



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



JOÃO PEDRO BRAGA DE CASTRO MARTINELLI

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM CITROS: INTERAÇÃO
ENTRE ROÇADORAS E HERBICIDAS**

ARARAS - 2023



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



JOÃO PEDRO BRAGA DE CASTRO MARTINELLI

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM CITROS: INTERAÇÃO
ENTRE ROÇADORAS E HERBICIDAS**

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

Orientador: Profa. Dra. Patrícia Marlucci da Conceição

ARARAS – 2023

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Geraldo e Paula, por sempre me apoiarem e serem minha base para que eu possa ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço a minha namorada Laísa, por fazer parte de minha vida e sempre estar ao meu lado nos melhores e piores momentos, sempre me apoiando.

Gostaria de expressar minha gratidão ao meu eterno amigo Lucas Martinelli e a meu avô Jurandir Martinelli, vocês sempre estarão em minha memória.

Sou grato a UFSCar pela oportunidade de me formar em uma das melhores universidades do país, onde pude aprimorar meus conhecimentos de uma área que desde criança sempre gostei.

Agradeço ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC – Cordeirópolis), em especial aos meus orientadores dos projetos de Iniciação Científica (PIBIC), Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo e Dr. Rodrigo Martinelli, pelo auxílio no desenvolvimento deste projeto e de todas as atividades que realizei ao longo de minha passagem pelo GDCitros, pela confiança depositada em mim e por sempre estarem presentes.

Grato à minha orientadora de TFG, a Dra. Patrícia Marluci da Conceição pela paciência e conhecimento compartilhados na realização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores da universidade que de alguma forma contribuíram para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Sou grato a todos amigos que a faculdade me proporcionou, em especial André, Bruno, Ana Caroline e João Vitor, que sempre estiveram presentes durante os melhores momentos durante o período que estive na faculdade.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão aos meus colegas de apartamento, João Mazzi, Joãozinho, Octavio e Henrique por todo o tempo vivido com vocês e por se tornarem minha segunda família.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!”

Mario Sergio Cortela

RESUMO

As plantas daninhas são consideradas como o fator biótico mais limitante à produção agrícola mundial, e nos citros a roçagem ecológica se mostrou ser uma opção viável de manejo, porém, carece de informações quanto a interação com outros tipos de controle e com herbicidas residuais. Objetivou-se com este estudo avaliar ao longo de um ano agrícola (2022/2023), em pomar formado de laranja Hamlin, as roçagens de entrelinha: ecológica (ECO) e convencional (CONV); e cinco programas de controle de plantas daninhas entre as plantas de citros: mecânico (CM); herbicidas pré-emergentes (PRÉ): sulfentrazone (primavera), indaziflam (verão); pós-emergentes (PÓS): glifosato (primavera), saflufenacil+clethodim (verão); mistura entre pré e pós (PRÉ+PÓS): sulfentrazone+glifosato (primavera), indaziflam+saflufenacil+clethodim (verão); e, os de dualidade pré e pós (P/P): flumioxazin+glifosato (primavera) e diuron+clethodim (verão). O delineamento experimental foi de blocos aleatorizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. A parcela foi composta pelos tipos de roçagens, e a subparcela, pelos tipos de controle de plantas daninhas. Foram avaliados: deposição de biomassa, controle de plantas daninhas, e o desenvolvimento da cultura. Como principais resultados, a ECO em conjunto com PRÉ, PRÉ+PÓS ou P/P promoveram maior controle de plantas daninhas ao longo do ano (~100%), além de proporcionar maior crescimento (+4 m³) e produtividade (+ 15 t ha⁻¹) para cultura. Conclui-se que, há interação positiva entre a roçagem ecológica com diferentes modalidades de controle de plantas daninhas, físico ou químico.

Palavras-chave: *Citrus*; *Urochloa ruziziensis*; roçadora ecológica; controle mecânico; herbicidas residuais.

ABSTRACT

Weeds are considered the most limiting biotic factor to production agricultural world, and in citrus, ecological mowing proved to be a viable management option; however, there is a lack of information regarding the interaction with other types of control and with residual herbicides. This study aimed to evaluate over an agricultural year (2022/2023), in an orchard formed by Hamlin orange, the interrow mowings: ecological (ECO) and conventional (CONV); and five weed control programs among citrus plants: mechanical (CM); pre-emergent herbicides (PRE): sulfentrazone (spring), indaziflam (summer); post-emergence (POS): glyphosate (spring), saflufenacil+clethodim (summer); mix between pre and post (PRE+POST): sulfentrazone+glyphosate (spring), indaziflam+saflufenacil+clethodim (summer); and the pre and post duality herbicides (P/P): flumioxazin+glyphosate (spring) and diuron+clethodim (summer). The experimental design was randomized blocks, in a split-plot scheme, with four replications. The plot was composed by the mowing types, and the subplot, by the weed control types. The following were evaluated: biomass deposition, weed control, and the crop development. As main results, ECO associated with PRE, PRE+POST or P/P promoted greater weed control throughout the year (~100%), in addition to greater growth (+4 m³) and fruit yield (+15 t ha⁻¹). It is concluded that there is a positive interaction between ecological mowing and different methods of weed control, physical or chemical.

Keywords: *Citrus*; *Urochloa ruziziensis*; ecological mower; mechanical control; residual herbicides.

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. 23
- Figura 2.** Valores médios mensais de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação pluvial acumulada, durante o período experimental (2022/2023) (Cordeirópolis/SP). 24
- Figura 3.** Linha de plantio dos citros após a roçagem da entrelinha com a roçadora ecológica (A), entrelinha do pomar após uso da roçadora convencional (B). 25
- Figura 4.** 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). 27
- Figura 5.** 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. 28
- Figura 6.** Coleta da biomassa de braquiária que foi projetada para linha de plantio do citros, utilizando gabarito de 50x50 cm (0,25m²) (A), sub-amostras da braquiária coletada em campo sendo seca em estufa à 60±3°C, por 72 horas (B). 31
- Figura 7.** Análise de infestação de plantas daninhas contidas na faixa da linha de plantio do citros, utilizando gabarito de 50x50 cm (0,25m²) (A e B). coleta e separação das plantas monocitiledôneas e eudicotiledôneas presentes no gabarito (C). Araras, São Paulo, Brasil 2022. 32
- Figura 8.** (A) Avaliação da altura das plantas com régua telescópica graduada de 4 metros. Cordeirópolis, São Paulo, Brasil 2022. (B) Frutos colhidos para pesagem para avaliação da produtividade. Cordeirópolis, São Paulo, Brasil 2022. 33
- Figura 9.** 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/22) e segunda (jan/23). Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). 35
- Figura 10.** 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)..... 36
- Figura 11.** Interação entre os tipos de roçadora ecológica (ECO); convencional (CONV)) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas, após a primeira aplicação (primavera; out/22). TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As letras representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). 37
- Figura 12.** Interação entre os tipos de roçadora ecológica (ECO); convencional (CONV)) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas, após a segunda aplicação (verão; jan/23). TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As letras representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)...... 38
- Figura 13.** Interação dupla entre os tipos de roçagem de entrelinha e os programas de controle de plantas daninhas no banco de sementes de plantas daninhas (n° de plântulas emergidas m^{-2} de solo na camada de 10 cm). ECO: roçagem ecológica; CONV: roçagem convencional; TEST: testemunha; CM: controle mecânico com roçadora costal; PRÉ: sulfentrazone (primavera), indaziflam (verão); PÓS: glyphosate (primavera), saflufenacil + clethodim (verão); PRÉ+PÓS: sulfentrazone + glyphosate (primavera), indaziflam + saflufenacil+ clethodim (verão); P/P: flumioxazin (primavera), diuron + clethodim (verão). Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)...... 42
- Figura 14.** Volume de copa das plantas de laranjeira hamlin. 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 tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). 45

Figura 15. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) no final do experimento 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 tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). 46

Figura 16. 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 tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). 46

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%).24
- 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).29
- 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.30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Manejo de plantas daninhas em citros	15
2.2. Manejo de plantas daninhas com sistemas conservacionistas em citros	18
3. OBJETIVOS	22
3.1. Objetivo geral.....	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. HIPÓTESE.....	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1. Área experimental.....	23
5.2. Deposição de biomassa na linha de plantio	31
5.3. Infestação e controle de plantas daninhas.....	31
5.5. Crescimento e produtividade das plantas de citros	33
5.6. Análise de dados.....	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1. Deposição da biomassa na linha de plantio	35
6.2. Infestação e controle de plantas daninhas.....	36
6.3. Banco de sementes de plantas daninhas	41
6.4. Crescimento e produtividade das plantas de citros	45
6.5. Considerações finais.....	47
7. CONCLUSÃO.....	48
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO A	56

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados de 2021, o Brasil é o maior produtor mundial de laranjas, ultrapassando 18 milhões de toneladas por ano, seguido pela China, Índia e Estados Unidos, entretanto, a China é a maior produtora de citros no mundo, deixando o Brasil como segundo colocado nesse ranking (FAO, 2023).

Mesmo o Brasil se destacando entre os maiores produtores, há diversos fatores bióticos que limitam a produção de laranja, como pragas e doenças, no entanto, as plantas daninhas se destacam como o mais limitante à produção agrícola (FAO, 2009). Segundo estudo realizado por BLANCO e OLIVEIRA (1978), a presença de plantas daninhas em pomares de citros implantados no Brasil acarretava até 40% de perdas da produção, contudo, em estudo realizado por MARTINELLI et al. (2017), notou-se que essa redução de produtividade pode ser ainda maior, podendo chegar até 52%.

Há diversos métodos existentes para o controle de plantas daninhas, como o mecânico, biológico e químico, sendo este último muito usado pela maior parte dos citricultores, que utilizam, na maioria das vezes, o herbicida glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine], o qual possui amplo espectro de controle e tem ação não-seletiva e alta sistemicidade (MARTINELLI et al., 2022).

No caso dos citros, o incremento da utilização desse herbicida foi devido à alta eficiência de controle e facilidade de uso, que gerou uma boa relação de custo e benefício. Porém, com seu uso intensivo, houve aumento de relatos de biótipos resistentes a esse herbicida, e seleção de espécies tolerantes, o que fez com que os produtores utilizassem o glyphosate de maneira indevida, com relatos de alta frequência de uso (quatro ou mais vezes por ano agrícola) e/ou em altas dosagens. Isso levou ao aumento de cerca de 100 vezes o volume de aplicações de herbicidas à base de glyphosate (*Glyphosate-based herbicides* - GBHs) (MYERS et al., 2016). Os produtores acreditam que há um aumento do controle de daninhas quando esse produto é usado em grande quantidade, porém, não levam em consideração e/ou não tem acesso à informação sobre duas questões importantes do glyphosate: a possível intoxicação das plantas de citros pelo contato e translocação deste herbicida; e, a possibilidade da crescente e contínua seleção de biótipos resistentes e tolerantes.

Há constatação de 53 espécies de plantas resistentes ao glyphosate, sendo este o terceiro herbicida com mais casos de resistência (HEAP, 2021), dentre as espécies resistentes, muitas são encontradas nos pomares de citros brasileiros, como:

Amaranthus hybridus, *Bidens pilosa*, *Chloris elata*, *Conyza* spp., *Digitaria insularis*, *Eleusine indica* e *Tridax procumbens* (MARTINELLI, 2022). Além disso, existem também as espécies tolerantes, que suportam altas doses do herbicida, por exemplo a *Commelina benghalensis*, *Ipomoea* spp., *Richardia brasiliensis* (MONQUERO, 2003), dentre outras. Portanto, há necessidade de estudos que demonstrem métodos de controle associados ao químico, para um melhor manejo de plantas daninhas.

Em estudo feito por MARTINELLI et al. (2017) foi demonstrado que o manejo da roçagem ecológica, estratégia de manejo que consiste em utilizar a roçadora lateral do tipo ecológica em conjunto com a implantação de braquiárias como culturas de cobertura, principalmente a *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) *ruziziensis*, consiste em uma opção de manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) para pomares de citros. Nesse manejo integra-se o controle físico, químico e biológico proporcionado pelo *mulch* da cultura de cobertura, com incrementos no controle de plantas daninhas. No entanto, essa estratégia necessita de informações quanto à sua interação com diferentes tipos de herbicidas, como no caso dos pré-emergentes, além do controle físico, por roçagens entre as plantas de citros.

Assim, com este trabalho buscou-se informações necessárias para um manejo mais sustentável de plantas daninhas em citros, com a utilização da roçagem ecológica associada a diferentes tipos de herbicidas, além do controle físico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Manejo de plantas daninhas em citros

As plantas daninhas, em conjunto com as pragas e doenças, são responsáveis por consideráveis perdas na citricultura. Abordando-se exclusivamente as plantas daninhas, por inúmeras vezes estas passam despercebidas pelo citricultor, uma vez que os impactos das doenças e pragas são mais facilmente percebidos, entretanto seu manejo correto também é de extrema importância (MARTINELLI, 2021). Tratando-se de um fator biótico, as plantas daninhas podem interferir diretamente, na produção e no crescimento das plantas de citros, pois competem por recursos primordiais ao seu crescimento, além de liberarem compostos alelopáticos (BLANCO e OLIVEIRA, 1978) e, indiretamente, atuando como hospedeiras intermediárias de pragas e patógenos (CHIAVEGATO, 1986). Em relação aos citros, somente no Brasil, são conhecidas 47 espécies de plantas daninhas que hospedam o ácaro-da-leprose-dos-citros (*Brevipalpus phoenicis*), sete espécies que hospedam o fungo causador da podridão-floral-dos-citros (*Colletothicum acutatum*), entre outras (NUNES, 2007; FRARE, 2011).

Entretanto, pelo fato de existir uma enorme biodiversidade de plantas daninhas, também há um grande potencial benéfico, não sendo restritas somente a características danosas à agricultura (CHRISTOFFOLETI, 2001). A utilização de estratégias de manejos racionais das plantas daninhas contribui para melhoria da estrutura dos solos, melhor ciclagem de nutrientes e redução de custos no manejo integrado de pragas e doenças, prevenção da compactação do solo e diminui a problemática de espécies resistente e/ou tolerantes (MARTINELLI, 2021). Além disso, a competição entre as plantas consideradas daninhas e a cultura não ocorre ao longo do ano todo, mas sim em determinados momentos ou períodos em que um dos fatores de produção seja escasso e no momento crítico para a cultura (CARVALHO et al, 2005). Para os citros, esse período normalmente são os meses de agosto a novembro ou dezembro a março (BLANCO e OLIVEIRA, 1978).

Nos citros, a supressão de plantas daninhas é realizada basicamente por meio de aplicações de herbicidas dirigidas para a faixa da linha de plantio e roçagem na entrelinha. Para o manejo de entrelinhas em pomares de citros, utiliza-se principalmente roçagens para o controle do crescimento da vegetação, seja ela de cobertura, espontânea ou um cultivo em consórcio. Para esta operação existem dois

tipos principais de roçadoras para pomares (AZEVEDO et al.,2012): que são, a roçadora convencional, que corta a biomassa e mantém seu resíduo na sua trajetória de corte; e, a roçadora denominada como ecológica, a qual corta a biomassa e a projeta em direção a linha de plantio dos pomares, sendo que o uso desta roçadora é uma prática que consiste em manejar a entrelinha dos pomares, em benefício da cultura principal (TERSI, 2001). Na linha de plantio, para o controle das plantas daninhas entre as plantas de citros, normalmente utilizam-se herbicidas aplicados em pré e pós emergência das plantas daninhas. A utilização de herbicidas (método de controle químico), pode ser associado com a roçadora ecológica (método físico e cultural), para que o espectro de controle seja potencializado.

Por se tratar de uma cultura perene, que convive todo seu ciclo com as plantas daninhas, os citros dispõem de um menor número de herbicidas registrados para a cultura e momentos oportunos de controle em comparação às culturas anuais, nas quais, na maioria das vezes, o controle é realizado nos intervalos de cultivo e/ou pela utilização de cultivares resistentes, de forma que o controle pode ser efetuado em área total, sendo uma aplicação de melhor operacionalidade. Apesar dos estudos e constatações relacionados aos benefícios do manejo conservacionista, atualmente o controle das plantas daninhas em pomares cítricos, é realizado basicamente pelo uso de herbicidas – principalmente o glyphosate (MARTINELLI et al., 2017). Tal fato se deve ao alto custo de mão de obra atual para possíveis controles mecânicos quando comparado ao custo e benefício dos herbicidas (desde que utilizados corretamente).

Contudo, tem-se observado o aumento da seleção de populações de plantas daninhas a partir de biótipos resistentes a herbicidas, pelo uso recorrente de um mesmo mecanismo de ação. Nos pomares de citros brasileiros há relatos de espécies resistentes à vários herbicidas, dentre elas: picão-preto [*Bidens pilosa* (L.)] (ALCÁNTARA-DE LA CRUZ et al., 2016); capim-amargoso [*Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman] (HEAP, 2021), buva [*Conyza canadensis* (L.) Cronquist], nabiça [*Raphanus raphanistrum* (L.)], dentre outras. Há confirmação de resistência do caruru [*Amaranthus viridis* (L.)] ao glyphosate, 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).

A preocupação com o controle químico em plantas perenes como os citros não é somente associado às espécies resistentes, que são espécies que possuem a capacidade hereditária para crescer e se reproduzir após o tratamento de um herbicida

que teria sido letal para indivíduos progenitores em uma população antecedente (VENCILL ET AL. 2012), mas também às tolerantes, que diferentemente das resistentes, são espécies que possuem a capacidade natural de sobreviver à aplicação do herbicida desde sua primeira aplicação (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Sendo assim, além da seleção dos biótipos resistentes, existe a possibilidade do aumento da pressão de seleção de espécies tolerantes de plantas daninhas, como as tolerantes ao glyphosate, como o apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), espécies de corda-de-viola (*Ipomoea spp.*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) (MONQUERO, 2003), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), 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. Essas espécies são comumente encontradas em pomares de citros, e são controladas por doses mais elevadas de herbicidas, o que também coloca em risco os pomares, se o manejo de herbicidas não for realizado de forma correta.

Em 2021, eram 22 ingredientes ativos (i.a.) de herbicidas registrados para citros no Brasil (MAPA, 2021): 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, quizalofopethyl, saflufenacil, simazine, sulfentrazone e trifluralin. Recentemente, o i.a. tiafenacil foi registrado no Brasil para as culturas de algodão, café, citros, feijão, milho e soja, totalizando 23 i.a registrados para os citros no Brasil (MAPA, 2022). A disponibilidade de i.a. para os citros é menor comparado com as culturas anuais como o milho (50 i.a.) e a soja (51 i.a.), além da cana-de-açúcar (52 i.a.).

O manejo ideal de plantas daninhas deve ser realizado de tal maneira, em que, seja possível sua adequação em função das espécies dominantes num sistema de produção, através da integração de métodos de controle, e não somente a partir de dosagens pré-estabelecidas de herbicidas. Dessa forma, a primeira ação que deve ser realizada em qualquer área é o levantamento da comunidade infestante, com sua composição florística específica. Esses conhecimentos podem ser usados no prognóstico da necessidade de controle, adaptando-se diferentes manejos de solo, da cultura e de herbicidas, racionalizando-os, com base em considerações de custo/benefício na produção (VOLL et al., 1995).

Além dos levantamentos realizados em campo, amostragens dos bancos de

sementes do solo também permitem a identificação e a quantificação da comunidade infestante, assim como sua evolução (MONQUERO e SILVA, 2007). O banco de sementes é o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo (CARMONA, 1992), sendo o responsável pela perpetuação das espécies no local através da reposição de plantas mortas naturalmente ou devido a distúrbios impostos ao ambiente (BAKER, 1989), ou seja, é o banco de sementes que caracteriza o potencial de novas infestações por plantas daninhas.

Com o cenário atual do aumento de casos de resistência a herbicidas, um princípio fundamental do manejo das plantas daninhas é o controle pela prevenção da produção de sementes, pois através deste conhecimento, associado aos programas de manejo com herbicidas, é possível desenvolver estratégias mais assertivas em relação ao controle das plantas daninhas a longo prazo diminuindo os riscos da seleção de plantas resistentes (NORSWORTHY et al., 2018).

2.2. Manejo de plantas daninhas com sistemas conservacionistas em citros

A técnica de manejo denominada de “roçagem ecológica”, onde a associação da braquiária-*ruzizensis* (*Urochloa ruzizensis*) como cultura de cobertura nas entrelinhas do pomar juntamente com uma roçadora lateral do tipo ecológica, trata-se de uma opção de Agricultura de Conservação (AC) por proporcionar a utilização de *mulch* orgânico, que é produzido *in situ*, além de ser uma opção também para manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), por promover controles químicos, físicos e biológicos (MARTINELLI et al., 2017).

A caracterização de AC, a qual é preconizada pela FAO, para uma agricultura mais sustentável, é definida como o conjunto de práticas de manejo de agroecossistemas em que: (i) o revolvimento do solo é mínimo; (ii) utiliza-se de coberturas vegetais orgânicas de forma permanente ou temporária; e, (iii) utiliza-se da diversidade de espécies cultivadas, sejam em sequência (rotação de culturas) e/ou em associação (culturas de cobertura/plantio consorciado) (FAO 2021b). A AC auxilia na manutenção e/ou incremento dos teores de matéria orgânica (MO), acarretando inúmeros benefícios como: a melhor disponibilidade de nutrientes, reduzindo a erosão do solo, melhorando os atributos físicos e do armazenamento de água no solo e evitando ainda, altas amplitudes térmicas no solo; formação de barreira física que impede novas infestações de plantas daninhas, e estimula os microrganismos presentes no solo, acelerando o processo de decomposição e mineralização dos

resíduos vegetais (HOBBS et al., 2008). Portanto, os sistemas de manejo conservacionistas têm como um de seus objetivos principais a manutenção da cobertura vegetal e de seus resíduos sobre o solo, sendo uma das estratégias para melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Dentre as várias opções de coberturas vegetais para os citros, as espécies do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), da família Poaceae (gramíneas), popularmente conhecidas como braquiárias, têm se destacado. As braquiárias têm ampla adaptação, podendo abranger desde várzeas inundáveis até regiões semidesérticas; solos de baixa fertilidade e mal drenados. Seu sistema radicular possui a capacidade de reestruturar o solo, aumentando sua porosidade e melhorando a circulação de ar e água, também possuem alto vigor e agressividade em seu crescimento, o que proporciona a supressão de plantas daninhas e rápido revigoramento após as roçagens (BOGDAN 1977). Além disso, possuem uma maior estabilidade de seus resíduos, pois sua relação C:N é mais elevada quando comparada, por exemplo, às leguminosas, que também são utilizadas em pomares de citros, possibilitando que o *mulch* orgânico se mantenha sobre o solo por um maior tempo (SILVA et al., 1999).

No Brasil, o plantio de braquiária nas entrelinhas de pomares é frequentemente utilizado como uma prática conservacionista do solo, tanto por meio de sua semeadura ou manutenção em áreas que a planta já está inserida (SOUZA FILHO et al., 2005). No caso de pomares em implantação, semeia-se a cultura de cobertura em área total, e depois se faz o preparo das faixas de plantio, enquanto em pomares já implantados, semeia-se à lanço ou por plantio direto na entrelinha. Há muitos casos em que as pastagens são reformadas ou substituídas por culturas anuais e perenes através do sistema de plantio direto, cultivo mínimo, ou até em sistema convencional, pela incorporação da palhada de braquiária no solo (SOUZA et al., 2006).

Na maioria dos casos, a braquiária-decumbens [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster] é a espécie predominante nos pomares de citros, visto que é a gramínea mais abundante no Brasil exatamente pela sua capacidade de competição (MARTINELLI et al., 2017; VILLELA et al., 2021). No entanto, a melhor opção é a braquiária-ruzizensis, uma vez que essa espécie apresenta baixa interferência quando comparada à outras desse gênero, pois, nas épocas de baixa precipitação pluviométrica a braquiária-ruzizensis se desidrata e seca, acarretando em menor concorrência por água e nutrientes com as plantas de citros (SANCHES, 1998), o que foi confirmado posteriormente, inclusive com reduções de produtividade em pomar de

lima ácida Tahiti pela braquiária-decumbens (MARTINELLI et al., 2017).

Nem sempre o citricultor consegue usufruir do potencial benéfico da cultura de cobertura em favor de seu pomar, haja vista que, em muitos casos, os mesmos não possuem a roçadora do tipo ecológica, ou a utilizam com vegetações espontâneas, que além de produzirem pouca biomassa, também pode ocorrer a ampla dispersão de sementes de espécies de difícil controle. Além disso, muitos citricultores realizam o corte das braquiárias de maneira prematura, ou seja, antes de atingirem seu máximo potencial de produção de biomassa (em pré-florescimento), e assim o efeito da roçagem ecológica é subestimado (MARTINELLI, 2021).

AZEVEDO et al. (2020), em área de lima ácida Tahiti, avaliou diferentes manejos das plantas daninhas: convencional (gradagens anuais na entrelinha e utilização de herbicida na linha de plantio), cultivo mínimo (roçagem convencional na entrelinha e herbicida na linha de plantio), plantio direto sem herbicida (roçagem ecológica na entrelinha sem herbicida na linha) e plantio direto com herbicida (roçagem ecológica na entrelinha com herbicida na linha). Os autores observaram que os sistemas que utilizaram somente o controle químico por herbicidas não foram suficientes no controle de plantas daninhas, pois houve necessidade da utilização de herbicidas em conjunto com o *mulch* proveniente da roçagem ecológica para o melhor controle. Além disso, no sistema de plantio direto aliado ao uso de herbicida, devido aos benefícios do *mulch* de braquiária-ruzizensis e maior controle de plantas daninhas, foi observado maiores níveis de matéria orgânica, maior fertilidade do solo e nutrição das plantas de citros, menores níveis de resistência à compactação do solo, maiores teores de umidade do solo e de estado hídrico das folhas de citros, além de maior crescimento e produtividade.

Outros estudos demonstram vários benefícios da roçagem ecológica com a braquiária-ruzizensis como cultura de cobertura: (i) maior controle de plantas daninhas proporcionado ao longo do tempo, superior ao uso do glyphosate (MARTINELLI et al., 2017); (ii) maior atividade e abundância microbiana do solo (ARANTES et al., 2020); e, (iii) maior 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).

Portanto, a roçagem ecológica se mostra como uma importante ferramenta para o manejo de plantas daninhas para pomares de citros, mas ainda carece de

informações, principalmente quando utilizada em conjunto com outros métodos de controle, como o mecânico, além de outras modalidades de herbicidas, como os residuais.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Determinar a viabilidade técnica da interação entre diferentes programas de controle de plantas daninhas, físicos e/ou químicos, associados com a roçagem ecológica para os citros.

3.2. Objetivos específicos

Avaliar ao longo de um ano agrícola, dois tipos de roçagens de entrelinha e cinco programas de controle de plantas daninhas em pomar estabelecido de laranjeira Hamlin, determinando a deposição de biomassa, o controle de plantas daninhas, e para as plantas de citros, o crescimento, a produtividade.

4. HIPÓTESE

Como hipótese, têm-se que a interação entre a roçagem ecológica e diferentes modalidades de controle de plantas daninhas, física com controle mecânico, ou química com herbicidas em pré e/ou pós emergência das plantas daninhas, promove maior crescimento e produtividade de pomar de citros, por meio de um maior controle de plantas daninhas ao longo do tempo que proporciona à cultura uma maior disponibilidade de recursos essenciais.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área experimental

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2022/2023, em área experimental (Figura 1), 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. O clima no local é classificado como CWA 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.

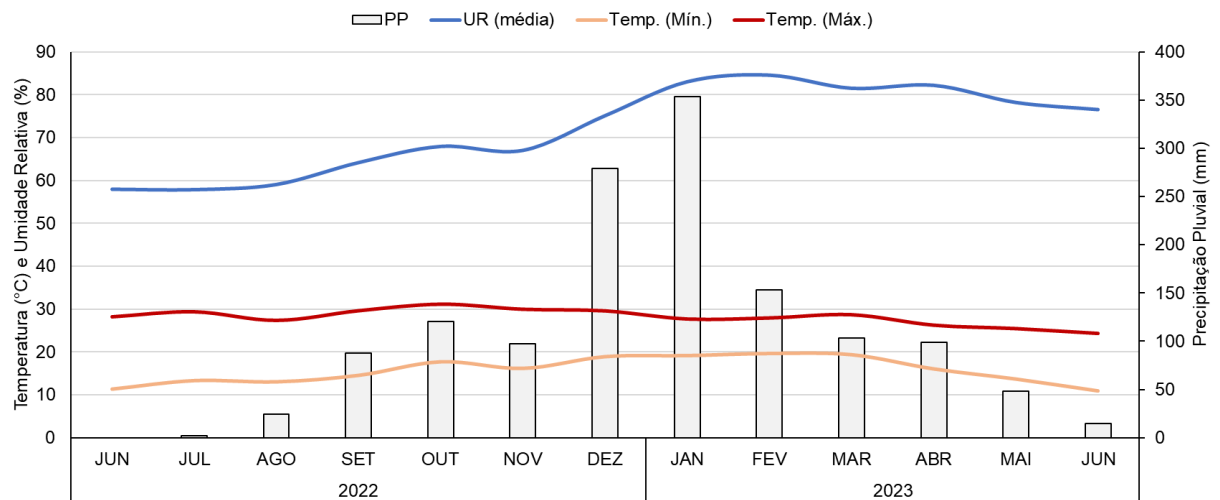


Figura 2. Valores médios mensais de temperaturas mínimas (Temp. (Mín.)) e máximas (Temp. (Máx.)), umidade relativa média (UR) e de precipitação pluvial acumulada (PP), durante o período experimental (2022/2023) (Cordeirópolis/SP).

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 saturação de bases 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 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	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
(Ca)Cl ₂	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(mmol dm ⁻³)						(%)
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 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 (Figura 3A) (ii) CONV: roçagem com a roçador 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 (Figura 3B). O segundo fator (subparcela), foi composto de seis tratamentos de controle de plantas daninhas: (i) testemunha (TEST, sem roçagem manual e sem aplicação de herbicidas entre as plantas de citros), (ii) controle mecânico (CM, roçagem manual entre as plantas de citros) e quatro programas de herbicida: (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.



Figura 3. (A) Linha de plantio dos citros após a roçagem da entrelinha com a roçadora ecológica, (B) entrelinha do pomar após uso da roçadora convencional.

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 um total de 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-ruzizensis (*U. ruzizensis*), via plantio direto na entrelinha do pomar (Figura 4 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 4 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.

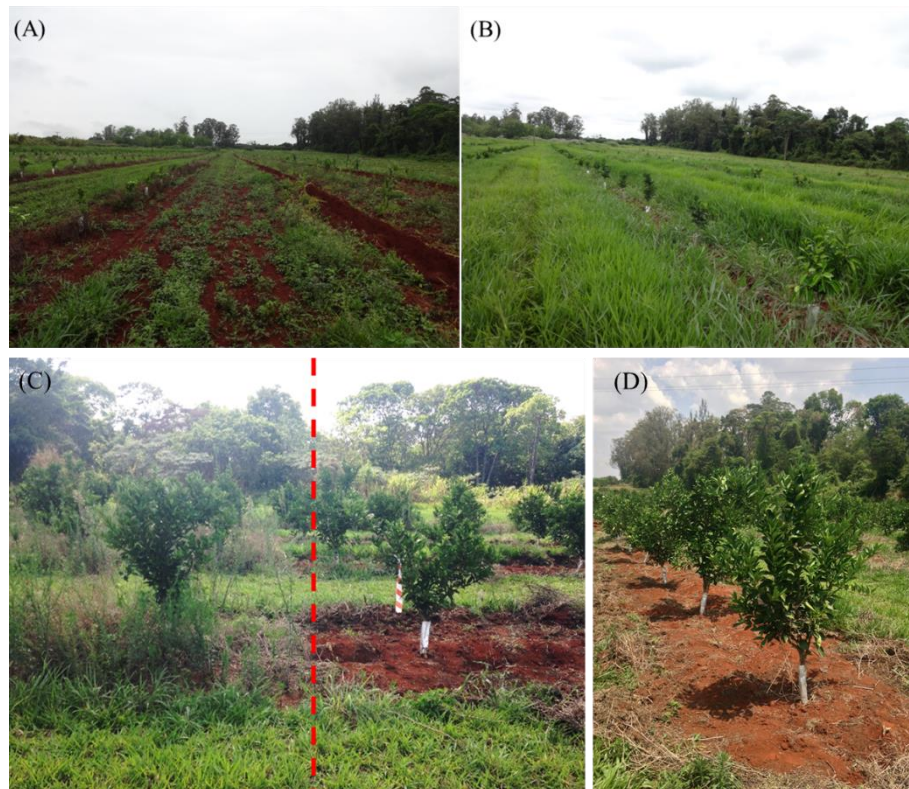


Figura 4. (A) Antes e (B) após implantação da cultura de cobertura (*Urochloa ruziziensis*); (C) padronização da área com capina manual, antes e após (divididas por tracejado vermelho), (D) e visão da faixa de projeção da copa dos citros (zona de competição interespecífica com as plantas daninhas) após término de capina manual.

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 e após 30 dias de cada aplicação. 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). 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 3).

As datas de aplicação dos herbicidas foram determinadas priorizando a solubilidade dos herbicidas com o balanço hídrico da região (Figura 5), 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).



Figura 5. 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.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos do programa de controle de plantas daninhas que dispõem da utilização de herbicidas, quanto ao seu mecanismo de ação (MoA), épocas e datas de aplicação, ingrediente ativo e 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)
#3. PRÉ	sulfentrazone	14	primavera	out/22	650	200
	indaziflam	29	Verão	jan/23	100	200
#4. PÓS	glyphosate	9	Primavera	out/22	720	200
	Saflufenacil	14	Verão	jan/23	50	200
	+clethodim	+1			+144	200
#5. PRÉ+PÓS	sulfentrazone	14	Primavera	out/22	650	200
	+glyphosate	+9			720	200
	indaziflam	29	Verão	jan/23	100	200
	+saflufenacil	+14			+50+	2002
	+clethodim	+1			144	00
#6 P/P	flumioxazin	22	Primavera	out/22	100	200
	Diuron	5	Verão	jan/23	2400	600
	+clethodim	+1			+144	
Tratamentos #3 a #6¹	Diquat	22	Outono	abr/23	400	200
	glufosinate	10	inverno	ago/22	400	350

¹Aplicações realizadas em todos os tratamentos com herbicidas (#3 a #6) para manutenção de níveis adequados de plantas daninhas em épocas de menor competição;

²classificação Weed Science Society of America (WSSA) quanto ao seu mecanismo de ação (MoA – Mechanism of Action): 1: Inibidores da enzima Acetil-CoenzimaA Carboxilase; 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;

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 fora 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 Sorção (K_{oc}), Coeficiente de Partição Octanol-Água (K_{ow}), tempo de Meia- Vida (t_{50}) e constante de dissociação eletrolítica (pKa). 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)	pKa
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
clethodim	11,9	Não disponível	>3000 (pH 5), 40 (pH 7)	3	4,1
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.

5.2. Deposição de biomassa na linha de plantio

As avaliações do experimento iniciaram na primeira data de roçagem da entrelinha (out/22) 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 $0,25\text{m}^2$, lançado aleatoriamente quatro vezes por parcela (área amostral de $1,0\text{m}^2$) (Figura 6A). Sub-amostras da biomassa foram coletadas, pesadas e secas em estufa à $60\pm 3^\circ\text{C}$, por 72 horas (Figura 6B). 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 6. (A) Coleta da biomassa de braquiária que foi projetada para linha de plantio do citros, utilizando gabarito de $50\times 50\text{ cm}$ ($0,25\text{m}^2$), (B) Secagem de sub-amostras da braquiária coletada em campo em estufa à $60\pm 3^\circ\text{C}$, por 72 horas.

5.3. Infestação e controle de plantas daninhas

Para avaliação dos níveis de infestação de plantas daninhas, aos 30 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas, foi utilizado do mesmo gabarito de amostragens supracitado (Figura 7 A), direcionando a amostragem para a área de projeção da copa dos citros, e as plantas daninhas contidas no gabarito foram identificadas e quantificadas (Figura 7 B).



Figura 7. (A) Gabarito de 50x50 cm ($0,25\text{m}^2$) utilizado na análise de infestação de plantas daninhas; (B) análise de infestação de plantas daninhas contidas na faixa da linha de plantio do citros. Araras, São Paulo, Brasil 2022.

5.4. Banco de sementes de plantas daninhas

Para quantificar o potencial de novas infestações das plantas daninhas, no mês de outubro de 2022, foram coletadas amostras de solo com trado tipo holandês na profundidade de 0-10 cm. As amostras foram compostas por dez subamostras, que foram pesadas, homogeneizadas, condicionadas em bandejas de 25x40x10 cm e locadas em casa de vegetação. O solo foi mantido úmido, por meio de irrigações periódicas ($\sim 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$) para estimular aos processos de germinação e emergência. Semanalmente, após cada fluxo de emergência, as plantas foram contadas, identificadas e retiradas, e a cada 30 dias o solo foi revolvido para estimular novos fluxos de emergência. Esse procedimento foi repetido até cessarem os fluxos de emergência, geralmente aos 90 dias após a instalação. O cálculo do número do banco de sementes (n° de sementes e propágulos viáveis em $1,0 \text{ m}^{-2}$ em 10 cm de profundidade) foi realizado adaptando metodologia proposta por MONQUERO e SILVA (2007). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, e cada bandeja representou uma repetição.

5.5. Crescimento e produtividade das plantas de citros

O crescimento vegetativo das plantas de laranja Hamlin foi avaliado no mês de junho, 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): $V = \frac{2}{3} \pi R^2 H$; onde, V é o volume de copa (m^3); R : raio médio da copa da planta (m); e, H : altura da planta (m) (Figura 8 A). Para avaliação de produtividade, foram colhidos e pesados 20 frutos por parcela, e os dados foram extrapolados para valores em t/ha (Figura 8B).

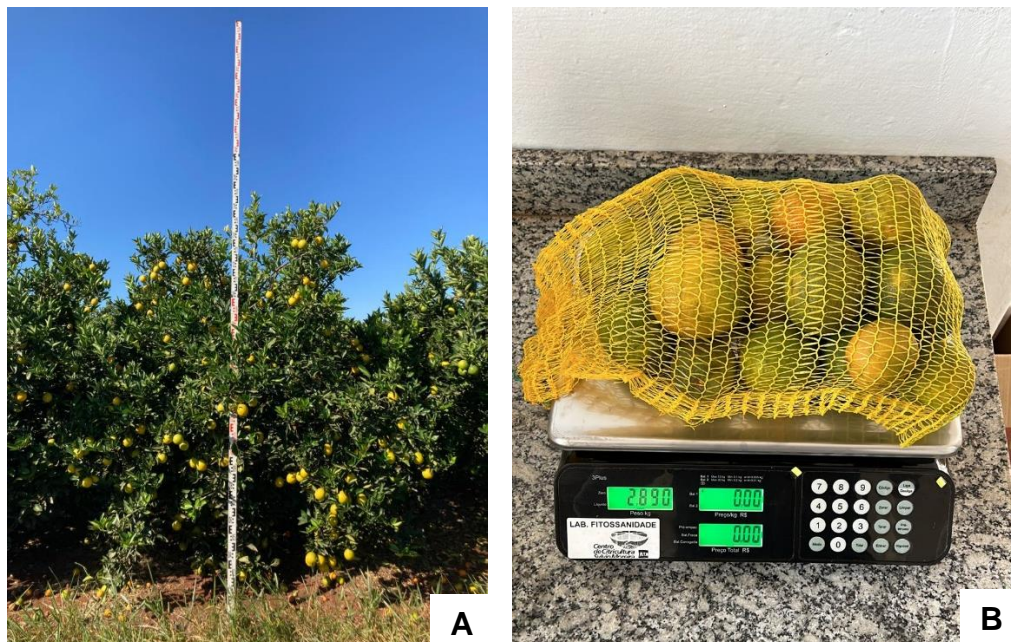


Figura 8. (A) Avaliação da altura das plantas com régua telescópica graduada de 4 metros. (B) Pesagem dos frutos colhidos para avaliação da produtividade. Cordeirópolis, São Paulo, Brasil 2022.

5.6. 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.

De acordo com a estrutura do delineamento experimental, o fator do programa de controle de plantas daninhas (B) foi aninhado no fator tipos de roçagem (A). Assim, para o modelo linear misto proposto, os fatores (tipos de corte, A; programas de

controle de ervas daninhas, B) foram considerados efeitos fixos, e blocos foram considerados efeitos aleatórios. Foi utilizado o método de Kenward-Roger para aproximação dos graus de liberdade. Assim, todos os dados foram submetidos à análise de normalidade, análise de variância (ANAVA) e posterior teste de comparação múltipla de médias pelo teste de Tukey (*Honestly Significant Difference - HSD*; $\alpha = 0,05$).

Todas as análises foram realizadas pelo software R (v 4.1.0). Os pacotes *lme4* e *lmerTest* foram utilizados para a modelagem da ANAVA (BATES et al., 2015; KUZNETSOVA et al., 2017), e para o teste de Tukey foi utilizado o pacote *emmeans* (LENGTH et al., 2018). Para resumir os resultados de Tukey, foi utilizado o método *Compact Letter Display* do pacote *multcomp* (HOTHORN et al., 2016).

De modo a se identificar as principais espécies de plantas daninhas observadas nas avaliações de campo e do banco de sementes, foram utilizadas Análises multivariadas, por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) via matriz de covariância. Esses dados foram normalizados e demonstrados pelo biplot entre os componentes principais (JOLLIFFE, 2002; ZUUR et al., 2007), pelo software Origin (v. 2019b) (ORIGINLAB CORP, 2020).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Deposição da biomassa na linha de plantio

Na avaliação da deposição de biomassa nas roçadas realizadas durante o estudo, foi observada influência significativa apenas pelos tipos de roçada ($p < 0,01$). Verificou-se que o uso da roçadora ecológica (ECO) em ambas as roçadas resultou em valores superiores de biomassa depositada na faixa de plantio dos citros, aproximadamente $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto a roçada convencional (CONV) apresentou valores inferiores, abaixo de $0,4 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 9).

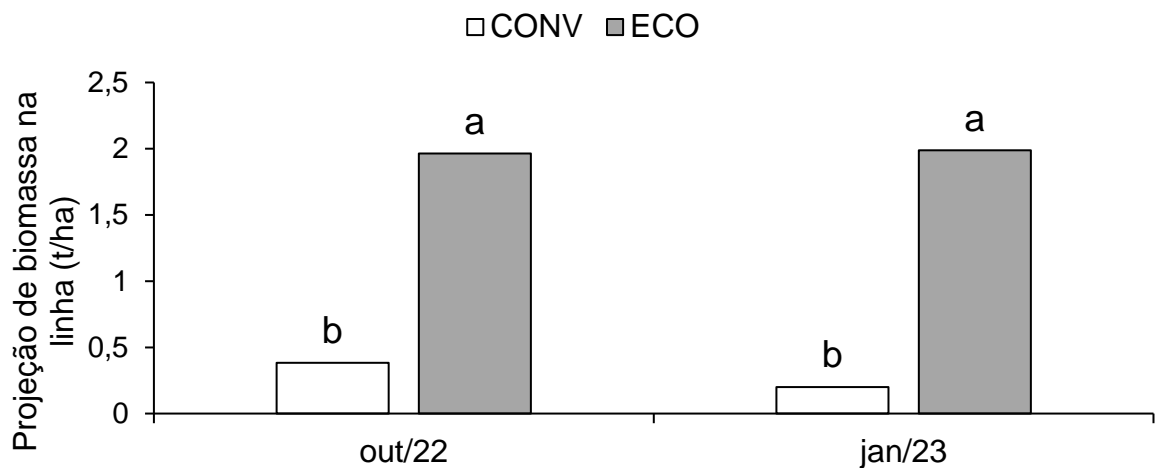


Figura 9. Deposição de biomassa na linha de plantio (ao redor das plantas de citros) pela roçadora ecológica (ECO) e pela roçadora convencional (CONV), na primeira (out/20) e segunda (jan/22) roçada. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada data não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Normalmente, a primeira roçada, realizada em outubro, não promove um incremento significativo de palhada na linha de plantio, pois, na grande maioria dos anos, durante esse período, não há o acúmulo de chuvas necessário para que a braquiária possa se desenvolver vigorosamente na entrelinha do pomar. Entretanto, esse período no ano de 2022 foi atípico, tendo em vista que as chuvas tiveram início mais precoce do que em anos anteriores, sendo assim, logo a primeira roçada realizada promoveu um significativo acúmulo de biomassa na linha de plantio dos citros (ECO).

Vale salientar que em ambas as datas de roçada houve uma diferença significativa da deposição de biomassa na linha de plantio entre as duas roçadoras,

sendo um resultado já esperado, uma vez que a ECO direciona a deposição de biomassa para a linha de plantio (Figura 10A) formando uma camada de *mulch* 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 (Figura 10B).



Figura 10. Deposição de biomassa na faixa da linha de plantio 60 dias após a segunda roçagem do ano agrícola do experimento nas parcelas da (A) roçagem ecológica – ECO e (B) roçagem convencional – CONV.

6.2. Infestação e controle de plantas daninhas

Foram identificados na área experimental durante este trabalho 36 espécies de plantas daninhas (Anexo I). Dentre estas espécies as cinco principais daninhas presentes foram a ALRTE [*Althernanthera tenella* Colla], BRAUD [*Urochloa decumbens*], BRAUR [*U. ruziziensis*], CHRSS [*Chloris elata* (Desv.)], COMBE (*Commelina benghalensis* L.) e PANMA [*Panicum maximum*].

Para os dados de controle de plantas daninhas, houve interação dupla entre os tipos de roçagens de entrelinhas e os programas de controle de plantas daninhas, tanto no manejo da primavera ($p < 0,05$), quanto do verão ($p < 0,001$).

Dentre os tratamentos, nota-se que apenas o manejo de PRÉ e o manejo combinado de PRÉ+PÓS em ambas roçadoras apresentaram um controle eficiente das plantas daninhas ao longo do período de avaliação após o primeiro controle, chegando a manter uma eficiência de controle de 89% no tratamento de PRÉ

associado com a CONV e de 100% no PRÉ associado com a ECO e no PRÉ+PÓS (Figura 11).

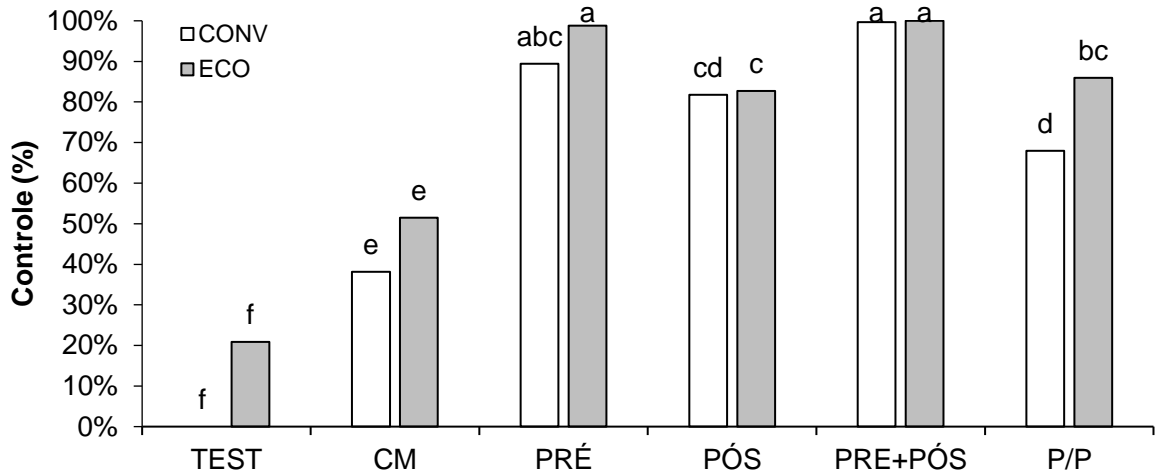


Figura 11. Interação entre os tipos de roçadora ecológica (ECO); convencional (CONV) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas, após a primeira aplicação (primavera; out/22). TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As letras representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Após a primeira aplicação dos tratamentos na primavera, os resultados iniciais demonstraram que todos os tratamentos que empregaram métodos de controle químico e/ou físico das plantas daninhas alcançaram um controle populacional superior em comparação testemunha (TEST) (Figura 11). Nos tratamentos de ECO e CONV, pode-se observar que o único tratamento dos programas de controle que diferiu entre as roçadoras após a primeira aplicação foi o tratamento de P/P associado ao uso da ECO (+18%).

Em função dos resultados destacados, deve-se salientar a importância do conhecimento e escolha adequada dos herbicidas a serem utilizados, levando em consideração as características do herbicida, época de aplicação e o tipo de manejo em que a cultura está inserida, sendo assim, o controle eficiente das plantas daninhas vistos nos tratamentos PRÉ e PRÉ + PÓS em ambos os tipos de roçagem está diretamente relacionado a utilização dos herbicida residual sulfentrazone (PRÉ), que possui baixo K_{oc} e K_{ow}, além de média a alta solubilidade em água (Tabela 3), o que o qualifica, respectivamente, como um herbicida com menor afinidade à matéria

orgânica (MO) (*mulch* e solo) e maior potencial de lixiviação, permitindo sua translocação pelos resíduos da cobertura vegetal e alcance a camada do banco de semente do solo (~5 cm de profundidade) (WHALEN et al. 2020).

Para os manejos realizados durante o verão, verificou-se novamente que todos os tratamentos proporcionaram um controle mais eficiente em relação a TEST (Figura 12). Destaca-se o uso da ECO, onde obteve maior controle das plantas daninhas no tratamento PRÉ, incrementando o controle em 17% em relação a CONV.

O aumento no controle das plantas daninhas observado nesse tratamento (PRÉ associado a ECO) (Figura 12) pode ser explicado tanto pelo acúmulo de palhada proporcionada pela roçadora ecológica, quanto pelo residual ainda presente no solo do herbicida pré emergente utilizado na primeira aplicação (sulfentrazone).

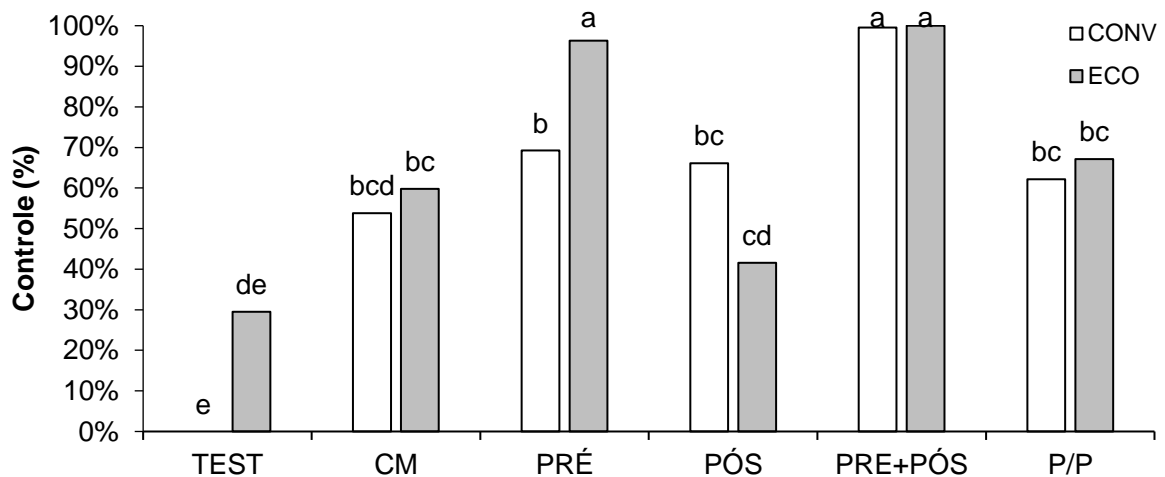


Figura 12. Interação entre os tipos de roçadora ecológica (ECO); convencional (CONV) e os programas de controle para a densidade de plantas daninhas, após a segunda aplicação (verão; jan/23). TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré-emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré + Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. As letras representam a diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Durante a segunda aplicação, o tratamento que teve maior destaque foi o PRÉ+PÓS, mostrando índices de controle praticamente absolutos, independentemente do uso das roçadoras. A combinação desses herbicidas proporcionou um espectro de controle mais amplo, uma vez que os tratamentos individuais apresentaram níveis de controle mais baixos, com exceção do PRÉ (ECO) (Figura 12).

O controle das plantas daninhas observado ao utilizar a roçagem ecológica (ECO) é atribuído ao *mulch* formado pela projeção da biomassa produzida nas entrelinhas do pomar, o qual exerce um efeito supressor. Esses efeitos podem ser de natureza física, química ou biológica, dependendo do tipo de cultura de cobertura empregada e da quantidade de biomassa disponibilizada na linha de plantio pela utilização da roçadora ecológica (MARTINELLI et al. 2017). Além da redução da densidade de plantas daninhas, tanto por proporcionar uma barreira física na superfície do solo, que dificultará ou inviabilizará a germinação de certas espécies (TEASDALE et al., 1991; TEASDALE e MOHLER, 2000), quanto pela liberação de substâncias alelopáticas, que inibem ou diminuem germinação das plantas daninhas (VILLELA et al., 2021), o *mulch* pode promover outros benefícios à cultura do citros, como, o aumento da fertilidade, melhoria das condições físico-químicas do solo e permanência da umidade do solo por um maior período (AZEVEDO et al. 2020).

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 boa interação com a palhada da *U. ruziziensis*, tornando 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.

A efetividade da utilização dos herbicida indaziflam e saflufenacil em conjunto, já havia sido comprovada em trabalhos realizado na Flórida por JHALA *et al.* (2013), realizados em casa de vegetação, onde se obteve resultado no controle de diversas espécies de plantas daninhas, quando feito o uso da mistura destes herbicidas, no entanto, nesses experimentos houve a utilização de um terceiro herbicida na mistura, sendo ele o glufosinate. Porém, em recentes estudos realizados por MARTINELLI (2021), foi constatado que a utilização da mistura de indaziflam e saflufenacil, sem a utilização do glufosinate, promoveu altos níveis de controle das plantas daninhas em pomares de citros, auxiliando também na depleção do banco de sementes do solo (Figura 13). Ao analisar-se o excelente controle obtido pelo tratamento PRÉ + PÓS pode-se inferir que a incrementação do herbicida clethodim à mistura de indaziflam e saflufenacil, proporcionou um melhor controle das plantas daninhas.

Quanto aos herbicidas residuais utilizados na segunda aplicação, pode-se destacar que o indaziflam apresenta baixos valores de solubilidade e eficiência de octanol-água (K_{ow}), além de valores médios de adsorção no solo (K_{oc}), enquanto o diuron possui baixa solubilidade, valores médios de K_{oc} e altos valores de K_{ow} (Tabela 3). Isso indica que ambos são herbicidas com baixo potencial de lixiviação. No entanto, eles diferem em sua interação com a matéria orgânica (MO). Segundo JHALA e SINGH (2012), o indaziflam é considerado mais móvel no perfil do solo quando influenciado pela precipitação pluvial, mesmo sendo de baixa solubilidade, e pode demonstrar níveis mais altos de controle. Isso se deve ao fato de o indaziflam ser derivado de um ácido fraco, ou seja, $pK_a < pH$ do solo (Tabelas 1 e 3), indicando alta ionização, com a maioria do herbicida disponível em forma dissociada (aniônica). Isso o coloca em competição com a carga líquida negativa da superfície do solo e da MO, o que acarreta menor capacidade de sorção e maior disponibilidade na solução do solo. Por outro lado, 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, que faz com que o diuron fique mais sorvido nessa situação, ficando menos disponível na solução solo (WAUCHOPE et al., 2002).

Pela análise de componentes principais (ACP) das plantas daninhas, foi possível observar que somente a BRADC+BRAUR e ALRTE foram as espécies que predominaram durante o ano, além de compor a maior parte da variância (97,74%) (Figura 13). O aumento de BRADC+BRAUR foi observado em ambas as testemunhas somente, enquanto a ALRTE foi mais influenciada, primeiramente pelo tratamento PÓS em conjunto com a ECO, seguida do CM com ambas as roçagens e ao PÓS em conjunto com a CONV. Sobre as braquiárias, a predominância destas nas testemunhas é explicada pela BRADC ter histórico na área, enquanto a BRAUR ter sido implantada na entrelinha como cultura de cobertura. No entanto, a ALRTE pode ter sido influenciada pela falta de luminosidade causada pelo *mulch*, visto que há relato que a ausência de luz é responsável por maiores níveis de germinação total e de velocidade de germinação desta espécie (VIVIAN et al., 2008). Além disto, a ALRTE é considerada como tolerante ao glyphosate, herbicida presente no tratamento PÓS (LUCIO et al., 2019). Ainda, é possível observar que a maioria dos tratamentos com herbicidas residuais PRÉ e PRÉ+PÓS agrupam-se opostamente às principais plantas daninhas, demonstrando que nestes tratamentos nenhuma espécie se destacou, ou

seja, não houve escapes significativos de plantas daninhas, demonstrando o bom controle geral.

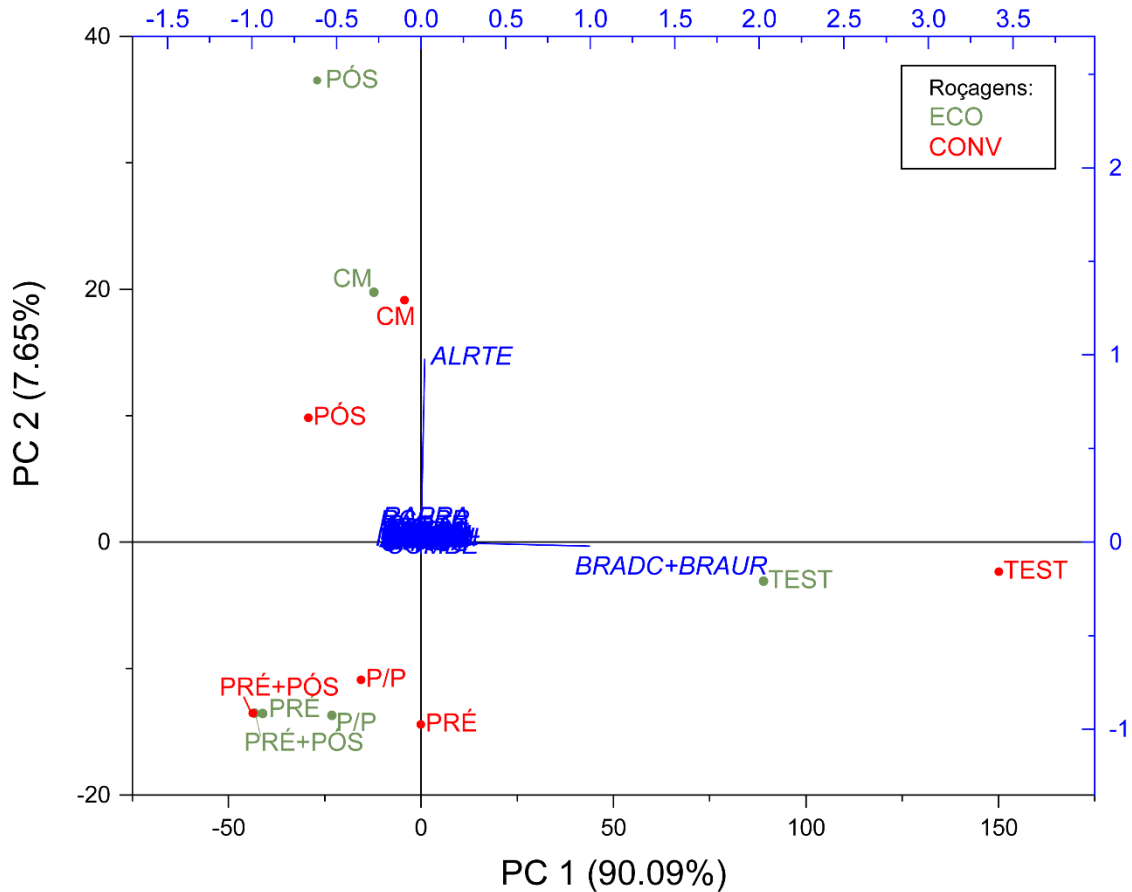


Figura 13. Biplot da análise de componentes principais (ACP) por meio da matriz de covariância, para as principais espécies de plantas daninhas observadas em campo. ALRTE (*Althernanthera tenella*), BRADC (*Urochloa decumbens*), BRAUR (*U. ruzizensis*).

6.3. Banco de sementes de plantas daninhas

Para o número de sementes viáveis no perfil superficial do solo, verifica-se que houve diminuição do mesmo para quase todos os tratamentos, tanto na comparação com a testemunha (CONV + TEST), quanto na comparação dos programas de controle associados com os dois tipos de roçagens (Figura 11 e 12). Primeiramente, observa-se uma depleção de 43% do banco de sementes na própria TEST associada a ECO, assim como no CM em associação com ambas as roçagens (comparado a TEST+CONV). Isto confirma que o efeito isolado da ECO e do CM são capazes de suprimir as plantas daninhas, e que este efeito perdura de modo a diminuir o banco

de sementes, que se trata do resultado mais desejado para controle de plantas daninhas.

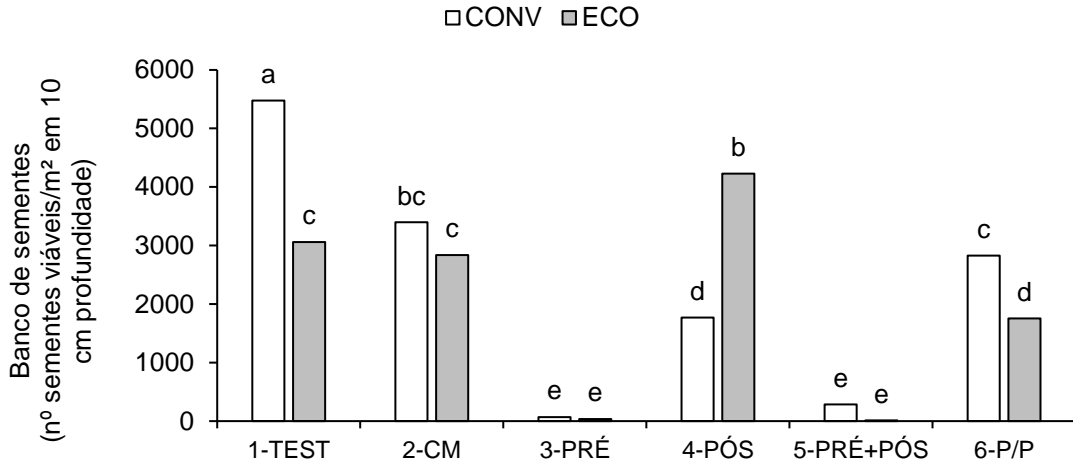


Figura 14. Interação dupla entre os tipos de roçagem de entrelinha e os programas de controle de plantas daninhas no banco de sementes de plantas daninhas (nº de plântulas emergidas m⁻² de solo na camada de 10 cm). ECO: roçagem ecológica; CONV: roçagem convencional; TEST: testemunha; CM: controle mecânico com roçadora costal; PRÉ: sulfentrazone (primavera), indaziflam (verão); PÓS: glyphosate (primavera), saflufenacil + clethodim (verão); PRÉ+PÓS: sulfentrazone + glyphosate (primavera), indaziflam + saflufenacil+ clethodim (verão); P/P: flumioxazin (primavera), diuron + clethodim (verão). Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Dentre o manejo com os herbicidas, observa-se que o PÓS + CONV foi eficaz na redução do banco de sementes, com 68% de depleção comparando com TEST+CONV, porém, menos eficiente quando associado com a ECO com redução de 23% (Figura 13). Isto é devido aos acréscimos da densidade populacional deste tratamento, ou seja, a presença da palhada na linha de plantio faz com que haja a seleção de algumas espécies de plantas daninhas conforme demonstrado neste trabalho (Figuras 11 a 13). Há a possibilidade de espécies que possuem como características a germinação não fotoblástica ou fotoblástica negativa, além de espécies que podem ter seu desenvolvimento pela maior presença de potássio no solo, disponibilizados pela degradação da palhada (como o *Raphanus raphanistrum* (nabiça)) e pelo fato de neste tratamento não haver a presença de resíduos de

herbicidas no solo, houve um acréscimo da quantidade de sementes viáveis quando associado a roçagem ecológica (CORREIA et al. 2006). Porém, com a adição de herbicidas pré-emergentes com a ECO, a eficácia de controle que foi demonstrada durante todo o estudo, é corroborada pelos maiores níveis de depleção do banco de sementes. O PRÉ e o PRÉ+PÓS, independentemente do tipo de roçagem, foram responsáveis pela diminuição em 99% do banco de sementes. O P/P, quando comparados com a testemunha (CONV + TEST), foi responsável pela diminuição de 48% do banco de sementes, e quando associado a ECO essa diminuição chegou a 68%.

Pela análise de componentes principais (ACP) das plantas daninhas do banco de sementes, foi possível observar que RAPRA, ELEIN, ALRTE, AMARE, RCHBR foram as espécies que predominaram, além de compor a maior parte da variância (86,52%) (Figura 15).

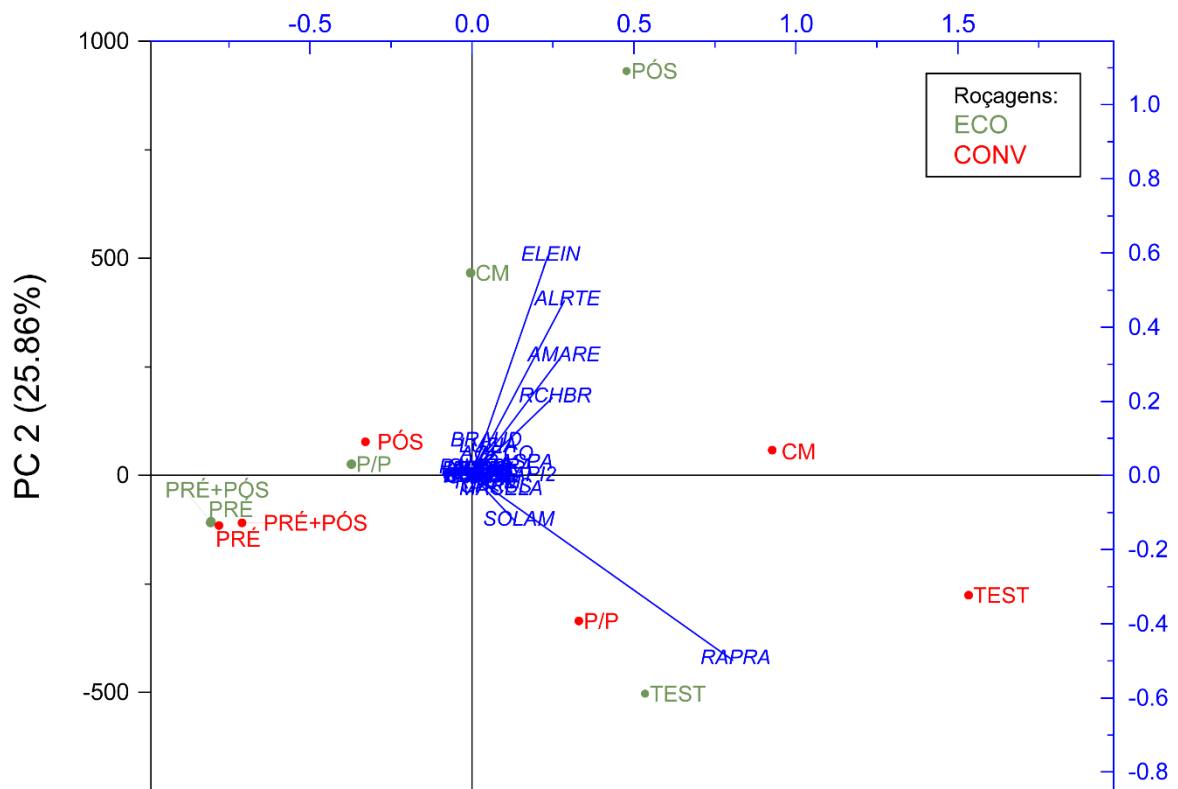


Figura 15. Biplot da análise de componentes principais (ACP) por meio da matriz de covariância, para as principais espécies de plantas daninhas do banco de sementes. AMARE: *Amaranthus retroflexus*, BRADC: *Urochloa decumbens*, ELEIN: *Eleusine indica*, RAPRA: *Raphanus raphanistrum*, RCHBR: *Richardia brasiliensis*, SOLAM: *Solanum americanum*.

Primeiramente, para a RAPRA, é possível verificar que independentemente do tipo de roçagem associada, foi a espécie com maior número de sementes, demonstrando como essa espécie é prolífica (LIMA et al. 2007); além disto, grande número de sementes desta espécie tem ocorrência no CM e P/P, ambos com a CONV (Figura 13). Para as demais, ELEIN, ALRTE, AMARE, RCHBR, é possível observar a tendência destas espécies aumentarem suas populações principalmente no PÓS associado a ECO, e no CM, independentemente da roçagem. Isso demonstra que tais espécies podem ser selecionadas pelo manejo de *mulch* com os herbicidas PÓS aqui utilizados, além da possibilidade de serem selecionadas pelo efeito físico de controle do CM (SILVA, 1999). De maneira geral, assim como para a comunidade infestante, avaliada em campo, também é possível observar que os tratamentos com herbicidas residuais PRÉ e PRÉ+PÓS, se agrupam opostamente às principais plantas daninhas, demonstrando o bom controle geral.

Sendo assim, pelo método de manejo proposto, com a utilização da roçadora ecológica, e conseqüentemente, se adequando aos princípios da agricultura conservacionista, em que não há o revolvimento do solo (MARTINELLI et al., 2017, AZEVEDO et al., 2020), ocorre o aumento da concentração do banco de sementes na superfície do solo ao longo do tempo. Como já foi mencionado ao longo deste trabalho, os resíduos da cobertura vegetal das entrelinhas, ao serem direcionados a faixa de plantio, promovem certos níveis de controle de plantas daninhas, entretanto, para que seja possível prevenir que as plantas daninhas alcancem altos níveis de infestação, faz-se necessário a utilização de herbicidas residuais (TEASDALE et al., 1991).

Nesse estudo, foi possível notar que os herbicidas residuais são os que possuem maior efetividade para a depleção do banco de sementes, além disso, a roçagem ecológica se mostrou muito eficiente em um curto espaço de tempo (6º ano de manejo), dessa forma, entende-se que o programa proposto entre a interação dos herbicidas residuais com a utilização da roçadora ecológica é viável tecnicamente. Este fato é de extrema importância, uma vez que a dinâmica da população de plantas daninhas é diretamente influenciada pelo impacto de um programa específico de controle, cujo principal efeito é a redução do potencial de produção de sementes (BALL, 1992). Isso ocorre porque o aumento gradual do banco de sementes no solo ao longo do tempo tem um impacto negativo na sustentabilidade de qualquer

estratégia de controle, o que pode levar à persistência contínua de uma espécie em particular, mesmo que em uma escala mínima (NORSWORTHY et al., 2018).

6.4. 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 (2022/2023) (Figura 16), apresentando um volume médio de $8,3 \text{ m}^3$.

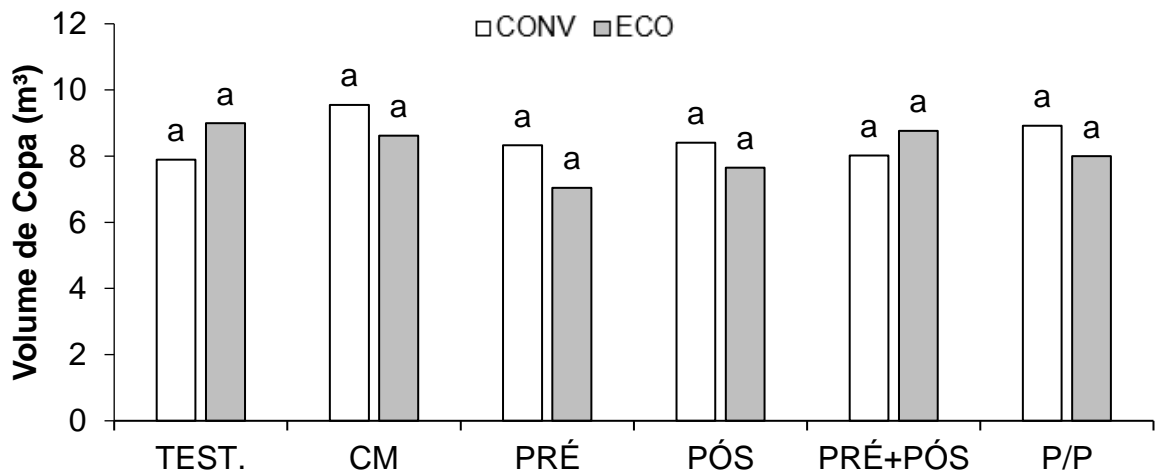


Figura 16. Volume de copa (m^3) das plantas de laranjeira Hamlin submetidas a dois tipos de roçagens de entrelinha e cinco programas de controle de plantas daninhas em pomar estabelecido de laranjeira Hamlin. TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Quando se analisa o uso das roçadoras, na produtividade das plantas de citros, pode-se observar que houve diferença quando utilizou a ECO nos tratamentos PRÉ, PÓS e PRÉ+PÓS. O tratamento PRÉ+PÓS (ECO) obteve uma produtividade de 35 t ha^{-1} , sendo o tratamento mais produtivo entre os demais, tendo um ganho de aproximadamente 7 t ha^{-1} (Figura 17). Em relação aos tratamentos de controle de daninhas os únicos tratamentos que não apresentaram diferença estatística, quando comparado a testemunha (CONV), foram o CM(ECO), PÓS(CONV) e P/P em ambas as roçadoras.

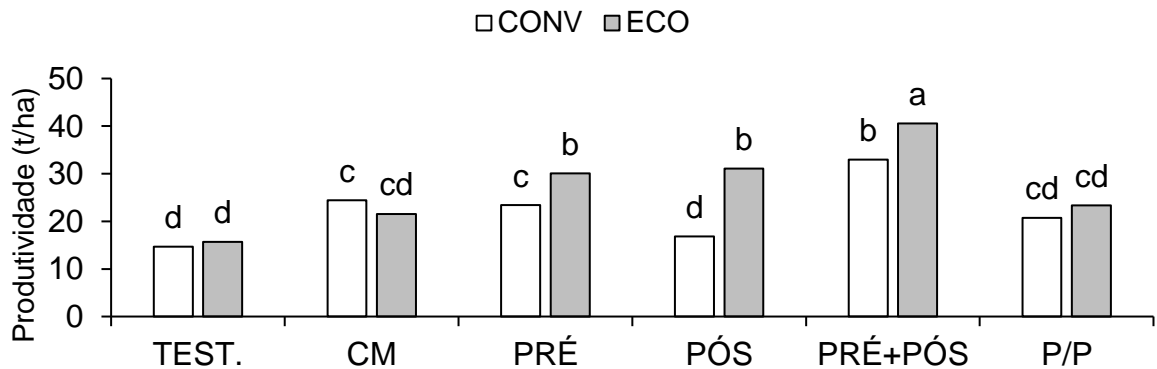


Figura 17. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) das plantas de laranja Hamlin submetidas a dois tipos de roçagens de entrelinha e cinco programas de controle de plantas daninhas em pomar estabelecido de laranja Hamlin. TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Ao analisar a eficiência produtiva pode se observar que o PRÉ(ECO), PÓS(ECO) e o PRÉ+PÓS em ambas as roçadoras, foram os tratamentos que mais geraram produção por m^3 , comprovando que a alta produtividade também refletiu na eficiência produtiva das plantas (Figura 18).

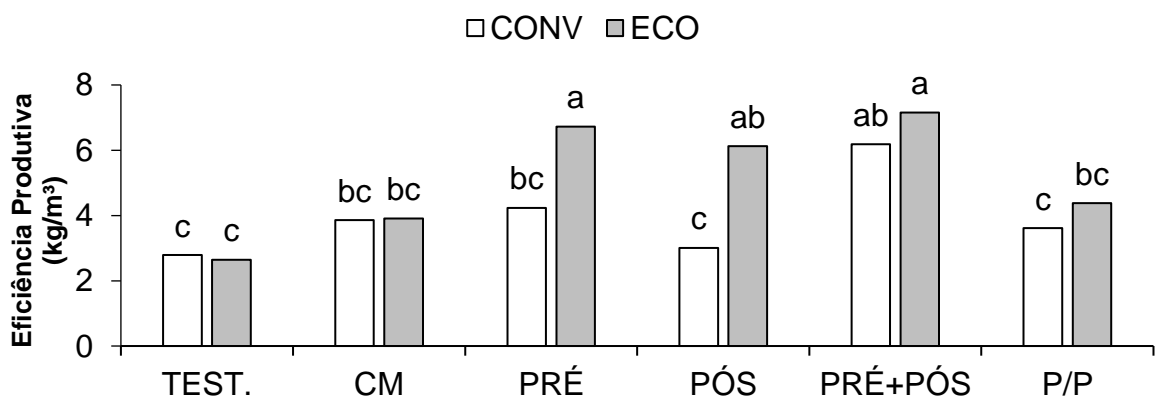


Figura 18. Eficiência Produtiva (kg/m^3) das plantas de laranja Hamlin submetidas a dois tipos de roçagens de entrelinha e cinco programas de controle de plantas daninhas em pomar estabelecido de laranja Hamlin. TEST: testemunha; CM: controle mecânico; PRÉ: Pré emergente; PÓS: Pós emergente; PRÉ+PÓS: Pré+ Pós emergente; P/P: Pré e Pós emergente. Médias seguidas da mesma letra dentro de

cada tratamento não diferem entre si pela diferença honestamente significativa do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

6.5. Considerações finais

O manejo de plantas daninhas proposto nesse trabalho é viável, uma vez que apresenta bons níveis de controle e engloba uma forma mais sustentável de manejo, no entanto, é importante salientar que, para utilização dos herbicidas pré emergentes utilizados (sulfentrazone e indaziflam) deve-se atentar a variedade de citros contida no pomar, uma vez que, a utilização desse herbicidas em variedades de maturação tardia, como por exemplo a laranja pêra natal, pode acarretar em resíduos dessas moléculas nos frutos, fator esse que inviabiliza seu consumo e conseqüentemente sua comercialização. Dessa forma, o manejo elucidado nesse trabalho pode ser adotado quando se tratam de variedades precoces e meia estação.

Outro fator importante de ser comentado é alguns dos herbicidas utilizados nesse trabalho, como por exemplo o indaziflam, não podem ser aplicados em pomares com menos de dois anos, pois pode acarretar alta fitotoxicidade e até a morte das mudas. No entanto, a aplicação em pomares adultos é totalmente segura, desde que realizada na dosagem e forma adequada.

7. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo confirmam a hipótese inicial e concluem que existe uma interação positiva entre a roçagem ecológica e várias modalidades de controle de plantas daninhas, tanto físicas quanto químicas. No entanto, observou-se que o uso combinado de herbicidas residuais e pós-emergentes proporciona um controle mais eficaz das plantas daninhas por um período prolongado, resultando em um incremento na produtividade das plantas de laranja Hamlin.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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)**. Acessado em: 08 de junho, 2023.

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. 304, 2020.

ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R., FERNÁNDEZ-MORENO, P. T. E OZUNA, C. V. Target and nontarget site mechanisms developed by glyphosate-resistant hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.). **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1492, 2016.

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

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

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.

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, p. 491, 2020.

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, p. 108, 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.

BAKER, H.G. Some aspects of the natural history of seed banks. In LECK, M. A. PARKER, V. T. E SIMPSON, R. L (Eds.), Ecology of soil seed banks p. 5-19, 1989.

BALL, D.A. Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. **Weed Science**, v.14, p.654-659, 1992.

BASF AGRICULTURE. Bula do herbicida Heat®. Disponível em: [Not Found \(basf.com\)](#) Acesso em: 12 de julho, 2023

BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B. AND WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67 n. 1, p. 1–48, 2015.

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

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

CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, p.5-13, 1992.

CARVALHO, J. E. B., PAES, J. M. V., NEVES, C. S. V. J., MENEGUCCI, J. L. P. E SILVA, J. A. A. Práticas culturais. In D. Mattos Jr, J. D. De Negri, R. M. Pio e J. Pompeu Jr, Citros. p. 449- 482, 2005. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundag.

CHIAVEGATO, L. G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, p. 813-816, 1986.

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

CHRISTOFFOLETI, P. J., NICOLAI, M., LÓPEZ-OVEJERO, R. F., BORGATO, E. A., NETTO, A. G., E DE MELO, M.S.C. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas: Termos e Definições Importantes. In P. J. Christoffoleti e M. Nicolai (4ed.), **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas** p.11-32, 2016.

CORREIA, N. M., DURIGAN, J. C., & KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245–253, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (2009). **The lurking menace of weeds**. <http://www.fao.org/news/story/en/item/29402/icode/>. Acessado em: 06 de junho, 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (2021). **Production of Oranges: top 10 producers** <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acessado em: 19 de junho, 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (2021B). **Conservation Agriculture**. Disponível em: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/> . Acessado em: 08 de junho, 2023.

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

HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org, 2021. Acessado em 09 de junho, 2023.

HOBBS, P. R., SAYRE, K. E GUPTA, R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, p. 543- 555, 2008.

HOTHORN, T., BRETZ, F., WESTFALL, P., HEIBERGER, R. M., SCHUETZENMEISTER, A., SCHEIBE, S., & HOTHORN, M. T. Package ‘multcomp’. **Simultaneous inference in general parametric models. Project for Statistical Computing, Vienna, Austria**, 2016.

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.

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.

JOLLIFFE, I. T. Principal Component Analysis, 2nd, edn. New York: Springer-Verlag
Liebman, M. e Davis, A.S. Integration of soil, crop and weed management in low-input farming systems. **Weed Research**, v. 40, p. 27-47, 2002.

KUZNETSOVA A., BROCKHOFF P.B. AND CHRISTENSEN, R.H.B. ImerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. **Journal of Statistical Software**, v. 82, p. 1-26, 2017.

LENGTH, R., SINGMANN, H., LOVE, J., BUERKNER, P. AND HERVE, M. Emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. **R package version**, v. 1, n. 1, p. 3, 2018.

LIMA, J. D., ALDRIGHI, M., SAKAI, R. K., SOLIMAN, E. P., MORAES, W. S. COMPORTAMENTO DO NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus* L.) E DA NABIÇA (*Raphanus raphanistrum* L.) COMO ADUBO VERDE. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 1, p. 60-63, 2007.

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, p. 217-231, 2019.

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (2017). Agrofit 2003: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Brasília, Disponível em: <http://agricultura.gov.br/agrofit>. Acesso 20 de julho. 2023.

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agrofit 2003: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** (2021). Disponível em: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acessado em: 07 de junho, 2023.

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.Com 136 produtos, registro de defensivos de baixo impacto bate novo recorde em 2022.** (2022). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-136-produtos-registro-de-defensivos-de-baixo-impacto-bate-novo-recorde-em-2022> . Acessado em: 19 de junho, 2023.

MARTINELLI, R., manejo sustentável de plantas daninhas em citros: implicações do glyphosate no metabolismo da cultura e estratégias de controle. **Tese de Doutorado. INSTITUTO AGRONÔMICO**, 2021.

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. 2, p. 260-268, 2017.

MARTINELLI, R.; RUFINO, L.R., JR.; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; DA CONCEIÇÃO, P.M.; MONQUERO, P.A.; DE AZEVEDO, F.A. Glyphosate Excessive Use Affects Citrus Growth and Yield: The Vicious (and Unsustainable) Circle in Brazilian Orchards. **Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 453, 2022.

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. **Weed science: principles and practices**. 4.ed. John Wiley e Sons, 2002.

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, 99 p, 2003.

MONQUERO, P.A. E SILVA, A. Levantamento fitossociológico e banco de sementes das comunidades infestantes em áreas com culturas perenes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 315- 321, 2007.

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

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. (2007). **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.

- Origin(Pro). (2020). Version 2019b. OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA.
- RODRIGUES, B.N. E ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. Londrina: edição dos autores, p. 764, 2018.
- SANCHES, A. C. Conservação do solo em pomares cítricos. Em Seminário internacional de citros, 5. Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, p.167-187, 1998.
- 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
- SHANER D. L., Herbicide handbook. **Lawrence: Allen Press.**, v.10, n. 1, p. 513, 2014.
- SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F. Controle de plantas daninhas. Brasília, DF: **ABEAS**; Viçosa, MG: UFV, p. 2260, 1999.
- SILVA, J. A. A., DONADIO, L. C. E CARLOS, J. A. D. (1999). Adubação verde em citros (**Boletim Citrícola, 9**). Jaboticabal: FUNEP
- 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 capimbraquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 657-668, 2006.
- TEASDALE, J. R. E PILLAI, P. 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, 2005.
- 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.
- TERSI, F. E. A. (2001). Manejo do solo e plantas daninhas na citricultura: da implantação à reforma de pomares (**Boletim Citrícola n.18**). Jaboticabal: FUNEP.
- VENCILL, W. K., NICHOLS, R. L., WEBSTER, T. M., SOTERES, J. K., MALLORY-SMITH, C., BURGOS, N. R., ... E MCCLELLAND, M. R. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, v. 60 (sp1), p. 2-30, 2012.

- 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. 02, p. 260-270, 2021.
- VOLL, E., GAZZIERO, D. L. P. E KARAN, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Sob manejos de solo e de herbicidas. I. Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 1387-1396, 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.
- ZUUR, A. F., IENO, E. N. E SMITH, G. M. Principal component analysis and redundancy analysis. In Zuur, A., Ieno, E. N., Smith, G. M. **Analysing ecological data**, p. 193-224, 2007.

ANEXO A

Espécies de plantas daninhas identificadas no experimento com a relação dos casos de resistência à herbicidas já relatados.

Família / Código EPPO ^a / Nome científico		Nome comum	Casos de Resistência (HRAC/WSSA MoA) ^b	Ref.
Amaranthaceae				
ALRTE	<i>Alternanthera tenella</i>	apaga-fogo		
AMACH	<i>Amaranthus hybridus var. patulus</i>	caruru-branco	2 4 5 6 9 14	c
AMADE	<i>Amaranthus deflexus</i>	caruru-		
AMARE	<i>Amaranthus retroflexus</i>	rasteiro		
		caruru-gigante		
AMAVI	<i>Amaranthus viridis</i>	caruru-de-mancha	2 5 6 7 9 14	c, d
CHEAL	<i>Chenopodium album</i>	ançarinha-branca	2 4 5 7	c
Asteraceae				
AGECO	<i>Ageratum conyzoides</i>	mentrasto	2	c
BIDPI	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto	2 5 9 22	c, e
EMISO	<i>Emilia fosbergii</i>	falsa-serralha		
ERICA	<i>Conyza canadensis</i>	buva	2 5 7 9 22	c
GASCI	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	botão-de-ouro		
GASPA	<i>Galinsoga parviflora</i>	picão-branco		
GNASP	<i>Gnaphalium coarctatum</i>	macela		
PTNHY	<i>Parthenium hysterophorus</i>	losna-branca	2 9	
SONOL	<i>Sonchus oleraceus</i>	serralha	2 4 9	c
TRQPR	<i>Tridax procumbens</i>	erva-de-touro	9	c
Brassicaceae				
LEPVI	<i>Lepidium virginicum</i>	mentruz	22	c
RAPRA	<i>Raphanus raphanistrum</i>	nabiça	2 4 5 9 12 15 27	
Caryophyllaceae				
STEME	<i>Stellaria media</i>		2 4 5	c
Commelinaceae				
COMBE	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba		
Convolvulaceae				
IPOQU	<i>Ipomoea quamoclit</i>	corda-de-viola		
IPOTR	<i>Ipomoea triloba</i>	corda-de-viola- miúda		
PHBPU	<i>Ipomoea purpurea</i>	corda-de-viola- roxa		
Cucurbitaceae				
MOMCH	<i>Momordica charantia</i>	Melão-de-São- Caetano		
Cyperaceae				

Anexo A (Continuação)										
CYPIR	<i>Cyperus iria</i>	tiririca	2						c	
CYPRO	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca								
Euphorbiaceae										
EPHHI	<i>Chamaesyce hirta</i>	erva-de-santa-luzia								
EPHHL	<i>Euphorbia heterophylla</i>	amendoim-bravo	2	7	9	14			c	
Lamiaceae										
MAXCH	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	hortelã-do-campo								
Malvaceae										
SIDRH	<i>Sida rhombifolia</i>	guanxuma								
SIDSP	<i>Sida spinosa</i>	guanxuma-branca	2						c	
MAVCO	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma								
SIDGZ	<i>Sida glaziovii</i>	guanxuma								
SIDSP	<i>Sida santaremnensis</i>	guanxuma-grande								
Oxalidaceae										
OXALA	<i>Oxalis latifolia</i>	trevo								
Phyllanthaceae										
PYLTE	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra-pedra								
Poaceae										
BRADC	<i>Urochloa decumbens</i>	capim-braquiária								
BRARU	<i>Urochloa ruziziensis</i>	capim-braquiária								
CCHEC	<i>Cenchrus echinatus</i>	capim-carrapicho								
CHRSS ^f	<i>Chloris elata</i>	capim-branco	9							
CYNDA	<i>Cynodon dactylon</i>	grama-seda								
DIGHO	<i>Digitaria horizontalis</i>	capim-colchão								
DIGIN	<i>Digitaria insularis</i>	capim-amargoso	1		9				c	
ELEIN	<i>Eleusine indica</i>	capim-pé-de-galinha	1	2	3	5	9	10	14	22
										c
PANMA	<i>Panicum maximum</i>	capim-colonião								
SETGE	<i>Setaria parviflora</i>	capim-rabo-de-raposa								
Portulacaceae										
POROL	<i>Portulaca oleracea</i>	beldroega	5	7						c
Rubiaceae										
RCHBR	<i>Richardia brasiliensis</i>	poaia-branca								
Solanaceae										
SOLAM	<i>Solanum americanum</i>	maria-pretinha	22							c

a: Código EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (ex- 'código Bayer');

b: Classificação Global de Herbicidas por Modo de Ação pelo Comitê de Ação de Resistência a Herbicidas / Weed Science Society of America; c: [Heap \(2021\)](#); d: [Alcántara-de la Cruz et al. \(2016\)](#); e: [Alcántara-de la Cruz et al. \(2020\)](#); f: Código para *Chloris* sp., pois *C. elata* não possui código EPPO.

Alcántara-de la Cruz, R., Amaral, G. S., Oliveira, G. M., Rufino, L. R. e Azevedo, F. A., Carvalho, L. B., Silva, M. F. G. F. (2020). "Glyphosate Resistance in *Amaranthus viridis* in Brazilian Citrus Orchards". *Agriculture* 10(7): 304.

