento dos herbicidas durante a aplicação do projeto (tabela 1 e 2), pois herbicidas com alta solubilidade usados em períodos de alta precipitação pode ser mais facilmente lixiviados, diminuindo sua eficácia.

O tratamento que mais se destacou durante a segunda aplicação foi o PRÉ+PÓS, que apresentou índices de controle praticamente absolutos durante todo o período de avaliação, independentemente do uso das roçadoras. Portanto a mistura destes herbicidas apresentou maior espectro de controle, em função de que os tratamentos individuais apresentaram menores níveis de controle, com exceção do PRÉ (ECO).

A eficiência da utilização de misturas dos herbicidas indaziflam e saflufenacil, já havia sido constatado em trabalhos realizados por Jhala *et al.* (2013) na Flórida, conduzidos em casa-de-vegetação, a mistura destes herbicidas proporcionou altos valores de controle de diversas plantas daninhas importantes daquela região. Entretanto neste mesmo trabalho houve a incrementação do glufosinate como um terceiro herbicida na mistura.

Em relação aos herbicidas residuais utilizados na segunda aplicação pode-se destacar que indaziflam apresenta valores muito baixos de solubilidade e K_{OW} , bem como valores médios de K_{OC} , enquanto o diuron apresenta baixa solubilidade, valores médios de K_{OC} e altos valores de K_{OW} (Tabela 3), indicando que são herbicidas com baixo potencial de lixiviação, no entanto, eles diferem entre si em relação a sua compatibilidade com a MO. De acordo com Jhala e Singh (2012), quando influenciado

pela precipitação pluvial, o indaziflam é considerado mais móvel que o diuron no perfil no perfil do solo, mesmo sendo um herbicida de baixa solubilidade, pode demonstrar os mais altos níveis de controle. Isso se deve ao fato de que o indaziflam ser um herbicida derivado de um ácido fraco, conseqüentemente o seu $pK_a < pH$ do solo (Tabelas 1 e 3) indicando que ele é altamente ionizado, com a maioria do herbicida disponível em forma dissociada (aniônica), competindo com a carga líquida negativa da superfície do solo e com a MO, e assim tem sua capacidade de capacidade de sorção diminuída, ficando mais disponível na solução do solo, no mesmo momento em que o diuron é um herbicida não iônico de baixa polaridade (K_{ow}). Portanto, como a MO é o sorvente mais importante, existe assim uma predominância maior com as interações hidrofóbicas, acarreta com que o diuron fique mais sorvido nessa situação, ficando menos disponível na solução solo (WAUCHOPE *et al.* 2002).

6.3 Crescimento e produtividade das plantas de citros

Para a avaliação de volume de copa das plantas de laranja Hamlin não foram observadas alterações significativas ($p > 0,05$) em nenhum dos tratamentos no final do ano agrícola (2020/2021), apresentando um volume médio de 12 m³.

A produtividade das plantas de citros foi influenciada pela interação dupla entre os tipos de roçagem e os programas de controle de plantas daninhas ($p < 0,01$), enquanto a eficiência produtiva, somente pelos programas de controle ($p < 0,01$). Quando analisando o uso das roçadoras, pode-se observar que só houve diferença quando utilizou a ECO nos tratamentos de PÓS e PRÉ+PÓS, com uma produtividade entre 40 e 70 t ha⁻¹ (Figura 11 A).

Quando se leva em consideração a utilização dos programas de manejo de plantas daninhas, é possível observar que todos os programas, com exceção ao uso do PÓS + CONV, CM + ECO e P/P + ECO, resultam em produção superior que a TEST. Contudo os tratamentos mais produtivos foram o PRÉ com produção superior a 50 t ha⁻¹ em ambas as roçadoras e principalmente o PRÉ+PÓS associado a ECO, que produziu ~70 t ha⁻¹, sendo um ganho de 20 toneladas em comparação ao mesmo tratamento na CONV, este ganho também é refletido em relação ao PRÉ.

Ao analisar a eficiência produtiva pode se observar que o PRÉ+PÓS foi o tratamento que mais gerou produção por m³ seguido pelo PRÉ, comprovando que a alta produtividade também refletiu na eficiência produtiva das plantas (Figura 11 B).

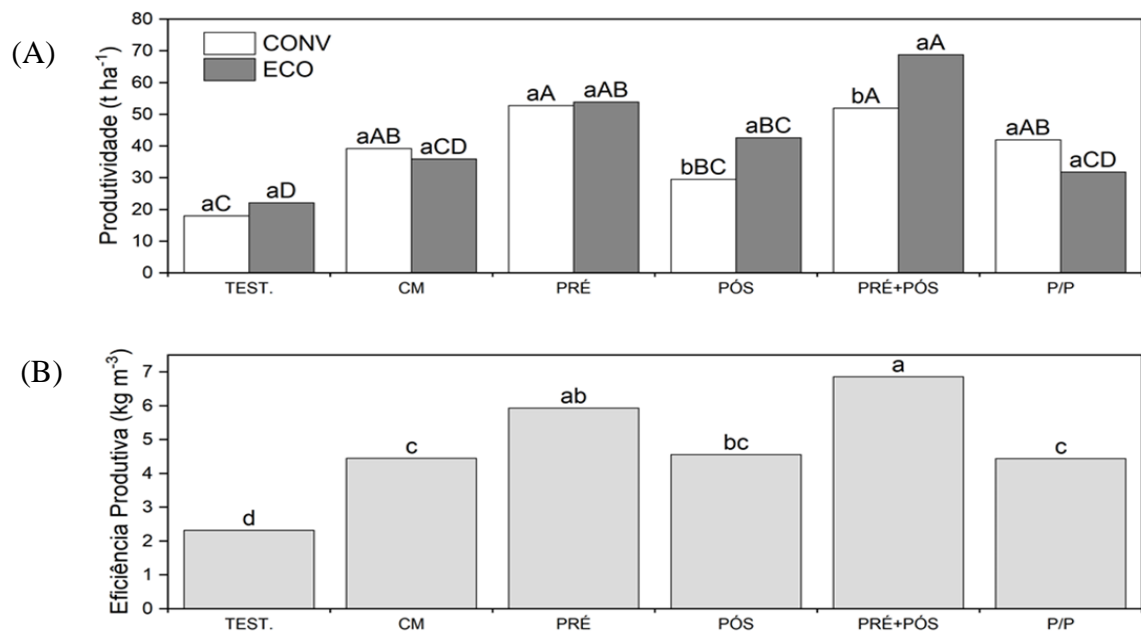


Figura 11 - (C) Produtividade (t ha⁻¹) no final do experimento e (B) Eficiência Produtiva no tratamento TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Em relação a menor eficiência produtiva dos demais programas podem ser explicado devido a maior competição gerada pelas plantas daninhas conforme demonstrado no presente trabalho onde houve redução de ~71% para a testemunha em relação ao PRÉ+PÓS, assim como descrito nos trabalhos Blanco e Oliveira (1970), Martinelli (2017) e Azevedo (2020) onde apresentarão redução de produção respectivamente de 40% em laranjas e até 88 em lima acida Tahiti.

Assim, a utilização da roçadora ecológica juntamente com a associação do herbicida de PRÉ+PÓS proporcionou maior produtividade, o que pode ser explicado devido a formação da camada de *mulch*, proporcionando maior controle de plantas daninhas (MARTINELLI, 2017), inclusive melhorando a qualidade da microbiológica do solo (ARANTES *et al.* 2020), aumentando também a fertilidade do solo e a nutrição das plantas, reduzindo os níveis de resistência à compactação do solo, mantendo a umidade do solo por períodos mais longos e reduzindo o estresse hídrico das plantas (AZEVEDO *et al.* 2020).

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio deste estudo, confirmam a hipótese inicial, concluindo que existe uma interação positiva entre roçagem ecológica e diversas

modalidades de controle de plantas daninhas, seja físico ou químico, mas que o uso de herbicidas residuais em conjunto com os pós-emergentes, proporcionam maior controle das plantas por maior período, resultando em aumento de produtividade para as plantas de laranja Hamlin.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

ADEGAS, F. S., GAZZIERO, D. L. P., DE OLIVEIRA JUNIOR, R. S., MENDES, R. R. E RODRIGUES, L. J. (2020). Euphorbia heterophylla: um novo caso de resistência ao glifosato no Brasil. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Disponível em: Acessado em: 21 de julho, 2021.

ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R., AMARAL, G. D. S., OLIVEIRA, G. M. D., RUFINO, L. R., AZEVEDO, F. A. D., CARVALHO, L. B. D., E SILVA, M. F. D. G. F. D. Glyphosate resistance in *Amaranthus viridis* in Brazilian citrus orchards. **Agriculture**, V.10, n.7, p.1-10. 2020.

ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R., FERNÁNDEZ-MORENO, P. T. E OZUNA, C. V. (2016). Target and nontarget site mechanisms developed by glyphosate-resistant hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.). **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.1492. p. 1-12 2016. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01492/full>> acesso em: 12 mar. 2022

ALVARES C. A., STAPE J. L., SENTELHAS P. C., DE MORAES G., LEONARDO J. E SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**22, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728. 2013.

ALONSO, D. G., KOSKINEN, W. C., OLIVEIRA JR, R. S., CONSTANTIN, J., MISLANKAR, S., Sorption–desorption of indaziflam in selected agricultural soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n 24, p.13096-13101, 2011

ALONSO, D. G.; OLIVEIRA, R. S.; HALL, K. E.; KOSKINEN, W. C.; CONSTANTIN, J.; MISLANKAR, S. **Changes in sorption of indaziflam and three transformation products in soil with aging**. *Geoderma*, v. 239–240, p. 250–256, 2015.

ALISTER C., ROJAS S., GOMEZ P., KOGAN M. Dissipation and movement of flumioxazin in soil at four field sites in Chile. **Pest Management Science** v. 64, p. 579–583, 2008

AZEVEDO, F. A. DE ALMEIDA, R. F., MARTINELLI, R., PRÓSPERO, A. G., LICERRE, R., DA CONCEIÇÃO, P. M. ARANTES, A. C. C., DOVIS, V. L. BOARETTO, R. M. E MATTOS JR, D. No-tillage and high-density planting for Tahiti acid lime grafted onto Flying Dragon trifoliolate orange. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.4, n.108. 2020.

ARANTES, A. C. C., COTTA, S. R., CONCEIÇÃO, P. M. D., MENEGHIN, S. P., MARTINELLI, R., PRÓSPERO, A. G., BOARETTO, R. M., ANDREOTE, F. D., MATTOS JR., D. E AZEVEDO, F. A. D. 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, n. 491. 2020

AZEVEDO, F. A.; ALMEIDA, R. F.; MARTINELLI, R.; PRÓSPERO, A. G.; LICERRE, R.; CONCEIÇÃO, P. M.; ARANTES, A. C. C.; DOVIS, V. L.; BOARETTO, R. M.; MATTOS-JR, D. No-Tillage and High-Density Planting for Tahiti Acid Lime Grafted Onto Flying Dragon Trifoliolate Orange. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, v. 108, n. 4, p. 1-14, jul. 2020.

AZEVEDO, F. A. ROSSETO, M. P. SCHINOR, E. H. MARTELLI, I. B. E PACHECO, C. A. Influence of inter-rows management in Sweet Orange 'Pera' productivity. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n.1, p. 134-142, 2012

BASF AGRICULTURE. Bula do herbicida Heat®. Disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/heat.html>> Acesso em: 20 de maio, 2017

BLANCO, H. G. E OLIVEIRA, D. A. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citrus e a decomposição da flora daninha. **Arquivos do Instituto Biológico** v.45, p.25-36. 1978

BOGDAN, A.V., **Tropical Pasture and Fodder Plants**. New York: Longman.1977

BROSNAN, J. T.; MCCULLOUGH, P. E.; BREEDEN, G. K. Smooth crabgrass control with indaziflam at various spring timings. **Weed Technology**, v. 25, p.363–366, 2011

CARVALHO, J. E. B., PAES, J. M. V., NEVES, C. S. V. J., MENEGUCCI, J. L. P. E SILVA, J. A. A. Práticas culturais. **Citros**, Campinas, p. 449- 482, 2005

CARVALHO, L. B. **PLANTAS DANINHAS**. Lages: Distribuição Pelo Autor, 2013. p. 82. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_plantasdaninhas.pdf. Acesso em: 17 maio 2022.

CITRUSBR. **Exportações de suco de laranja fecham safra em alta**. 2020. Disponível em: <https://citrusbr.com/noticias/exportacoes-de-suco-de-laranja-fecham-safra-em-alta/>. Acesso em: 26 fev. 2022

CHIAVEGATO, L. G., Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v21, p. 813-816. 1986

CHRISTOFFOLETI, P. J. Benefícios potenciais de plantas daninhas: I Nutricêuticos e Fitodescontaminantes ambientais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.1 p.151-153. 2001

DEVITE, FERNANDO TREVIZAN. **Métodos alternativos para o controle da mancha marrom de alternária: nutrição e óleos essenciais de citros**. 2021. Tese de Doutorado. INSTITUTO AGRONÔMICO.

EMBRAPA, Citricultura terá mapeamento de estoques de carbono e fauna silvestre, **Embrapa Territorial**, Campinas, SP, 2022

EMBRAPA, Época de aplicação dos herbicidas, **Embrapa Trigo**, Passo Fundo, RS, 2006

ERICKSON, C. G. Management of glyphosate-related citrus fruit drop. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.109, p. 40-42. 1996

Food and Agriculture Organization., **The lurking menace of weeds**. 2009

Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT**: Statistical database. 2022

Food and Agriculture Organization. **Conservation Agriculture**.2022 Disponível em: <<http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>>. Acesso em: 05 de mar., 2022.

FRARE, G. F., **Sobrevivência de Colletotrichum acutatum, agente causal da podridão floral dos citros em plantas daninhas**. 71f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011

FUNDECITRUS. Citricultura é uma das cadeias do agronegócio que mais emprega, com 1 posto de trabalho a cada 9 hectares, **Fundecitrus**, Araraquara, p.105. 2020

FUNDECITRUS. Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2020 / Fundo de Defesa da Citricultura, **Fundecitrus**, Araraquara, p.105. 2020

FUNDECITRUS. **ProteCitrus**. 2022. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/protecitrus>. Acesso em: 06 abr. 2022.

FUNDECITRUS. **Safra de laranja 2021/22 é encerrada com produção total de 262,97 milhões de caixas / Final orange crop forecast update. 2022**, Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/safra-de-laranja-202122-e-encerrada-com-producao-total-de-26297-milhoes-de-caixas--final-orange-crop-forecast-update/1164> 06 maio. 2022.

GUERRA, N.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. DE.; CONSTANTIN, J. OLIVEIRA NETO, A. M. DE.; BRAZ, G. B. P. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: Seletividade, controle e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 3, p. 285-295, 2013.

HALTER, S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHÉDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. Glyphosate., **FEPAF**, Botucatu, p.11-16. 2009

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <https://www.weedscience.org/Pages/Species.aspx>. Acesso em: 31 de mar, 2022.

HOBBS, P. R.; SAYRE, K.; GUPTA, R., The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1491, p. 543-555, 24 jul. 2007.

IUPAC, **Indaziflam, International Union of Pure and Applied Chemistry**, acesso em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/1663.htm>>, mar. 2022

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Weed Science Research**, v. 18, n. 267-270, p. 267–270, 2012.

JHALA, A. J., RAMIREZ, A. H. E SINGH, M. Tank mixing saflufenacil, glufosinate, and indaziflam improved burndown and residual weed control. **Weed Technology**, v.27, n.2, p. 422-429, 2013

JHALA, A. J. E SINGH, M. Leaching of indaziflam compared with residual herbicides commonly used in Florida citrus. **Weed Technology**, v.26, n. 3, p. 602-607, 2012.

LUCIO, F., KALSING, A., ADEGAS, F., ROSSI, C., CORREIA, N., GAZZIERO, D. E DA SILVA, A. Dispersal and Frequency of Glyphosate-Resistant and Glyphosate-Tolerant Weeds in Soybeanproducing Edaphoclimatic Microregions in Brazil. **Weed Technology**, v.33, n. 1, 217-231. 2019

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agrofit 2003: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, mar. 2022. Disponível em: <http://agricultura.gov.br/agrofit>. Acesso em: 02 de mar. 2022.

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (2017). Agrofit 2003: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso 01 de abr. 2022

MARTINELLI, Rodrigo; RUFINO, Luiz Renato; LACRUZ, Ricardo Alcántara-De; CONCEIÇÃO, Patricia Marlucci da; MONQUERO, Patricia Andrea; AZEVEDO, Fernando Alves de. Glyphosate Excessive Use Affects Citrus Growth and Yield: the vicious (and unsustainable) circle in Brazilian orchards. **Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 453, 11 fev. 2022.

MARTINELLI, R., MONQUERO, P., FONTANETTI, A., CONCEIÇÃO, P. & AZEVEDO, F. . Ecological Mowing: An Option for Sustainable Weed Management in Young Citrus Orchards. **Weed Technology**, v. 31, n. 01 p.260-268, 2017

MARTINELLI, R., **MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS EM CITROS: IMPLICAÇÕES DO GLYPHOSATE NO METABOLISMO DA CULTURA E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE**. 2021. Tese de Doutorado. INSTITUTO AGRONÔMICO.

MATTOS JUNIOR, D. de et al. Citros: principais informações e recomendações de cultivo. **Boletim técnico**, v. 200, 2005.

MENDEL, K. **Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil**. KTAVIM, v.6, p.35-60. 1956

MONACO, T. J., Weller, S. C., ASHTON, F. M. (2002). **Weed science: principles and practices**. 4.ed. New York: John Wiley e Sons

MONQUERO, P.A. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate**. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, p.99, 2003

MONQUERO, P.A. E SILVA, A. Levantamento fitossociológico e banco de sementes das comunidades infestantes em áreas com culturas perenes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.1, p.315- 321, 2007

MYERS, J. P., ANTONIOU, M. N., BLUMBERG, B., CARROLL, L., COLBORN, T., EVERETT, L. G. E VANDENBERG, L. N. **Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement**. **Environmental Health**, v.15, p.1-13 .2016

NEVES, M.; TROMBIN, V.G. Anuário da citricultura 2017. **1ª Edição Citrus BR**, São Paulo, SP; p.60, 2017

NORSWORTHY, J. K., KORRES, N. E. E BAGAVATHIANNAN, M. V. Weed seedbank management: Revisiting how herbicides are evaluated. **Weed Science**, v.66, n. 4, p. 415-417. 2018

NUNES, M. A., **Transmissão do vírus da leprose dos citros por *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (acari: Tenuipalpidae) para plantas associadas a pomares cítricos**. 67f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007

PERRY, w D.H.; MCELROY, J.S.; DOROH, M.C.; WALKER, R.H. Indaziflam Utilization for Controlling Problematic Turfgrass Weeds. **Applied Turfgrass Science**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2011.

PIO, R. M., FIGUEIREDO, J. O., STUCHI, E. S. E CARDOSO, S. A. B. Variedades copa. In D. Mattos Jr., J. D. de Negri, R. M. Pio e J. Pompeu Jr. (Eds). **Citros**, Cordeirópolis, SP, p.37-60, 2005.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas p. 1997.

RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. Londrina: edição dos autores, 2018, p. 764 SENTELHAS, P. C., Agrometeorologia dos citros. In: D. MATTOS Jr, J. D. DE NEGRI, R. M. Pio e J. POMPEU Jr. (Org.). **Citros**. 1ed. Cordeirópolis, SP: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, v. 1, n. 1, p. 317-344. 2005.

ROMAN, Erivelton Scherer. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Berthier, 2007.

SANCHES, A. C., Conservação do solo em pomares cítricos. Em Seminário internacional de citros, **Anais.**, v. 5. Campinas: Fundação Cargill, p.167-187, 1998.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, A. A.; FIALHO, C. M. T. **Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica**. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 381–388, 2007.

SENTELHAS, P. C., Agrometeorologia dos citros. In: D. Mattos Jr, J. D. de Negri, R. M. Pio e J. Pompeu Jr. (Org.). **Citros**. Cordeirópolis, SP, v. 1, p. 317-344. 2005

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; e CARLOS, J. A. D., Adubação verde em citros (Boletim Citrícola, 9). **Jaboticabal: FUNEP**, 1999.

SHIRATSUCHI L. S.; CHISTOFFOLETI P. J.; FONTES, J. R. A., **Mapeamento da Variabilidade Espacial das Plantas Daninhas**. Planaltina: Embrapa, p.30 2003.

SHANER D. L., Herbicide handbook. Lawrence: Allen Press., v.10, n. 1, p. 513, 2014

SOUZA FILHO, A. P. S., PEREIRA, A. A. G. E BAYMA, J. C., Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Urochloa humidicola*. **Planta Daninha**, v. 23, p. 25-32, 2005.

SOUZA, L.S., VELINI, E. D., MARTINS, D. E ROSOLEM, C. A., Efeito alelopático de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006

TERSI, F. E. A. Manejo do solo e plantas daninhas na citricultura: da implantação à reforma de pomares, **Boletim Citrícola**, n.18. Jaboticabal, SP, v.1, n.18 2001

TEASDALE, J. R. E PILLAI, P. (2005). Contribution of ammonium to stimulation of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) germination by extracts of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) residue. **Weed Biology and Management**, v.5, n. 01, p.19–25.

TEASDALE, J.R., BESTE, C.E. E POTTS, W.E., Response of weeds to tillage and cover crop residue. **Weed Science** v.39, p.195-199. 1991.

TOMPKINS J. **Pesticide Fact Sheet Indaziflam**. 2010. Disponível em:<https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-0.pdf> Acesso em: 03 de mar. 2022

TONI, L. R. M.; DE SANTANA, H.; ZAIA, D. A. M. Adsorção de glifosato sobre solos e minerais. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 829–833, 2006.

TUCKER, D. P. H. Glyphosate injury symptom expression in citrus. **HortScience**, v.12, p.498-500. 1977.

USDA. Citrus: World Markets and trade. Foreign Agricultural Service, January 2021, Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/commodities/fruits-and-vegetables>>, Acesso em: 24 de mar 2022.

Villela, A. L. G., Martinelli, R., Zenatti, T. F., Rufino-Jr, L., Monquero, P. A., Conceição, P. M. e de Azevedo, F. A., Potential of two cover crops, signal grass and ruzi grass: suggested allelopathic effect on some important weeds. **Australian Journal of Crop Science**, v.15, n.2, p. 260-270. 2021

VOLL, E., GAZZIERO, D. L. P. E KARAN, D., Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchic. Sob manejos de solo e de herbicidas. I. Sobrevivência. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n. 12, p. 1387-1396. Dez. 1995.

WAUCHOPE, R. D., YEH, S., LINDERS, J. B. H. J., KLOSKOWSKI, R., TANAKA, K., RUBIN, B., UNSWORTH, J. B., Pesticide soil sorption parameters: theory,

measurement, uses, limitations and reliability. **Pest Management Science**, v.58, n.5, p. 419-445. 2002.

WHALEN, D. M., SHERGILL, L. S., KINNE, L. P., BISH, M. D. E BRADLEY, K. W. Integration of residual herbicides with cover crop termination in soybean. **Weed Technology**, v. 34, n.1, p.11-18. 2020.