

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS EM POMAR DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI'**

Maria Beatriz Bernardes Soares

Engenheira Agrônoma

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS EM POMAR DE LIMA ÁCIDA ‘TAHITI’**

Discente: Maria Beatriz Bernardes Soares

Orientador: Prof. Dr. Silvano Bianco

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

2020

S676p Soares, Maria Beatriz Bernardes
Períodos de interferência de plantas daninhas em
pomar de lima ácida 'Tahiti' / Maria Beatriz Bernardes
Soares. -- Jaboticabal, 2020
124 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal
Orientador: Silvano Bianco

1. Agronomia. 2. Fisiologia Vegetal. 3. Citrus latifolia
Tanaka. 4. Plantas Competição. 5. Glifosato. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca
da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM POMAR DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI'

AUTORA: MARIA BEATRIZ BERNARDES SOARES

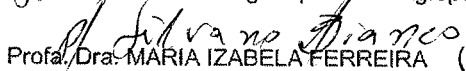
ORIENTADOR: SILVANO BIANCO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. SILVANO BIANCO

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal



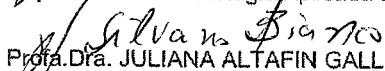
Profa. Dra. MARIA IZABELA FERREIRA (VIDEOCONFERÊNCIA)

Departamento de Ciências Exatas-UNIFIPA / Catanduva/SP



Profa. Dra. PRISCILA LUPINO GRATÃO

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. JULIANA ALTAFIN GALLI (VIDEOCONFERÊNCIA)

APTA-SAA Pólo Regional Centro Norte / Pindorama/SP



Dra. MARILUCE PASCOINA NEPOMUCENO

Agrônoma Autônoma / Jaboticabal/SP

Jaboticabal, 18 de junho de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA BEATRIZ BERNARDES SOARES – nascida em 13 de setembro de 1980, na cidade de Araraquara, Estado de São Paulo, filha de Maria Rosa Motta Bernardes Soares e Sergio Iraíde Bernardes Soares. Graduiu-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV) no ano de 2002. Foi bolsista PIBIC/CNPq de iniciação científica na área de microbiologia agrícola durante a graduação. Depois de formada atuou em diversas áreas na iniciativa privada como comercialização, controle de qualidade, *supply chain* e consultoria até ingressar, no ano de 2008, na Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA) da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA-SP), na função de Pesquisadora Científica em Fitotecnia e desde então se dedica à pesquisa científica na área de competição de plantas, biologia, ecologia e manejo de plantas daninhas em diferentes culturas, com ênfase em cana-de-açúcar, mandioca e lima-ácida Tahiti. No ano de 2014 concluiu o curso de Mestrado em Agronomia com ênfase na área de Produção Vegetal junto a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Campus de Jaboticabal na linha de pesquisa de Matologia sob a orientação do Prof.Dr Silvano Bianco. No ano de 2016 ingressou no curso de doutorado na mesma instituição, e também sob a orientação do Prof.Dr. Silvano Bianco estudou a influência quali-quantitativa da matocompetição na cultura da lima ácida Tahiti, cujos resultados estão apresentados nesta Tese, a qual submeteu à banca examinadora em junho de 2020, para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Produção Vegetal).

*'Debulhar o trigo
Recolher cada bago do trigo
Forjar no trigo o milagre do pão
E se fartar de pão*

*Decepar a cana
Recolher a garapa da cana
roubar da cana a doçura do mel
Se lambuzar de mel*

*Afagar a terra
Conhecer os desejos da terra
Cio da terra propícia estação
E fecundar o chão'*

(Chico Buarque)

A minha querida família: meu esposo, meus pais,
irmãos e cunhadas pelo apoio e companheirismo
durante todas as etapas do meu trabalho, contribuindo
de todas as maneiras possíveis para meu o meu sucesso
profissional e realização pessoal.

DEDICO

A meu pai *Sérgio*,
obrigada por tanto apoio,
compreensão e amor irrestritos.
Fundamentais para chegar até aqui.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, sobretudo, por ter tido tantas oportunidades.

Agradeço imensamente à minha família, meu marido Fábio, meus irmãos Serginho e Pedro, minhas cunhadas Monique e Fernanda, por acreditarem no meu potencial, me apoiarem, incentivarem e não medirem esforços para fazerem as coisas acontecerem pra mim, por toda a vida e principalmente a meus pais Sergio e Maria Rosa que me tornaram quem sou, pelo exemplo de caráter, determinação e por me ensinarem o valor do estudo, do empenho, da dedicação, e que por meio do conhecimento acessamos e exercemos nossa liberdade.

A todos os familiares que sempre caminharam a meu lado e nunca deixaram o ânimo esmorecer, aos meus avôs que a seu modo incutiram a semente da ciência em mim, a curiosidade e a busca por respostas e as avós que, cada uma a seu modo, me deram aulas de resiliência e tolerância. Meus tios e primos que sempre tiveram presentes e sempre tiveram uma palavra de afeto.

À UNESP que me permitiu desde meus 17 anos aprender mais que ciência, mais que minha profissão, mas também lições valiosas da vida, da convivência, da empatia e da amizade. Assim, aproveito em nome de todos os mestres que passaram por minha vida deixando suas marca, agradeço o Prof. Dr. Silvano Bianco, cuja paciência, confiança e doçura me guiou entre as duvidas e hesitações para esse desfecho maravilhoso. Obrigada ao Prof. Dr. Davi Rossatto pela paciência e por acreditar na proposta do trabalho e por ter me ensinado tanto, à Prof. Dra. Priscila Gratão pela riqueza de nuances que acrescentou ao trabalho e à Prof. Dra. Mariluce Nepomuceno pela sabedoria e presteza, devo muito a vocês. Obrigada aos amigos do LAPDA, que aqui agradeço na figura do Dr. Willians Carrega, que sempre que possível me ajudaram demais com equipamentos e conselhos.

Agradeço imensamente aos amigos de trabalho na APTA de Pindorama, aos Doutores Lúcio, Maria Teresa, Marcos, Rose, Solidete, Everton que participaram com seu tempo e disposição ideias, sugestões, correções e total apoio à realização do curso de doutorado e à realização deste trabalho e principalmente à Dra. Juliana Galli, minha grande amiga, que se engajou profundamente no projeto. Agradeço também aos demais colegas pesquisadores da APTA, do IAC, do Centro de Citricultura por enriquecerem meu trabalho como um todo.

Muito obrigada aos pesquisadores de outras instituições que fizeram parte deste trabalho também, aos docentes da UNIFIPA, representados pela minha amiga e parceira de trabalho Prof. Dra. Maria Izabela Ferreira, que foi uma das maiores incentivadoras do trabalho, sobretudo na parte laboratorial, com um entusiasmo contagiante.

Agradeço imensamente a todos os funcionários do Polo Centro Norte e do sítio MR3, representados pela figura do Flávio, que realmente fizeram o trabalho acontecer, sem os quais a execução e a qualidade dos trabalhos de campo ficariam impossíveis.

Agradeço os inúmeros estagiários e bolsistas que aprenderam um tanto e ensinaram outro tanto na nossa convivência, muito obrigada a todos, principalmente à Monica, à Carol, à Bruna e à Katia, em nome de todos os outros. Um beijo muito grande à Equipe Limãozinho, minhas boas amigas.

Agradeço aos pesquisadores e professores que formaram minhas bancas, seja de qualificação ou de defesa da tese, pessoas geniais com foco no resultado.

Agradeço os amigos de bancada na faculdade e aos amigos que a vida trouxe e que de todas as formas estenderam as mãos em todos os degraus que tive que subir para chegar tão longe.

Finalmente agradeço a todas as pessoas que colocaram um pouco da sua energia para que esse objetivo fosse alcançado. Muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Importância da citricultura e da lima entre as espécies citrícolas	3
Caracterização da Cultura.....	5
Interferência de plantas daninhas nas culturas	7
Fitossociologia das plantas daninhas.....	9
Efeitos diretos e indiretos da matocompetição	11
Manejo de plantas daninhas na lima ácida Tahiti	13
OBJETIVOS	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
Fitossociologia das plantas daninhas.....	19
Características biométricas das limeiras	21
Componentes da Produção	22
Qualidade dos Frutos	22
Parâmetros bioquímicos	23
Prolina Livre Foliar	23
Teor foliar de clorofila total (Índice SPAD).....	24
Parâmetros Fotossintéticos	24
Análises Estatísticas	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
Fitossociologia de plantas daninhas.....	25
Arranjos temporais de convivência e controle das plantas daninhas	32
Características biométricas das limeiras.....	32
Componentes da produção	38
Qualidade dos frutos.....	44
Parâmetros bioquímicos e fotossintéticos.....	50
Análise multivariada da biometria, produção e qualidade do fruto	62

Análise multivariada dos parâmetros bioquímicos e fotossintéticos	71
Interferência das plantas daninhas e seu manejo químico com glifosato em pomar de lima ácida Tahiti em período seco e chuvoso	78
Componentes da produtividade	78
Qualidade dos frutos	83
Parâmetros bioquímicos e fotossintéticos.....	88
CONCLUSÕES	97
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS	111

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM POMAR DE LIMA ÁCIDA TAHITI

RESUMO – Apesar da importância comercial da lima ácida Tahiti, ainda são poucas as pesquisas a respeito de práticas de cultivo, sobretudo sobre o manejo das plantas daninhas. Conhecer os períodos nos quais a interferência das plantas daninhas é mais significativa e a maneira mais adequada de manejá-las possibilita aperfeiçoar os tratos culturais para que a planta expresse o seu máximo potencial produtivo com menor custo. O objetivo dessa pesquisa foi conhecer a comunidade infestante, avaliar os efeitos de períodos de interferência das plantas daninhas e o uso do glifosato no controle das plantas daninhas em um pomar jovem de lima ácida Tahiti sobre suas características bioquímicas, fisiológicas, produtivas e qualitativas. O experimento foi instalado em março de 2018 e conduzido até fevereiro de 2020 em pomar comercial jovem de três anos de idade, no município de Pindorama-SP. Para definição dos períodos de convívio com as plantas daninhas, tomou-se como referência o balanço hídrico da região, levando em consideração a disponibilidade de água no solo, totalizando 15 arranjos. Foram testados dois manejos nos arranjos sem interferência das plantas daninhas, sendo um por "coroamento" por capina manual na área de projeção da copa da planta e outro com "coroamento" químico por aplicação de glifosato ($1.720 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$). Além do levantamento fitossociológico da área, as características avaliadas nas limeiras foram: teor de clorofila total e prolina, características fotossintéticas e de eficiência do uso da água, componentes da produtividade e qualidade dos frutos (tamanho do fruto, espessura casca, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável, Ratio, índice tecnológico). O perfil da comunidade infestante mudou ao longo do período avaliado com o aumento de gramíneas perenes e espécies tolerantes ou resistentes ao glifosato. *Urochloa maxima* foi a espécie mais importante ao fim de cada ano safra. Os arranjos sem convívio com as plantas daninhas foram superiores aos demais. Quanto menor o tempo de convívio consecutivo das limeiras com as plantas daninhas menores as perdas em relação a eles. O controle mecânico das plantas daninhas foi superior ao controle químico, exceto nos períodos secos, nos quais o efeito da cobertura morta de plantas daninhas ajudou a manter a umidade das camadas superficiais do solo, beneficiando as plantas com sistema radicular em desenvolvimento.

Palavras-chave: *Citrus latifolia*, fotossíntese, glifosato, prolina, matocompetição, qualidade.

PERIODS OF WEED INTERFERENCE ON TAHITI ACID LIME ORCHARD

ABSTRACT – Despite the commercial importance of Tahiti acid lime, research on cultivation practices is still scarce, especially on weed management. Knowing the periods in which weed interference is most significant and the most appropriate way to manage it allows improving the cultural treatments for the expression of the maximum productive potential of the lime trees at a lower cost. The objective of this research was to get to know the weed community, to evaluate the effects of temporal arrangements of coexistence and weed control and the use of glyphosate to control weeds in a young orchard of Tahiti acid lime on its biochemical, physiological characteristics, productive and qualitative. The experiment was installed in March 2018 and conducted until February 2020 in a 3-year-old commercial orchard in the municipality of Pindorama-SP. To define the treatments for periods of coexistence with weeds, the water balance of the region was taken as a reference, considering the availability of water in the soil and totaling 15 treatments. Two treatments were tested without weed interference, one by "crowning" by manual weeding in the projection area of the canopy of the plant and the other with chemical "crowning" by applying glyphosate (1,720 g ha⁻¹ a.i.). In addition to the phytosociological survey of the area, the characteristics evaluated in the lime trees were: total chlorophyll and proline content, photosynthetic characteristics and efficiency of water use, components of productivity and fruit quality (fruit size, peel thickness, juice yield, solids soluble, titratable acidity, ratio, technological index). The profile of the weed community changed over the period evaluated with the increase of perennial grasses and species tolerant or resistant to glyphosate, *Urochloa maxima* was the most important species at the end of each crop year. The arrangements without weed interference were superior to the others and the shorter the time spent in consecutive contact with the weeds, the lower the losses in relation to the control treatments. The mechanical control of weeds was superior to chemical control, except in dry periods, in which the effect of weed mulch helps to maintain the humidity of the superficial layers of the soil, benefiting the plants with a developing root system.

Keywords: *Citrus latifolia*, photosynthesis, glyphosate, proline, weed competition, quality.

INTRODUÇÃO

A cadeia citrícola é um dos segmentos mais globalizados do agronegócio brasileiro, sendo o PIB do setor citrícola em 2017 da ordem de US\$ 6,5 bilhões, dos quais US\$ 4,39 bilhões no mercado interno e US\$ 2,15 bilhões no mercado externo (Neves e Trombin, 2017), contribuindo com a balança comercial nacional e principalmente, gerando empregos direta e indiretamente na área rural (Lopes et al, 2011). É cultivada uma grande variedade de cultivares e clones de importância comercial dentre as espécies cítricas: laranjas, tangerinas, limões, limas e pomelos (Bastos et al., 2014).

Embora a área ocupada pela lima Tahiti seja bastante inferior àquela ocupada com laranjas, o cultivo do Tahiti representa um grande impacto social, ambiental e econômico no Estado, pela participação de pequenos produtores rurais (Martinelli et al, 2018).

Apesar da cultura da lima ácida Tahiti ser de grande importância econômica para o Brasil e para o Estado de São Paulo devido à sua produção e exportação expressivas, pouco se conhece sobre as particularidades do seu manejo, sobretudo no que diz respeito ao controle de plantas daninhas, sendo adotadas, em grande parte, soluções genéricas utilizadas para outras plantas cítricas. Comumente essas soluções estão embasadas em estudos feitos para a laranja que é a principal cultura citrícola brasileira, assim, o produtor utiliza manejos que não consideram as especificidades da cultura, sua fisiologia e características produtivas, resultando muitas vezes em manejos ineficientes ou dispendiosos, com riscos econômicos e ambientais.

De maneira geral, a competição com plantas daninhas em pomares de citros podem causar perdas de produtividade superiores a 62% (Abouziena et al, 2008). As plantas daninhas podem interferir diretamente no crescimento da planta cítrica, pois competem por recursos essenciais além de liberar substâncias alelopáticas (Blanco e Oliveira, 1978) que podem comprometer o desenvolvimento dos pomares. Globalmente, as plantas daninhas representam o fator biótico mais limitante durante o desenvolvimento da cultura e dependendo da época em que a interferência se

manifesta pode ocorrer maior demanda dos recursos do meio (água e nutrientes), seguida de uma redução na oferta destes para a cultura (Kozlowski et al., 2002). Na prática os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a cessação do estresse causado pela presença das plantas daninhas.

Segundo Concenção et al. (2007) quando plantas estão submetidas à alta competição, as características fisiológicas do crescimento e desenvolvimento normalmente são alteradas, o que resulta em diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente e, conseqüentemente, na eficiência fotossintética da planta.

O manejo de plantas daninhas se feito corretamente permite uma cobertura vegetal viva ou morta vantajosa em determinadas épocas do ano, enquanto em outras épocas a competição por recursos escassos do ambiente pode gerar um estresse que afete a produtividade da cultura de interesse. Assim conhecer as melhores épocas de controle, o método de controle mais viável e o potencial de agressividade das plantas daninhas do local fornece subsídios para um manejo inteligente das plantas daninhas.

Os pomares brasileiros de lima Tahiti estão em sua maioria localizados em pequenas propriedades e os pequenos citricultores dependem primariamente do controle mecânico das plantas daninhas como a capina manual (coroamento) ou do controle químico sob a área de projeção da copa, sendo o glifosato o herbicida mais utilizado pelos citricultores brasileiros, e em muitos casos, o único herbicida a ser utilizado (Martinelli, 2017).

O manejo de plantas daninhas realizado corretamente pode reduzir o uso de obra e insumos, melhorar a rentabilidade da cultura, bem como a cobertura morta cria condições favoráveis para máxima produção de frutos de qualidade em bases sustentáveis dentro dos limites do manejo do solo, da água e da fertilidade (Bakshi et al, 2015)..

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi identificar as espécies de plantas daninhas e mensurar sua importância por meio de índices fitossociológicos em um pomar localizado na região centro norte do Estado de São Paulo, bem como avaliar os efeitos da interferência das plantas daninhas em diferentes épocas de convívio com a lima ácida Tahiti no início de sua fase produtiva, manejadas com uso

de glifosato e capinas manuais, sobre as características bioquímicas, fisiológicas e produtivas como: a produção de prolina e clorofila nas folhas da limeira, parâmetros fotossintéticos e relações hídricas, características biométricas, componentes da produtividade das limeiras e atributos de qualidade dos frutos.

REVISÃO DE LITERATURA

Importância da citricultura e da lima entre as espécies citrícolas.

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família Rutaceae e têm origem nas regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas da Austrália e África, sendo cultivadas mundialmente em diversos tipos de solos e climas (Almeida et al., 2018). No Brasil cultiva-se uma grande variedade de cultivares e clones de importância comercial dentre as espécies cítricas: laranjas, tangerinas, limões, limas e pomelos (Bastos et al., 2014).

A citricultura brasileira detém a liderança mundial e tem se destacado pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e principalmente, gerando empregos direta e indiretamente na área rural (Lopes et al, 2011).

As frutas cítricas de sucos ácidos, tanto limões verdadeiros, como Siciliano, Eureka, Vilafranca, Lisboa, quanto limas ácidas popularmente conhecidas como limão Tahiti e limão Galego são geralmente denominadas simplesmente de limão (Baptistella et al, 2014). Limas ácidas e limões verdadeiros não são tratados de maneira distinta nas estatísticas mundiais, entretanto estima-se que 70% da produção mundial dessa categoria consistam em limões verdadeiros e 30% em limas ácidas (Nascente et al, 2015).

Em 2016, a área plantada e a produção mundial de limões e limas ácidas foram de 1078,845 mil hectares e 17,347 milhões de toneladas, respectivamente. O continente americano e o asiático detinham, respectivamente 42% e 41,9% da produção mundial e os principais países produtores eram Índia, México, China,

Argentina e Brasil (FAO, 2018). Entretanto, se considerarmos a lima Tahiti apenas o México é concorrente do Brasil na produção e comercialização.

Apesar do número de plantas e a área cultivada com limões serem considerados em conjunto com as limas ácidas, no ano de 2005 estimava-se que a produção de lima ácida Tahiti na principal região produtora brasileira representasse 90% do total do número de plantas, restando 10% para os limões verdadeiros (Figueiredo et al, 2005).

No ano de 2017 a produção de lima Tahiti brasileira foi de 1,293 milhões de toneladas em 48,073 mil hectares, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor com 75,72% da produção nacional, seguido por Pará (6,40%), Bahia (4,80%) e Minas Gerais (3,71%) (IBGE, 2018).

No Estado de São Paulo a maior produção concentra-se na região noroeste, compreendendo as regiões de São José do Rio Preto e Ribeirão Preto que representam 52,1% e 24,8% da produção total. O maior produtor nacional é o município de Itajobi-SP, produzindo 181 mil toneladas em uma área de 3,64 mil ha (IBGE, 2018).

Apesar da produção de laranjas doces representar cerca de 90% da produção brasileira de frutas cítricas (FAO, 2018), a lima ácida Tahiti desempenha um papel econômico importante, sendo a quarta fruta “in natura” mais exportada pelo Brasil com receita superior a US\$ 82 milhões no ano de 2017 (SECEX, 2018). De modo geral, as principais características apontadas para a cultura da lima Tahiti são a regionalização da produção e a concentração em pequenas propriedades rurais, ao contrário da cultura da laranja (Silva et al, 2008). Os produtores paulistas de limas ácidas Tahiti, em sua maioria dispõem de pequenos pomares que ocupam mão-de-obra familiar, e mostram-se receptivos às inovações exigidas pela fruticultura moderna do Estado (SILVA et al, 2008).

Nos últimos anos, o cultivo da lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Yu. Tanaka) mostra-se interessante por ser rentável, propiciando a diversidade de cultivos na propriedade e incrementando a renda do produtor (Junqueira, 2013). Isso ocorre em função de seu bom comportamento diante das principais doenças e pragas que estão presentes nos pomares cítricos e que vêm causando grandes prejuízos para os produtores de laranjas doces (Figueiredo et al, 2002). Assim, a cultura vem

crecendo e ocupando lugar cada vez mais importante na citricultura brasileira, com exportação e consumo no mercado interno em ascensão (Barros et al., 1991). Em 2017, as exportações brasileiras representaram uma receita de US\$ 82 milhões. A Europa, com destaque para a Alemanha e Holanda, foi o principal destino, seguida pelo Canadá, Países Árabes e China (SECEX, 2018).

Caracterização da Cultura

A lima ácida Tahiti pertence à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, tribo Citreae, subtribo Citrineae gênero *Citrus* e espécie *C. latifolia* (Yu. Tanaka) (Luchetti et al, 2003). Apresenta diversas denominações em outras partes do mundo, como *limon Persa* no México, *Bearss lime* na Califórnia e *Tahiti lime* na Flórida (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996).

Carvalho (2003) sugere que o surgimento da limeira ácida, Tahiti deu-se por uma de duas prováveis maneiras: da junção de um gameta $2n$ de *C. medica*, com um gameta n de *C. limon*; ou de um gameta $2n$ de uma limeira, *C. aurantifolia* ou *C. limettioides*, com um gameta reduzido de *C. limon*. Acredita-se que a lima Tahiti tenha sido introduzida na região do Mediterrâneo por meio do Irã (Pérsia). Os comerciantes portugueses provavelmente a levaram ao Brasil, de onde foi aparentemente levada para a Austrália e Tahiti em 1824 e do Tahiti chegou aos Estados Unidos entre 1850 e 1880 (Morton, 1987).

A planta de lima ácida Tahiti é vigorosa, apresentando, porte alto, folhagem exuberante de coloração verde-escura. Suas flores possuem cinco pétalas, com grande número de estames contendo pólen inviável. Seus frutos, geralmente, se desenvolvem sem a formação de sementes (Ramos et al., 2002), são ovais, oblongos, ou levemente elípticos com a base usualmente arredondada, têm ápice redondo, e a superfície aureolar elevada num pequeno monte (Coelho, 1993).

A maioria dos pomares comerciais brasileiros são baseados em plantas enxertadas, em que atributos favoráveis da copa são combinados com aqueles do porta-enxerto (Carvalho et al, 2016). De maneira geral, o cultivo de limeira ácida Tahiti vem sendo baseada em apenas duas seleções, o 'IAC – 5' e o 'Quebra-galho', e em apenas um porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo' (Figueiredo et al., 1996). O 'IAC – 5' apresenta alta produtividade, maior precocidade, maior tolerância ao vírus da

tristeza dos citros (CTV), ausência de caneluras na casca do tronco e ramos, e menor incidência de hipertrofia do cálice das flores e maior uniformidade do pomar (Figueiredo, 1991). O limão -'Cravo' é o porta-enxerto que predomina nos plantios da lima Tahiti, sobretudo em condições de pomares não irrigados, devido à facilidade de formação das mudas, a compatibilidade com todas as copas, a produção precoce, elevada produtividade de frutos de boa qualidade, a grande resistência à seca, além de sua tolerância à tristeza, apesar de ser suscetível à gomose de *Phytophthora* e ao declínio (Sempionato et al., 1997; Pompeu Jr., 2005).

A lima ácida Tahiti é a espécie cítrica de maior precocidade, apresentando em geral uma produção significativa já a partir do terceiro ano e expressando rendimentos econômicos a partir do quinto ano (Alves Júnior, 2006). Apresenta floração principal nos meses de setembro a outubro, com a colheita de janeiro a abril, quando os preços são menos atraentes e uma segunda colheita concentrada nos meses de julho a novembro, com preços mais elevados, podendo haver várias outras colheitas temporãs em função das condições de temperatura e da disponibilidade de água (Figueiredo et al, 1996; Jomori, 2005).

A temperatura é um dos fatores de extrema importância para o desenvolvimento dos citros, influenciando em praticamente todas as fases de desenvolvimento das plantas, desde a germinação e crescimento das mudas até a maturação dos frutos (Miranda e Campelo Júnior, 2010), sendo recomendadas temperaturas médias em torno de 25 a 31°C para seu melhor desenvolvimento (Ramos et al, 2002). A temperatura determina o ritmo de crescimento vegetativo, a evolução e a qualidade final dos frutos e a duração do período que vai da antese, abertura da flor, até a colheita do fruto (Souza, 2001).

Nas regiões tropicais, devido às condições térmicas a que está exposta, a lima ácida Tahiti apresenta um desenvolvimento mais acentuado durante o período de plena disponibilidade de água (Miranda e Campelo Júnior, 2010). A chuva é fundamental para as plantas e essa importância se torna maior nas regiões tropicais, pois ao contrário das regiões fora dos trópicos nas quais o cronograma agrícola é determinado pelas temperaturas, o elemento regulador da agricultura é a chuva, dada a sua função na disponibilidade de água para as plantas durante o ano (Volpe et al., 2002).

Apesar de o Brasil apresentar elevada produção no contexto mundial, a produtividade média é baixa, na ordem de 26,7 t ha⁻¹ de lima ácida Tahiti, ficando na sétima colocação em produtividade entre os principais produtores (FAO, 2018). Vários fatores podem estar atuando desfavorecendo a produção e um deles pode ser o manejo empregado de maneira incorreta no campo. O aumento da produtividade pode ser obtido pela adoção de um conjunto de práticas de manejo que possibilitem melhoria na fitossanidade, no equilíbrio nutricional das plantas, no suprimento adequado de água, na escolha da combinação adequada entre cultivares de copas e porta-enxertos e na escolha adequada da densidade de plantio (Portella et al, 2016), sendo necessária a adoção de técnicas economicamente viáveis e eficientes que garantam elevada produtividade e a longevidade dos pomares (Azevedo et al, 2014).

Interferência de plantas daninhas nas culturas

Um dos principais fatores bióticos que afetam a produtividade das culturas é a interferência das plantas daninhas. Nesse contexto, o manejo de plantas daninhas é bastante relevante para a produção de citros, principalmente por ser uma cultura perene que exige elevados níveis de investimentos de produção visando à alta produtividade e retornos financeiros compatíveis (Carvalho et al., 2005; Durigan e Timossi, 2002).

Planta daninha é qualquer espécie vegetal que cresce onde não é desejada e ao conviver com as culturas agrícolas interferem no seu desenvolvimento, reduzindo-lhes a produção (Lorenzi, 2008). O conhecimento das principais plantas infestantes que ocorrem nos pomares cítricos é fundamental para a aplicação correta dos métodos de controle disponíveis. Os estudos da biologia de tais plantas, que incluem conhecimentos sobre a extensão do ciclo, exigências, formas de reprodução (vegetativa e/ou sexuada), contribuem para a escolha e utilização dos métodos de controle mais eficazes (Monteiro, 2011).

Muitas plantas infestantes são importantes quando ocorrem associadas às plantas cítricas devido à interferência que proporcionam ao crescimento e produção, às dificuldades de controle e aos aumentos no custo de produção. Quanto maior a densidade e os períodos que certas espécies conviverem com as plantas cítricas,

maiores serão os prejuízos ao seu desenvolvimento e, sobretudo a produção de frutos (Durigan e Timossi, 2002).

O termo interferência refere-se ao conjunto de ações que recebe uma determinada cultura ou atividade do homem, em decorrência da presença de plantas daninhas num determinado ambiente (Pitelli, 1985) e representa a soma de interações negativas entre plantas, incluindo competição e alelopatia (Rizzardi et al, 2001).

Os fatores que influenciam o grau de interferência de uma planta infestante em uma cultura podem estar relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à cultura (espaçamento, densidade, água, luz, nutrientes e cultivar) e ao ambiente (solo, clima e práticas de manejo adotadas) (Pitelli e Pitelli, 2004). Estas causam danos no crescimento e na produção das plantas cítricas, diretamente por competir por recursos como nutrientes e água durante o crescimento, e por liberarem substâncias alelopáticas (Blanco e Oliveira, 1978) e, indiretamente, por atuarem como hospedeiras intermediárias de pragas e patógenos (Chiavegato, 1986; Leite Junior; Mohan, 1990).

Além disto, a competição entre as plantas consideradas daninhas e a cultura não se dá em todo o ano, mas em determinado momento ou período em que um dos fatores de produção seja escasso (Carvalho et al., 2005). O período crítico de interferência refere-se aos estádios de crescimento das culturas que são mais vulneráveis à competição imposta pelas plantas infestantes, ou seja, o tempo em que a cultura deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas (Kavaliauskaite e Bobinas, 2006).

Na prática os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a cessação do estresse causado pela presença das plantas daninhas (Kozlowski et al, 2002).

As evidências sugerem que a competição seja o componente mais importante da interferência (Wilson, 1988). A competição é importante tanto em comunidades naturais de plantas como em agroecossistemas. A composição botânica de qualquer vegetação é fundamentalmente determinada pelo resultado da competição.

Mcnaughton e Wolf (1973) definem competição como a interação biológica que ocorre entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou

quando a qualidade destes varia e a demanda é dependente da qualidade. A comunidade infestante pode mobilizar grande quantidade de nutrientes e água do solo e reduzir, portanto, um recurso já insuficiente para as plantas cultivadas (Salgado et al., 2006). A interferência das plantas daninhas altera a disponibilidade de recursos e influencia a capacidade da planta para adquiri-los (Ratnayaka et al, 2003).

Nas condições subtropicais, a competição das plantas infestantes com as plantas cítricas reduz a área foliar e o rendimento da planta em 66% e 63% (Jordan, 1983). Martinelli (2017) relata que em áreas de lima Tahiti sem o manejo adequado do mato as perdas são de até 52%.

Dentre os vários fatores que determinam o grau de competição, merecem destaque o período de convivência, ou período de competição, e a densidade de plantas daninhas (Ronchi et al, 2003).

O aumento da densidade de plantas daninhas proporciona maior competição com a cultura (Chamblee et al., 1982; Pitelli, 1985) e a composição específica tem grande influência no grau de competição da comunidade infestante (Hauser et al., 1976; Royal et al., 1997). Quanto maior for a intensidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos do meio e, portanto, mais intensa será a competição sofrida pela cultura. Nas comunidades infestantes muito densas, a importância de cada espécie como elemento competitivo fica diminuída, havendo maior equivalência entre as diferentes espécies (Blanco, 1972). Nestas condições, as restrições impostas pelo meio influenciam em maior grau o desenvolvimento da planta que o seu próprio potencial genético (Monteiro, 2011). Além disso, espécies morfológica e fisiologicamente próximas apresentam exigências semelhantes em relação aos recursos, tornando ainda mais intensa a competição (Silva e Durigan, 2006).

Fitossociologia das plantas daninhas

Os estudos fitossociológicos são utilizados para o levantamento de espécies de plantas com o objetivo de entender os padrões de estruturação ao nível das comunidades vegetais (Giehl e Budke, 2011). Nestes estudos, os trabalhos de

Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) são frequentemente referenciados pelo aporte oferecido para o entendimento e a elaboração de trabalhos fitossociológicos.

A fitossociologia é também uma ferramenta utilizada para caracterizar a comunidade infestante em agroecossistemas, tornando-se útil na sistematização de dados, interpretação de resultados, diagnósticos de problemas e tomada de decisões de controle da flora infestante. Pois além de permitir a identificação e quantificação das plantas daninhas mais importantes, compara as populações destas num determinado momento e espaço, assim como também descreve a sua evolução (Pitelli, 2000).

Adequadas estratégias de manejo a serem empregadas nas lavouras dependem primeiramente de um bom estudo da composição da flora de plantas daninhas no sistema agrícola, pois este identifica a diversidade de espécies presentes (Adegas et al., 2010) e sua importância no agroecossistema, levando em consideração os parâmetros de frequência, densidade e dominância. Esses conhecimentos podem ser usados na predição da necessidade de controle, adequando-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). A partir daí, pode-se decidir qual o melhor manejo a ser adotado, seja ele cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou pela integração de mais de um método de controle (Oliveira e Freitas, 2008).

Alguns trabalhos, como o de Rodriguez (1969), relatam as principais plantas daninhas que ocorrem nos pomares, e colocam a família Gramineae como a mais importante, seguida das famílias Compositae, Malvaceae e Euphorbiaceae. Já Carvalho et al (1993) apontaram como as mais importantes em pomares de laranja na Bahia, as espécies falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* (Vahl)DC), capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Will), capim-favorito (*Rhynchelitrum roseum* (Ness) Stapf. et Hubb), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC), beldroega (*Portulaca oleracea* L.), trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e cama-de-coelho (*Eupatorium ballataefolium* HBK). Martinelli et al (2017), estudando um pomar de lima ácida Tahiti durante cinco anos agrícolas na região central do estado de São Paulo apontou como as mais importantes espécies o picão-preto (*B. pilosa*), a trapoeraba (*C. benghalensis*), o capim-colonião (*Panicum*

maximum Jacq), o apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla) e o mastruço (*Lepidium virginicum* L.).

Efeitos diretos e indiretos da matocompetição

A intensidade da competição exercida pelo mato, normalmente, é avaliada por meio de decréscimos de produção, ou pela redução no crescimento da planta cultivada, como respostas à competição pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente (Agostinetto et al., 2008). Porém, a redução na oferta de recursos importantes como água, nutrientes e luz pode provocar estresse fisiológico nas plantas, com alterações bioquímicas e alterações fisiológicas. A principal causa da redução da produtividade da planta em estresse biótico ou abiótico é o estresse oxidativo em nível celular (Allen, 1995).

A competição por nutrientes é afetada pelo teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas (Pitelli, 1985). A habilidade em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas varia não só com a espécie, mas também com o grau de competição. Além disso, quando elementos essenciais estão em falta ou quando ocorre competição entre plantas por um elemento particular, a fixação de outro elemento pode ser igualmente afetada (Rizzardi et al, 2001). Nesse sentido, verificou-se que o aumento na densidade de plantas (aumento da competição) causou declínio na concentração absoluta de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas, caules e legumes em soja (Marvel et al., 1992).

As plantas daninhas competem com as culturas pela água, contribuindo para o estresse hídrico da cultura (Patterson, 1985; Zimdahl, 1980). Isto reduz o turgor das células de guarda dos estômatos, reduzindo assim condutância e a absorção do CO₂, bem como reduzindo a fotossíntese, interferindo na síntese de clorofila, transporte de elétron e fotofosforilação, e afetando a síntese e atividade de enzimas carboxilantes (Patterson, 1995). Uma vez que as plantas daninhas reduzem a quantidade de água disponível para a cultura, a deficiência hídrica provavelmente irá alterar o desempenho da cultura sob interferência, de modo diferente do que sob condições sem plantas daninhas (Ratnayaka et al, 2003).

Em culturas anuais, a competição das plantas daninhas tem resultado em reduções nos teores de clorofila total dos tecidos foliares, com redução significativa da produtividade (Jakelaitis et al., 2005). Segundo Shafagh-Kolvanagh (2008), para a soja o teor de clorofilas representado pelo valor de SPAD aumenta gradualmente quando o período livre de plantas daninhas aumenta e diminui gradualmente quando o período de infestação de plantas daninhas aumenta. A redução dos valores de clorofila das folhas é um indicativo de estresses bióticos ou abióticos que modificam o poder de assimilação de CO₂, com alterações fisiológicas na atividade fotossintética (Baker e Rosenqvist, 2004).

Já o acúmulo de prolina nos tecidos foliares é relatado como uma resposta adaptativa das plantas a déficit hídrico e salino, e a estresses abióticos. Em plantas estressadas, o conteúdo de prolina pode aumentar até 100 vezes, em comparação ao observado em plantas cultivadas em condições normais (Verbruggen e Hermans, 2008). Plantas cítricas são conhecidas pela sua capacidade de produzir e acumular altos níveis de prolina livre em suas folhas mesmo em condições normais de crescimento e desenvolvimento (Nolte e Hanson, 1997). Entretanto, são pouco conhecidos os efeitos da interferência das plantas infestantes sobre a atividade bioquímica e a fisiologia das plantas cítricas, e nada se sabe sobre esses efeitos em limeiras ácidas Tahiti e se o período de interferência altera essas características.

Manejo de plantas daninhas na lima ácida Tahiti

No Estado de São Paulo o período entre março e agosto é considerado um período crítico para as culturas não irrigadas. O período compreendido entre março e maio é marcado pela diminuição gradativa das chuvas e consequente decréscimo da disponibilidade hídrica enquanto o período entre junho e agosto é considerado de déficit hídrico. No período considerado seco as precipitações pluviais são insuficientes para suprir as exigências hídricas da cultura, o que gera grande competição por água com as plantas infestantes e redução na produtividade das plantas cítricas (Carvalho et al., 1993). Já o período que compreende os meses entre setembro e fevereiro é considerado um período chuvoso. No período chuvoso, o desenvolvimento das plantas daninhas é mais favorecido, por conta de sua biologia. Os aumentos de temperatura, umidade e intensidade luminosa dessa

época aliados às práticas agrícolas favorecidas pela umidade do solo, não só favorecem o crescimento e desenvolvimento rápidos das espécies daninhas como desencadeiam o processo da quebra da dormência dos diversos bancos de sementes e de propágulos vegetativos. Assim a interferência de plantas daninhas pode ser dar de maneira diferente entre as épocas, sendo necessário seu manejo.

O citricultor deve-se atentar ao manejo de plantas daninhas, evitando sua concorrência na época correta, mas também explorando seu efeito benéfico como plantas de cobertura no período das chuvas (Carvalho et al., 2005).

O manejo de plantas daninhas engloba métodos preventivos, erradicação e controle. Em citros são empregados diversos métodos de controle, nos quais os mais comumente utilizados são manual, mecânico e químico. O controle mecânico envolve: capina manual, enxada rotativa e roçadora (Germini, 1988).

A capina manual é realizada com enxada e é um método de controle de plantas daninhas que somente justifica sua utilização ao redor das plantas (coroas) ou em faixas laterais, na época das águas, tendo disponibilidade de mão-de-obra, e para pomares ou em áreas declivosas. Em pequenas propriedades produtoras de lima ácida Tahiti, a maior parte do controle de plantas daninhas ainda é feita por capina manual (Bortolazzo, 2002). Entretanto, a capina ainda é, na maior parte dos casos, feita de forma errada, pois as plantas daninhas capinadas acompanhadas de solo e material vegetal são puxadas para fora da copa, ocorrendo o arrasto de nutrientes e material orgânico para locais de menor quantidade de raízes. O ideal seria deixar o mato capinado no local, para que o mínimo material seja arrastado (Victoria Filho, 1988).

Apesar de alguns citricultores temerem que o controle químico de plantas daninhas possa prejudicar a cultura, o uso de herbicidas em citros evita perdas drásticas de produção, diminuindo a concorrência por nutrientes e água (Durigan e Pitelli, 1994) e traz outros benefícios como: a redução da incidência de ácaros e de gomose, facilitação dos tratos culturais como adubações, aplicações de defensivos e a própria colheita, preservação na estrutura do solo e maior disponibilidade de água e nutrientes (Victoria Filho, 1988). Além disso, o custo do controle químico por planta é menor que o da capina manual, sendo competitivo até com os métodos

mecânicos, que agregam eficácia na eliminação de plantas daninhas com reprodução vegetativa (Durigan e Timossi, 2002).

Dentre os herbicidas disponíveis, o glifosato, caracterizado como um herbicida não seletivo de pós-emergência, é o ingrediente ativo mais utilizado. A dose a ser aplicada depende da espécie da planta invasora e de seu estágio de desenvolvimento (Matallo, 2010). No caso dos citros, o incremento de sua utilização desde seu lançamento, foi devido à alta eficiência de controle, facilidade de uso, gerando uma boa relação de custo e benefício, e de não existirem até o momento, evidências científicas que comprovem efeitos de injúrias, porém seu uso intensivo tem selecionado plantas daninhas resistentes, como o capim amargoso – *Digitaria insularis* (Carvalho et al., 2012; 2013) e buva – *Conyza sp.* (BRESSANIN et al., 2014) e tolerantes, como a trapoeraba – *Commelina benghalensis*, erva-de-touro – *Tridax procumbens* e agriãozinho – *Synedrellopsis grisebachii* (Santos et al., 2016). Isso fez com que os produtores utilizassem o glifosato de maneira indevida, com alta frequência (quatro ou mais vezes por ano agrícola) e/ou altas dosagens (acima de 2000 g de equivalente ácido ha⁻¹) em busca de um nível de controle maior (Martinelli et al, 2018).

Porém, muitos produtores, como no caso dos pequenos, não levam em consideração ou não tem acesso à informação sobre duas questões importantes quanto a este herbicida: (I) a possibilidade da crescente seleção de biótipos resistentes e espécies tolerantes; e (II) a possível intoxicação das plantas de citros.

OBJETIVOS

Com a metodologia aqui descrita, este trabalho se propôs a obter os seguintes resultados:

- Identificar as espécies de plantas infestantes que ocorrem em área cultivada com Limeiras Tahiti na região centro norte do Estado de São Paulo
- Avaliar o efeito de diferentes arranjos de tempo de matocompetição sobre a produtividade, qualidade dos frutos, teor de clorofila total e prolina livre nas folhas,

características fotossintéticas e eficiência do uso da água pelas plantas de lima ácida Tahiti no início de sua fase produtiva.

- Avaliar os efeitos da interferência de plantas daninhas e do uso do glifosato no manejo em época de déficit e excedente hídrico sobre a produtividade e qualidade dos frutos, o teor de clorofila total, teor de prolina livre nas folhas, características fotossintéticas e eficiência do uso da água pelas plantas de lima ácida Tahiti.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área comercial de produção de lima ácida Tahiti cultivar IAC5 sobre porta-enxerto limão cravo (*Citrus × limonia*) no município de Pindorama-SP, a 21° 18' S e 48° 89' W, altitude de 527 m, com temperaturas anuais mínima, média e máxima de 17,07°C, 22,8°C e 30,54°C, respectivamente, além de precipitação média anual de 1.390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Os tratamentos constituíram-se em realizar o controle das plantas daninhas em épocas pré-estabelecidas definidas pela disponibilidade hídrica segundo o Balanço Hídrico Climatológico Normal Mensal com as médias dos últimos 40 anos (Figura 1), resultando em arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas.

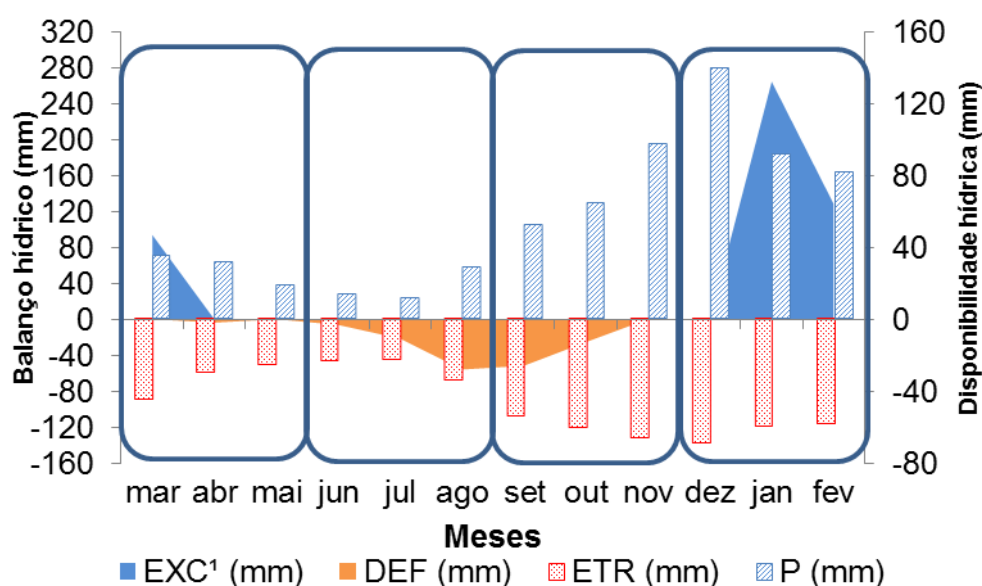


Figura 1. Balanço hídrico climatológico normal mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), da região de Pindorama-SP, baseado na média histórica dos últimos 40 anos (1977-2017). ¹ EXC: Excedente hídrico, DEF: Deficiência hídrica, ETR: Evapotranspiração Real, P: Precipitação.

O pomar jovem de limeiras apresenta plantas com bom aspecto fitossanitário, espaçadas 6,0 m x 4,0 m, com três anos de idade. No mês de fevereiro de 2018 o pomar foi adubado pelo produtor conforme os resultados de análise de solo (Tabela 1) e a recomendação de Stuchi e Cyrillo (1998).

Tabela 1. Características químicas do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade no local do experimento. Pindorama, SP, 2018

Prof. cm	pH CaCl ₂	P(res) -----mg. dm ⁻³ -----	S-SO ₄ ²⁻ -----mg. dm ⁻³ -----	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	MO g.dm ⁻³	V %
0-20	5,3	46	6	2,5	21	9	0	18	32,5	50,5	9	64,5
20-40	4,9	40	1	2,4	17	7	0	18	26,5	44,4	8	59,5
Prof. cm	-----mg. dm ⁻³ -----											
	B	Cu		Fe		Mn		Zn				
0-20	0,16	1		44		9		0,6				
20-40	0	1,1		54		10,2		0,4				

As plantas foram submetidas a tratos culturais como poda de limpeza, erradicação de plantas doentes, adubação foliar com micronutrientes, roçagem da

entrelinha e aplicação de inseticidas e fungicidas de acordo com o manejo fitotécnico adotado usualmente pelo produtor.

A Figura 2 apresenta os dados do Balanço Hídrico Climatológico Sequencial Mensal do período de execução do experimento, compreendido entre os meses de março de 2018 a fevereiro de 2020.

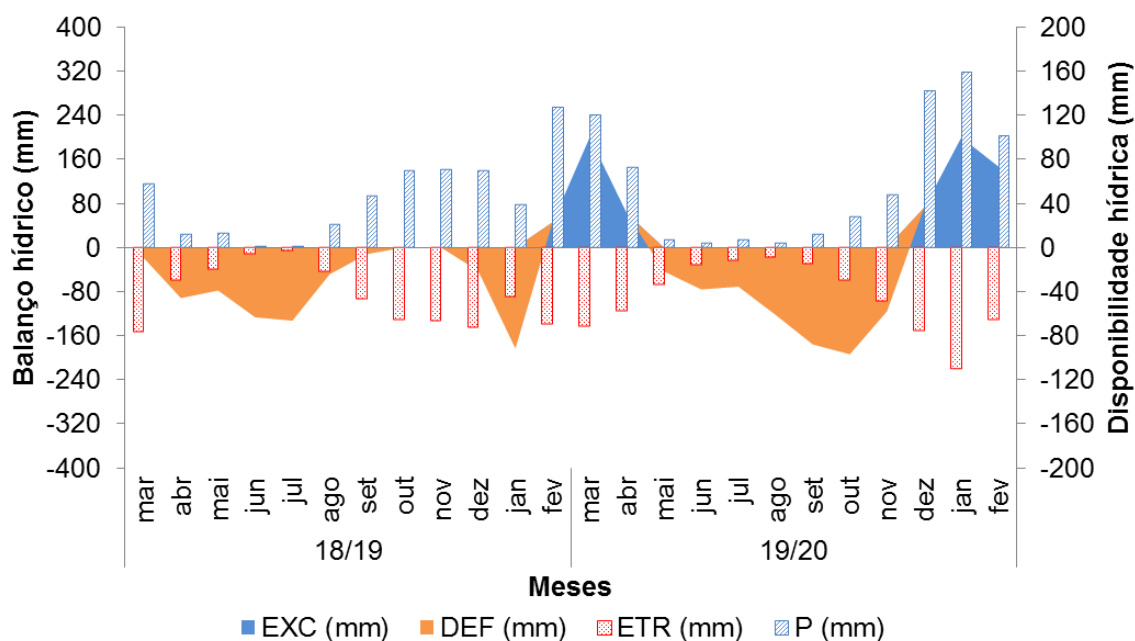


Figura 2. Balanço hídrico climatológico sequencial mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), da região de Pindorama-SP. ¹ EXC: Excedente hídrico, DEF: Deficiência hídrica, ETR: Evapotranspiração Real, P: Precipitação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, considerando-se nos anos safra 2018/2019 e 2019/2020, período seco ou chuvoso e 15 arranjos temporais de convivência e controle das plantas daninhas, com base no balanço hidroclimatológico normal da região. Os arranjos foram: um arranjo controle sem a coexistência das plantas daninhas com a cultura, em que as plantas foram manejadas com capina manual (coroamento), um arranjo controle sem a coexistência com as plantas daninhas em que o manejo foi realizado com a aplicação de glifosato na dose de 1720g de ia. ha⁻¹, aplicado na área de projeção da copa, um arranjo onde não houve controle das plantas daninhas e 12 períodos de coexistência entre as plantas daninhas e a cultura (Tabela 2). As parcelas

experimentais consistiram de quatro plantas em linha das quais as duas plantas centrais foram consideradas como parcela útil.

Tabela 2. Arranjos de períodos de convivência (hachurados - M) de plantas infestantes na cultura da limeira ácida Tahiti, controle (L) com glifosato e controle com capina manual (C). Pindorama-SP, 2018.

Arranjos de períodos de convivência e controle		Período 1			Período 2			Período 3			Período 4		
Meses		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Arranjos de períodos de convivência e controle das plantas daninhas	1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	2	L	L	L	L	L	L	M	M	M	L	L	L
	3	L	L	L	M	M	M	M	M	M	L	L	L
	4	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L
	5	L	L	L	L	L	L	L	L	L	M	M	M
	6	M	M	M	L	L	L	L	L	L	M	M	M
	7	M	M	M	M	M	M	L	L	L	M	M	M
	8	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	9	M	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	10	L	L	L	M	M	M	L	L	L	L	L	L
	11	L	L	L	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	12	M	M	M	L	L	L	M	M	M	L	L	L
	13	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	L	L
	14	L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	M	M
	15	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

A decisão da necessidade de aplicação do glifosato era baseada na cobertura vegetal das plantas daninhas na área de projeção da copa das limeiras aferida pelo aplicativo Canopeo® (Patrignani e Ochsner, 2015), assim quando a cobertura vegetal viva de plantas daninhas ultrapassava 20% era feita a aplicação do glifosato em forma de pulverização, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com ponta modelo TXA 8002 VK, operado a pressão de 3 kgf pol⁻², e volume de calda de 160 L ha⁻¹. O pH da calda de pulverização foi corrigido para 4,0 pela adição de ácido fosfônico. As aplicações ocorreram entre 7 e 9h da manhã em ocasiões nas quais a velocidade do vento não excedeu 2,5 km.h⁻¹, medido com anemômetro

digital. Assim, nas parcelas do arranjo 1, as plantas receberam 6 aplicações anuais de glifosato, concentrando 4 delas no período considerado chuvoso entre os meses de setembro e fevereiro.

Foram realizadas avaliações de produção sempre que os frutos estiveram aptos à colheita; avaliação teor de clorofila total (SPAD); prolina livre nas folhas; parâmetros da fotossíntese e qualidade dos frutos ao final dos períodos de seca (déficit hídrico - agosto) e chuvas (excedente hídrico - fevereiro). Ao final de cada ano-safra além de todas as demais análises, também foram feitas avaliações biométricas das lmeiras (altura, diâmetro da copa).

Fitossociologia das plantas daninhas

As plantas daninhas foram amostradas semestralmente, portanto ao final do período de seca (no mês de agosto) e ao final do período chuvoso (fevereiro) dos anos de 2018, 2019 e 2020. Para isso foram feitas duas amostragens aleatórias através de um quadro metálico vazado com área de 0,25 m² sob a projeção da copa de cada lmeira considerada como bordadura do arranjo sem controle das plantas daninhas por 12 meses. As plantas daninhas foram coletadas, identificadas, quantificadas e separadas por espécies, em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de renovação de ar a 65° C, por 72 horas. Após secagem, foi determinada a matéria seca com o uso de uma balança de precisão 0,01 g. Com os dados obtidos foram determinados os índices fitossociológicos: densidade relativa (De. R.), frequência (Fr. R.), dominância relativa (Do. R.), índice de valor de importância (IVI) e valor de importância relativa de cada espécie, de acordo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

A densidade relativa reflete a relação percentual do número de indivíduos de uma população em relação ao número total de indivíduos da comunidade infestante, sendo uma medida da relevância da população em termos do número de indivíduos e foi calculada com auxílio da fórmula:

$$DER = (N_i/N_t) \times 100, \text{ onde:}$$

DER = Densidade Relativa

N_i = Número de indivíduos de uma população

N_t = Número total de indivíduos da comunidade infestante.

A frequência relativa reflete a relação porcentual da frequência de uma população em relação à somatória das frequências de todas as populações. A frequência é uma medida de relevância da população em termos de ocupação da área em estudo e foi calculada com auxílio da fórmula:

$$F = (N_{Ai}/N_{At}) \times 100, \text{ onde:}$$

F = Frequência

N_{Ai} = número de amostras em que ocorre a espécie i

N_{At} = número total de amostras efetuadas.

A frequência relativa das populações foi calculada com auxílio da fórmula:

$$FRR = (F_{ri} / \sum F_{ri}) \times 100, \text{ onde:}$$

FRR = Frequência relativa

F_i = Frequência de uma determinada população.

A dominância relativa de uma população de plantas daninhas é definida como a relação percentual entre a massa seca acumulada por uma população e a massa seca total da comunidade infestante. A dominância relativa foi calculada com auxílio da fórmula:

$$DOM = (B_{Si} / \sum B_{Si}) \times 100, \text{ onde:}$$

DOM: Dominância relativa

B_{Si} : Peso da massa seca de uma determinada população

O índice de valor de importância (IVI) das populações é o somatório da densidade (De. R), frequência relativa (Fr. R) e dominância relativa (Do. R). O índice de valor de importância foi calculado com auxílio da fórmula:

$$IVI = DER + FRR + DOM, \text{ onde:}$$

IVI: índice de valor de importância;

DER: Densidade relativa;

FRR: Frequência relativa;

DOM: Dominância relativa.

O valor de importância relativa foi calculado por meio da relação entre o índice de valor de importância de cada espécie e o somatório dos índices de valor de importância de todas as espécies, expressa em porcentagem.

$$IR = (IVI_i / \sum IVI_i) \times 100$$

Características biométricas das limeiras

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi avaliado anualmente no mês de fevereiro por meio de aferições de altura e diâmetros na linha e entrelinha da copa. As mensurações foram realizadas com régua graduada e trena, efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geoposito da copa (altura) e paralelas ao solo na altura de 1,5 m (diâmetro). A partir desses dados, a área de projeção da copa foi calculada por meio da função $A = \pi \cdot R^2$, sendo A área de projeção da copa e R o raio médio da copa $[(D_L/2 + D_E/2)/2]$. O volume de copa foi calculado por meio da função: $V = 2/3 \pi R^2 H$, onde V representa o volume da copa em metros cúbicos; R, o raio médio da copa e H, a altura da copa, de acordo com Mendel (1956).

Taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL) foi calculada a partir do diâmetro da copa na direção da linha de plantio (D_L) e do espaçamento utilizado na linha ($E_L = 4\text{m}$), segundo a fórmula: $[(D_L/E_L) \times 100]$, expresso em porcentagem e a

taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE) foi calculada a partir do diâmetro da copa na direção da entrelinha de plantio (DE) e do espaçamento utilizado na entrelinha ($E_E - 6m$), segundo a fórmula: $[(D_E/E_E) \times 100]$, expresso em porcentagem (Bordignon et al., 2003).

Componentes da produção.

A produção das plantas foi quantificada continuamente, na ocasião de cada colheita pela pesagem direta dos frutos comercialmente aceitos, colhidos das plantas úteis da parcela, possibilitando a observação contínua da produção, seja na época seca (entressafra) ou chuvosa (safra). O número de frutos colhidos por planta foi obtido por contagem manual dos frutos das plantas úteis durante a colheita. A produtividade foi estimada pelo produto do peso médio de frutos colhidos por planta e do número de plantas por ha (400), expressa em $t.ha^{-1}$.

Qualidade dos frutos.

Na ocasião das colheitas no período seco (também considerado entressafra) e no período chuvoso (safra) foram avaliados parâmetros físico-químicos que determinam a qualidade do fruto de lima ácida Tahiti. Foram amostrados, no total, 15 frutos das duas plantas que compuseram a parcela útil, colhidos aleatoriamente na porção externa da copa em toda a extensão do perímetro da planta e encaminhados ao Laboratório de Qualidade e Pós-Colheita do Polo Regional Centro Norte da APTA, onde foram avaliados:

Massa dos frutos: a massa de cada fruto foi obtida, em balança de precisão com sensibilidade de 0,0001 g.

Diâmetro transversal e longitudinal do fruto: as determinações foram feitas por leitura direta de cada fruto, com auxílio de um paquímetro digital, em milímetros. A partir dessas leituras foi feito o cálculo da Relação DL/DT do fruto. Esta relação é indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado sempre que este quociente se aproxima de 1,0. As indústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e o processamento (Chitarra e Chitarra, 2005).

Espessura da casca: foi determinada a espessura do albedo+flavedo dos frutos de lima ácida Tahiti, as determinações foram feitas por leitura direta a partir do corte central de cada fruto, antes da extração do suco, com auxílio de um paquímetro digital, em milímetros.

Rendimento de suco: foi determinado após a pesagem da massa do suco de cada fruto em balança de precisão com sensibilidade de 0,0001 g, obtido pela extração por esmagamento na extratora OIC (Organização Internacional Centenário) modelo OTTO 1800 (filtro com diâmetro interno = 26,11 mm; comprimento = 265 mm; furos de diâmetro = 0,6 mm; área de vazão = 20%) e calculado através da relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem.

Sólidos solúveis: foi determinado por leitura direta no refratômetro B&S, modelo RFM 330 e expresso em °Brix. Os dados foram corrigidos pela temperatura e pela acidez do suco.

pH: foi obtido por leitura direta com auxílio de um potenciômetro de bancada.

Acidez: foi obtida por titulação de 10 mL de suco, com solução de hidróxido de sódio a 0,1N, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1976), obtendo-se o resultado em porcentagem de ácido cítrico, realizada em titulador automático.

Relação sólidos solúveis/acidez (*Ratio*): foi calculada a relação sólidos solúveis/acidez. Essa relação indica o estágio de maturação dos frutos cítrico.

Índice tecnológico (IT): foi calculado a partir da relação entre o teor de sólidos solúveis (SS) e o rendimento de suco (RS), é calculado por caixa de 27kg, segundo fórmula: $[IT = (SS \times RS \times 27) / 100]$, sendo IT é expresso em Kg de SS.caixa⁻¹.

Parâmetros bioquímicos

Prolina Livre Foliar

Para a análise de prolina livre das folhas de limeira, ao final dos períodos de seca (déficit hídrico - agosto) e de chuvas (excedente hídrico – fevereiro), 20 folhas

completamente expandidas e sadias (terceira e quarta folha de ramos produtivos, nos quatro quadrantes das plantas úteis) situadas na posição mediana de cada planta da parcela útil foram colhidas de todos os arranjos. As folhas colhidas foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido, acomodadas em sacos plásticos protegidas da luz e transportadas ao laboratório onde foram maceradas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer -80°C até a coleta das alíquotas de 50mg. A prolina livre das folhas foi extraída pelo método do ácido sulfossalicílico e determinada em espectrofotômetro, a 520 nm, de acordo com Bates et al. (1973), sendo os resultados obtidos, expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de material seco.

Teor foliar de clorofila total (Índice SPAD).

Os teores relativos de clorofila total foram avaliados semestralmente no fim das épocas chuvosa (fim de fevereiro) e seca (fim de agosto) aos longo de dois anos safra (2018/2019 e 2019/2020). Foram avaliadas as duas plantas úteis de cada parcela, das quais foram amostradas, em altura mediana da copa, 10 folhas completamente expandidas e sadias, sendo consideradas as terceiras e quartas folhas a partir do ápice de ramos produtivos nos quatro quadrantes das plantas úteis, sendo utilizado clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD/502.

Parâmetros Fotossintéticos

Também semestralmente, ao final do período seco e chuvoso foram realizadas medidas de parâmetros relacionados às trocas gasosas sob luz saturante.

Estas medidas foram tomadas no período da manhã, em quatro réplicas nas terceiras e quartas folhas de ramos produtivos, na região mediana, nos quatro quadrantes da copa das limeiras das parcelas úteis, utilizando-se um sistema portátil para medir trocas de CO_2 e de H_2O (LcPro-SD, ADC BioScientific Ltd., Hoddesdon, Reino Unido). As medidas de trocas gasosas foram tomadas com uma intensidade luminosa constante de $1400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ emitida por uma fonte de luz LED azul-vermelho. A temperatura da folha foi mantida constante, realizando-se as medidas com as concentrações naturais de CO_2 no ar. Foram armazenadas e trabalhadas as leituras de concentração subestomática de CO_2 (Ci), fotossíntese líquida (A),

transpiração foliar (E) e condutância estomática (gs). Com estas medições foi calculada adicionalmente a eficiência do uso da água (EUA, como A/E).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram separados em dois experimentos, ambos arranjados em parcelas subdivididas. No primeiro experimento, as variáveis foram submetidas à análise de variância para cada ano agrícola (2018/2019 e 2019/2020) e todos os arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas, sendo as médias comparadas pelo teste paramétrico Scott Knott ($p \leq 0,05$), que as separa através de comparações entre grupos de dados em arranjo de parcelas subdivididas.

Visando conhecer a similaridade entres os arranjos, os dados obtidos também foram analisados a cada safra por meio de análise multivariada, utilizando-se a análise de agrupamento k-Means que particiona n observações dentre k grupos onde cada observação pertence ao grupo mais próximo da média, e a análise de componentes principais, cujo objetivo é encontrar um meio de condensar a informação contida em várias variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (componentes) com uma perda mínima de informação, ambos com o uso do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

No segundo experimento, as variáveis foram submetidas à análise de variância para cada semestre avaliado (seca 18/19, chuva 18/19, seca 19/20 e chuva 19/20) e apenas para os manejos adotados (capina manual, controle químicos ou convivência com as plantas daninhas), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com o uso do software AgroEstat (Barbosa e Maldonado Jr, 2015)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fitossociologia de plantas daninhas

De acordo com a Tabela 3 no ano safra 2018/2019 foram identificadas na área experimental 12 espécies de plantas daninhas no período de seca e 13 espécies no período chuvoso, distribuídas em 6 famílias, com diferentes mecanismos de reprodução, e ciclo de vida. Para ambos os períodos o maior número de espécies pertence à família Poaceae.

Tabela 3. Relação de espécies de plantas daninhas e seus respectivos códigos EPPO, hábitos de crescimento, mecanismos de reprodução e ciclos de vida, encontradas na área experimental no ano safra 2018-2019, separadas por períodos de seca e chuva e ordenadas por família botânica (Pindorama/SP).

Família	Nome científico	Código EPPO ¹	Hábito de cresc. ²	Mecan. reprodu ³	Ciclo de vida ⁴
SAFRA 2018/2019					
Seca (março-agosto)					
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	ERIBO	H	S	A
	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	ACNHI	H	S	A
Convolvulaceae	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	MRRCI	V	S	A
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	CYPDI	H	S	A
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> L.	EPHHS	H	S	A
	<i>Sida cordifolia</i> L.	SIDCO	Sa	S	P
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	SIDGZ	Sa	S	P
	<i>Chloris polydactyla</i> (L.) Sw	CHRPO	C	S/ R	P
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	DIGIN	C	S/ R	P
	<i>Cynodon dactylon</i> L.	CYNDA	C /P	E/ R	P
Poaceae	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster	BRABR	C	S/ R	P
	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. Webster	PANMA	C	S/ R	P
Chuva (setembro-fevereiro)					
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	ERIBO	H	S	A
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	EMIFO	H	S	A
	<i>Tridax procumbens</i> L.	TRQPR	H	S	A/ B
Convolvulaceae	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	MRRCI	V	S	A
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	CYPDI	H	S	A
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> L.	EPHHS	H	S	A
	<i>Sida cordifolia</i> L.	SIDCO	Sa	S	P
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	SIDGZ	Sa	S	P
	<i>Sidastrum multiflorum</i> (Jacq.) Fryxell	ZDAMU	Sa	S	P
	<i>Chloris polydactyla</i> (L.) Sw	CHRPO	C	S/ R	P
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	DIGIN	C	S/ R	P
Poaceae	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster	BRABR	C	S/ R	P
	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. Webster	PANMA	C	S/ R	P

¹ EPPO Global Database – antigo código Bayer.(EPPO,2020)

² Hábitos de crescimento (H – Herbácea, V – volúvel, Sa – subarborescente, C – cespitoso, Pr – Prostrado),

³ Mecanismos de reprodução (S – sementes, R – rizomas, E- estolões)

⁴ ciclos de vida (P – perene, A – anual, B – bianual),

É importante e necessária a identificação das espécies de plantas daninhas, pois cada espécie apresenta o seu potencial de estabelecer-se na área e sua agressividade pode interferir de forma diferenciada entre as culturas (Cruz, 2009).

No ano safra 2018/2019, entre os períodos de seca e chuva, cinco espécies não foram comuns nos dois períodos, com a presença de *Acanthospermum hispidum* (ACNHI) e *Cynodon dactylon* (CYNDA) apenas no período seco e *Emilia fosbergii* (EMIFO) *Tridax procumbens* (TRQPR) e *Sidastrum multiflorum* (ZDAMU) presentes apenas após o período chuvoso.

Já no ano safra 2019/2020 foram identificadas na área experimental 13 espécies de plantas daninhas no período de seca e 12 espécies no período chuvoso, distribuídas em 6 famílias (Tabela 4).

Entre os períodos de seca e o chuvoso 9 espécies de plantas daninhas foram comuns nos dois períodos e 7 espécies não, estando *Cyperus difformis* (CYPDI), *Chloris polydactyla* (CHRPO), *Cynodon dactylon* (CYNDA) e *Urochloa brizantha* (BRABR), presentes apenas ao fim do período seco e *Commelina benghalensis* (COMBE), *Ipomoea quamoclit* (IPOQU) e *Sidastrum multiflorum* (ZDAMU) presentes apenas ao fim do período chuvoso.

Nas Figuras 3 (A e B) e 4 (A e B) estão apresentados os valores do Índice de Valor de Importância (IVI) e a Importância Relativa (IVR) das espécies encontradas sob a copa de limas ácidas Tahiti no período seco e chuvoso dos anos safra 2018/2019 e 2019/2020.

De maneira geral, a utilização rotineira da roçada da entrelinha nos pomares tem levado ao estabelecimento de espécies de plantas daninhas perenes que apresentam rebrota, dificultando o manejo, devido ao elevado banco de sementes. Por meio da somatória do Índice de Valor de Importância (IVI), nos períodos de seca e chuva dos anos agrícolas avaliados é possível verificar que em todos os períodos avaliados as gramíneas perenes foram as espécies de maior importância, sendo *U. brizantha* (BRABR) a espécie mais importante na seca do ano safra 2018/2019 (Figura 3A) e *U. máxima* (PANMA) a mais importantes nas demais épocas (Figuras 3B, 4A e 4B).

Tabela 4. Relação de espécies de plantas daninhas e seus respectivos códigos EPPO, hábitos de crescimento, mecanismos de reprodução e ciclos de vida, encontradas na área experimental no ano safra 2019-2020, separadas por períodos de seca e chuva e ordenadas por família botânica (Pindorama/SP).

Família	Nome científico	Código EPPO ¹	Hábito de cresc. ²	Mecan. reprodu tivo ³	Ciclo de vida ⁴
ANO SAFRA 2019/2020					
Seca (março-agosto)					
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	ERIBO ¹	H	S	A
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	EMIFO	H	S	A
	<i>Tridax procumbens</i> L.	TRQPR	H	S	A/ B
Convolvulaceae	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	MRRCI	V	S	A
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	CYPDI	H	S	A
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> L.	EPHHS	H	S	A
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	SIDCO	Sa	S	P
	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	SIDGZ	Sa	S	P
	<i>Chloris polydactyla</i> (L.) Sw	CHRPO	C	S/ R	P
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> L.	CYNDA	C/P	E/ R	P
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	DIGIN	C	S/ R	P
	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster.	BRABR	C	S/ R	P
	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. Webster.	PANMA	C	S/ R	P
Chuva (setembro-fevereiro)					
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i> L.	TRQPR	H	S	A
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	EMIFO	H	S	A
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	ERIBO	H	S	A
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	COMBE	H	R/ Ca/ S	P
Convolvulaceae	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	MRRCI	V	S	P
Euphorbiaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	IPOQU	V	S	A
	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.)	EPHHS	H	S	A
	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	SIDGZ	H	S	A
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	SIDCO	Sa	S	P
	<i>Sidastrum multiflorum</i> (Jacq.) Fryxell	ZDAMU	Sa	S	P
	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. Webster	PANMA	C	S	P
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	DIGIN	C	S/ R	P

¹ EPPO Global Database – antigo código Bayer

² Hábitos de crescimento (H – Herbácea, V – volúvel, Sa – subarborescente, C – cespitoso, Pr – Prostrado),

³ Mecanismos de reprodução (S – sementes, R – rizomas, E- estolões)

⁴ ciclos de vida (P – perene, A – anual, B – bianual),

À medida que os períodos e as safras se sucedem BRABR que era a espécie mais importante na área, devido sua origem de pastagem, vai perdendo sua importância na área de projeção da copa apesar de sua grande importância na entrelinha da cultura, sobretudo pela perda da dominância relativa (DOM), ou seja as plantas dessa espécie encontradas apresentam menor porte nos períodos subsequentes. Essa espécie é paulatinamente substituída pelo capim colônia (PANMA) (Figuras 3B e 4). O capim colônia é uma gramínea perene, entouceirada, que se propaga por sementes e rizomas, é importante por ser muito vigorosa e de grande porte (1-2 m de altura), e assim interfere de maneira significativa quando infestante (Lorenzi, 2008). A elevada importância do capim colônia nesse agroecossistema está relacionada à relativa tolerância ao sombreamento cultural (BIANCO et al, 2001) sua elevada agressividade e difícil controle (Dinardo et al, 2003).

O capim branco (CHRPO) perde importância no decorrer dos períodos, perdendo muito em dominância e densidade de plantas. Isso pode ser explicado pelo maior porte das limeiras e maior intensificação dos tratos culturais após o terceiro ano de plantio. A característica biológica de crescimento inicial lento pode conferir a essa espécie baixa competitividade interespecífica no interior dos campos agrícolas (Carvalho et al, 2005), ficando essa espécie restrita às bordas dos talhões e carregadores.

Uma gramínea de difícil controle que ganhou importância no pomar foi o capim amargoso (DIGIN), ganhando muito em densidade entre os anos safra, sobretudo no período seco, pois dada sua fácil dispersão pelos tratos culturais e a predominância de genótipos resistentes ao glifosato na região centro-norte do Estado de São Paulo (Soares e Finoto, 2017), o uso sistemático deste herbicida na cultura vem selecionando essa planta daninha e aumentando o banco de sementes nos pomares da região, onde essa espécie tem se tornado problemática.

Também se destacaram dois grupos de plantas daninhas, as guanxumas (SIDGZ, SIDCO e ZDAMU) e as cordas de viola (MRRCI e IPOQU) cujas importâncias estão em torno de 20% e 10%, respectivamente, para todos os períodos, sendo as guanxumas mais importantes nos períodos secos e as cordas-de-viola mais importantes nos chuvosos.

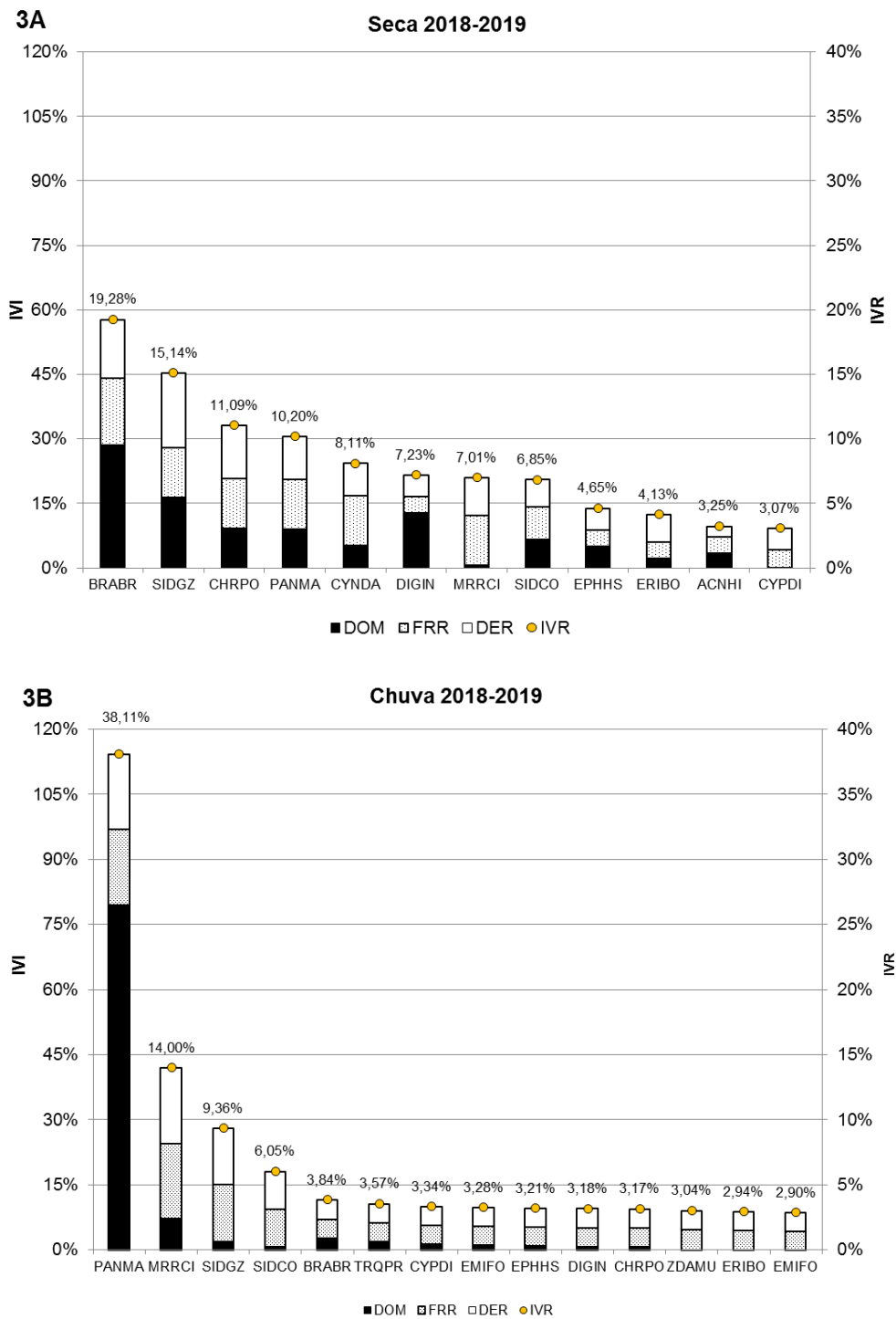


Figura 3. Índice de Valor de Importância e Índice de Valor de Importância Relativo para as espécies de plantas daninhas encontradas sob a copa de limeiras Tahiti nos períodos de seca (3A) e chuva (3B) da safra 2018/2019. (DOM- Dominância Relativa, FRR – Frequência Relativa, DER – Densidade Relativa, IVR – Índice de Valor de Importância Relativo)

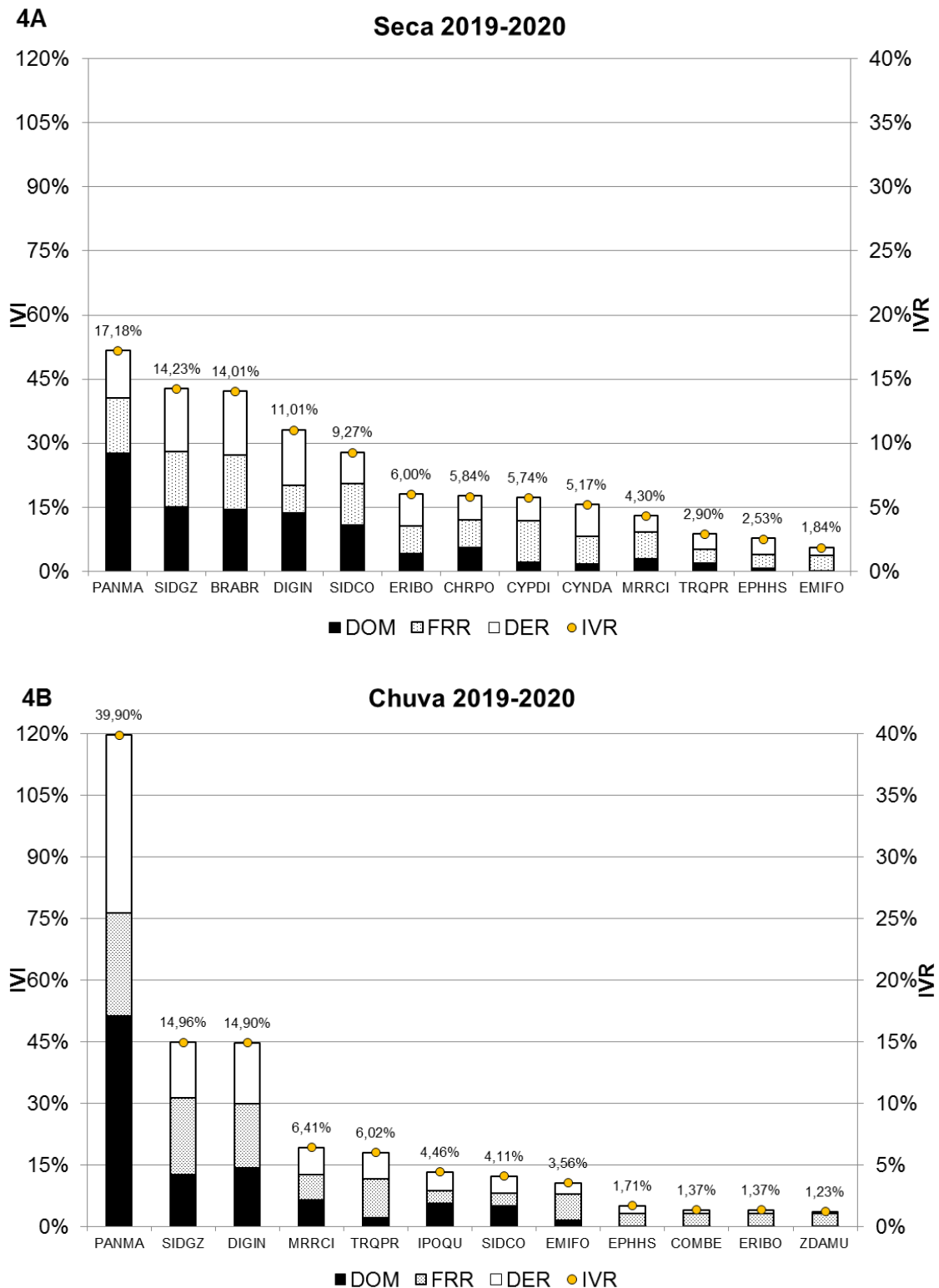


Figura 4. Índice de Valor de Importância e Índice de Valor de Importância Relativo para as espécies de plantas daninhas encontradas sob a copa de limeiras Tahiti nos períodos de seca (4A) e chuva (4B) da safra 2019/2020. (DOM- Dominância Relativa, FRR – Frequência Relativa, DER – Densidade Relativa, IVR – Índice de Valor de Importância Relativo)

As guanxumas são plantas que se adaptam facilmente em solos compactados e ambientes com menor intensidade luminosa e temperatura (Santin et al, 2019), porém a importância do controle das guanxumas no pomar cítrico está além da competição por recursos do ambiente, pois essas plantas são frequentemente descritas como hospedeiros importantes de pragas e doenças como: larva minadora (Santos et al, 2006), ácaro da leprose (Maia e Oliveira, 2004), cochonilha ortézia (Benvença et al, 2017), cigarrinhas e fitoplasmas associados ao Huanglongbing (HLB ou Greening) (Marques et al, 2012).

As cordas-de-viola (MRRCI, IPOQU), espécies da família Convolvulaceae, são problema em diversos cultivos agrícolas, pois, interferem de maneira direta na produtividade por meio da competição por recursos ambientais (água, luz e nutrientes) e, indiretamente, dificultando as operações de manejo (Silva et al., 2015). São plantas de ciclos longos, produzindo grande quantidade de sementes, as quais apresentam dormência, sendo, portanto fluxos de emergência, e apresenta tolerância ao glifosato (Kissmann e Groth, 1997; Azania et al, 2009; Galon et al, 2013).

Arranjos temporais de convivência e controle das plantas daninhas

Características biométricas das limeiras

Todas as características biométricas avaliadas apresentaram diferenças significativas entre as safras 2018/2019 e 2019/2020 (Tabela 5), sendo a segunda safra superior à primeira. O pomar utilizado no experimento pode ser considerado extremamente jovem em sua instalação e condução. Ao final do primeiro ano de ensaio as plantas atingiram em média 2,08m de altura e ao final do segundo ano de condução do ensaio atingiram em média 2,45m, quando a altura esperada de uma planta adulta de lima Tahiti com mais de 6 anos de idade é superior a 4m e sua área de projeção da copa superior a 29m² (Stuchi e Cyrillo, 1998).

Em relação aos arranjos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas, houve diferenças significativas para todas as variáveis (Tabela 5),

entretanto apenas apresentaram interações significativas entre os anos safra e os arranjos as variáveis: altura da planta (Figura 5) e volume de copa (Figura 6).

Tabela 5. Valores médios da altura da planta (m), área de Projeção da Copa (m^2), volume de copa (m^3), taxa de cobertura da copa na linha (TCCL - %) e taxa de cobertura da copa na entrelinha (TCCE - %) das plantas de lima ácida Tahiti por ano safra e arranjos de períodos de controle e convivência com as plantas daninhas.

	Altura média da planta		Área média de projeção da copa		Volume médio da copa		Cobertura média na linha-TCCL		Cobertura média na entrelinha - TCCE	
	(m)		(m²)		(m³)		(%)		(%)	
Ano Safra										
18/19	2,08	B ¹	4,84	B	6,73	B	62,16	B	41,11	B
19/20	2,45	A	8,74	A	14,31	A	82,41	A	56,09	A
Fbl	15,42	*	1,48	ns	3,10	ns	1,67	ns	1,20	ns
Fp	169,18	**	464,33	**	561,82	**	97,81	**	67,94	**
CVp(%)	11,89		8,22		9,99		4,63		6,73	
Arranjos de períodos de convivência e controle										
1	2,32	b	7,61	A	12,08	b	76,72	a	51,30	a
2	2,29	b	7,00	B	11,07	b	74,06	b	48,91	a
3	2,26	b	7,06	B	10,86	b	73,20	b	49,95	a
4	2,19	c	6,39	C	9,51	c	70,31	c	47,24	b
5	2,27	b	6,44	C	9,94	c	68,52	c	48,65	a
6	2,29	b	7,09	B	11,08	b	74,06	b	49,69	a
7	2,12	c	5,92	D	8,47	d	68,13	c	46,61	b
8	2,14	c	5,80	D	8,44	d	65,94	c	44,01	b
9	2,29	b	6,96	B	10,77	b	73,67	b	48,96	a
10	2,33	b	6,96	B	11,02	b	74,00	b	48,80	a
11	2,21	c	6,40	C	9,57	c	68,05	c	48,28	a
12	2,21	c	6,73	B	10,22	c	73,52	b	47,34	b
13	2,31	b	6,59	C	10,32	c	71,80	b	47,81	b
14	2,23	c	7,13	B	10,91	b	74,30	b	49,74	a
15	2,55	a	7,75	A	13,58	a	77,97	a	51,72	a
F _{sp}	8,98	**	6,84	**	10,77	**	6,68	**	2,75	**
F _{pxsp}	2,87	**	1,02	ns	2,39	**	1,28	ns	0,27	ns
CV _{sp} (%)	14,25		8,72		10,7		5,17		6,68	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; ns não significativo; ¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. ($p \leq 0,05$).

Para ambas variáveis, analisando a influência do ano safra em cada arranjo, é possível observar o mesmo comportamento, pois a altura da planta e o volume de

copa foram superiores na safra 2019/2020 em todos os arranjos estudados, isso porque devido à juventude do pomar as plantas estavam em pleno crescimento vegetativo.

Nas safras 2018/2019 e 2019/2020, os arranjos de períodos de convivência e controle afetaram significativamente a altura das plantas de lima Tahiti, permitindo-se no ano de 2018/2019 a observação de dois grupos significativamente diferentes entre si (Figura 5).

No grupo com as alturas médias de plantas mais altas estão os arranjos 15 e 1 (sem convívio com as plantas daninhas), 9, 10 e 5 (3 meses de convívio com as plantas daninhas), 6, 13 e 3 (6 meses de convívio) e 11 (9 meses de convívio), com as alturas das plantas variando entre 2,28m e 2,09m. No grupo com as menores alturas das plantas estão os arranjos 8 (12 meses de convívio com as plantas daninhas), 7, 4 (9 meses de convívio), 12 e 14 (6 meses de convívio) e 2 (3 meses de convívio), com as alturas das plantas variando entre 1,91m e 2,06m (Figura 5).

No ano safra de 2019/2020 os arranjos foram divididos em 3 grupos sendo o grupo de plantas mais altas formado pela testemunha 15, livre de convivência com as plantas daninhas pelo uso de capinas. Já do grupo com as plantas mais baixas fazem parte os arranjos 8 (12 meses de convívio com as plantas daninhas) e os arranjos 11, 7 e 4 (9 meses de convívio), sendo que no grupo intermediário estão os arranjos restantes. De uma maneira geral, pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência múltipla cultura-comunidade infestante, maior será o grau de interferência (Pitelli,1987).

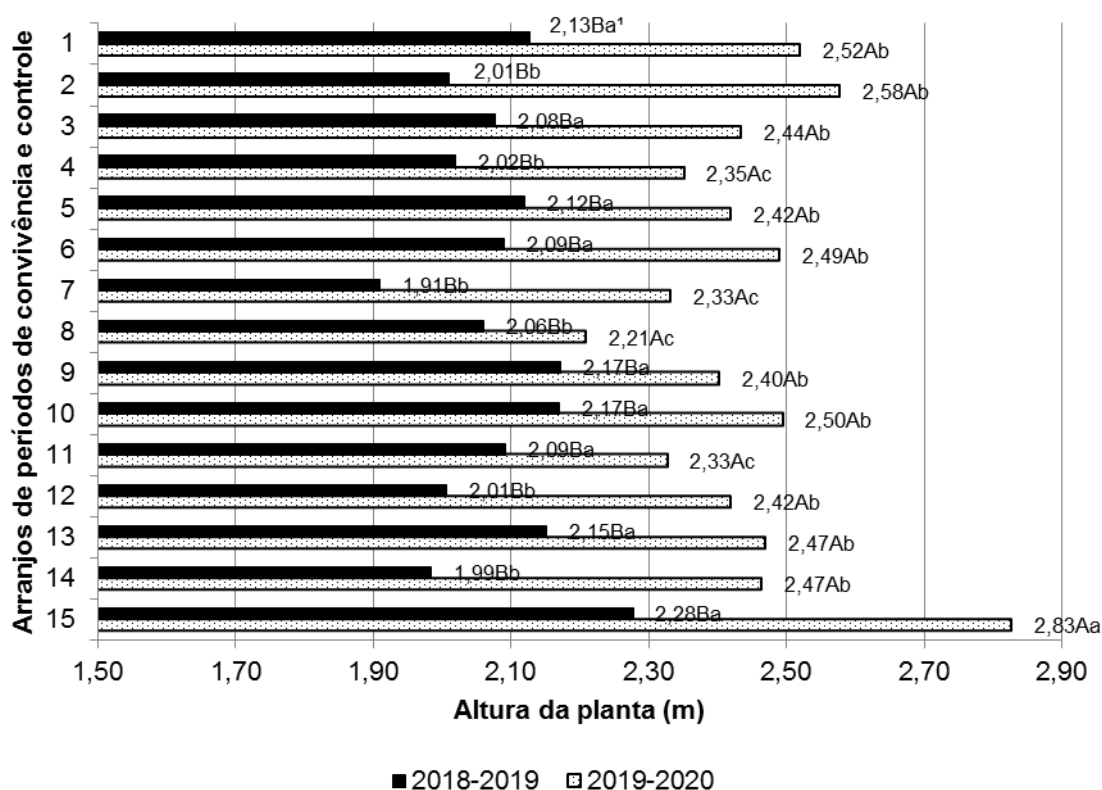


Figura 5. Valores médios da altura de plantas de lima ácida Tahiti nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A redução no crescimento da altura das plantas, provavelmente, ocorreu porque a convivência com as espécies de plantas daninhas pode ter limitado por longos períodos a disponibilidade de recursos no substrato de cultivo, causando competição e limitando o seu crescimento. Deve-se considerar que as comunidades infestantes, mesmo em pequenas áreas, são bastante diversificadas e densas. Com isso, o crescimento total da comunidade é controlado pela disponibilidade de recursos do meio e não pelo potencial de crescimento de cada indivíduo componente, que tem seu crescimento proporcional aos recursos que conseguiu recrutar na competição com os demais (Pitelli, 1987).

Em relação à área de projeção da copa (Tabela 5), não houve interação significativa entre o ano safra e os arranjos temporais de convívio e controle das plantas daninhas. Assim, pode-se considerar os efeitos dos arranjos independentemente do ano safra estudado, portanto, observa-se a formação de 4

grupos. O primeiro o grupo foi formado pelos arranjos 15 e 1 (testemunhas sem convívio com as plantas daninhas por capina e controle químico, respectivamente), e apresentou maiores áreas de projeção da copa ($7,75\text{m}^2$ e $7,61\text{m}^2$, respectivamente), o segundo grupo com áreas de projeção de copa entre $7,13\text{m}^2$ e $6,73\text{m}^2$ foi composto pelos arranjos 14, 6, 3, 2, 9, 10 e 12 (com 3 e 6 meses de convívio), o terceiro grupo foi composto pelos arranjos 13, 5, 11 e 4 com áreas de copa variando entre $6,58$ e $6,39\text{m}^2$. O quarto grupo foi constituído com áreas de copa menores que 6m^2 contemplando os arranjos 7 e 8 (9 e 12 meses de convívio). Machado & Coelho (2000) trabalhando com limão 'Cravo' sob lima ácida Tahiti e Neves et al. (2004) com diversos porta-enxertos, também sob lima ácida 'Tahiti observaram que a distância efetiva da entrelinha atingiu valores muito próximos aos do raio da copa, indicando uma maior concentração de raízes sob a copa. Assim, plantas com áreas de projeção da copa maiores contam com melhor exploração do solo pelas raízes, sendo uma vantagem importante em situações de escassez de recursos

Para volume de copa (Figura 6), houve interação significativa entre o ano-safra estudado e os arranjos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas adotados. Assim como para a altura das plantas, se considerarmos o efeito do ano-safra em cada arranjo, o volume da copa é maior em 2019/2020 do que em 2018/2019, devido à idade do pomar em crescimento. Considerando-se o efeito dos arranjos em cada ano safra, em 2018/2019 apenas o volume de copa do arranjo 8 (testemunha em convívio com as plantas daninhas por 12 meses) foi significativamente menor que os demais arranjos. Já na safra 2019/2020 os arranjos foram classificados em 5 grupos, sendo o primeiro grupo constituído pelo arranjo 15 (testemunha sem convívio capinada) significativamente superior aos demais ($18,49\text{m}^3$), no segundo grupo está o arranjo 1 (testemunha sem convívio e com aplicações de glifosato) com volume de copa de $16,66\text{m}^3$. Ambos os arranjos em teoria não sofreram competição por recursos pelo convívio com as plantas daninhas, mas diferem significativamente entre si, essa diferença pode ser creditada provavelmente devido a algum tipo de injúria causada pela deriva do herbicida ou alguma competição com plantas daninhas persistentes que já apresentam tolerância ou resistência ao herbicida, depois de 6 aplicações de glifosato ao longo da safra. O glifosato causa distúrbios nas principais rotas metabólicas das plantas, levando à

inanição (Hess, 1994). Desse modo, plantas em contato com o glifosato apresentam seu crescimento comprometido em algum grau, sendo a amplitude da redução do crescimento dependente da dose de glifosato a que a planta foi submetida (Tuffi Santos et al, 2007). A intoxicação por glifosato pode causar, em função da quantidade de produto que atinge a planta, a morte do ápice caulinar (Tuffi Santos et al., 2005), afetando a altura da planta e seu volume de copa.

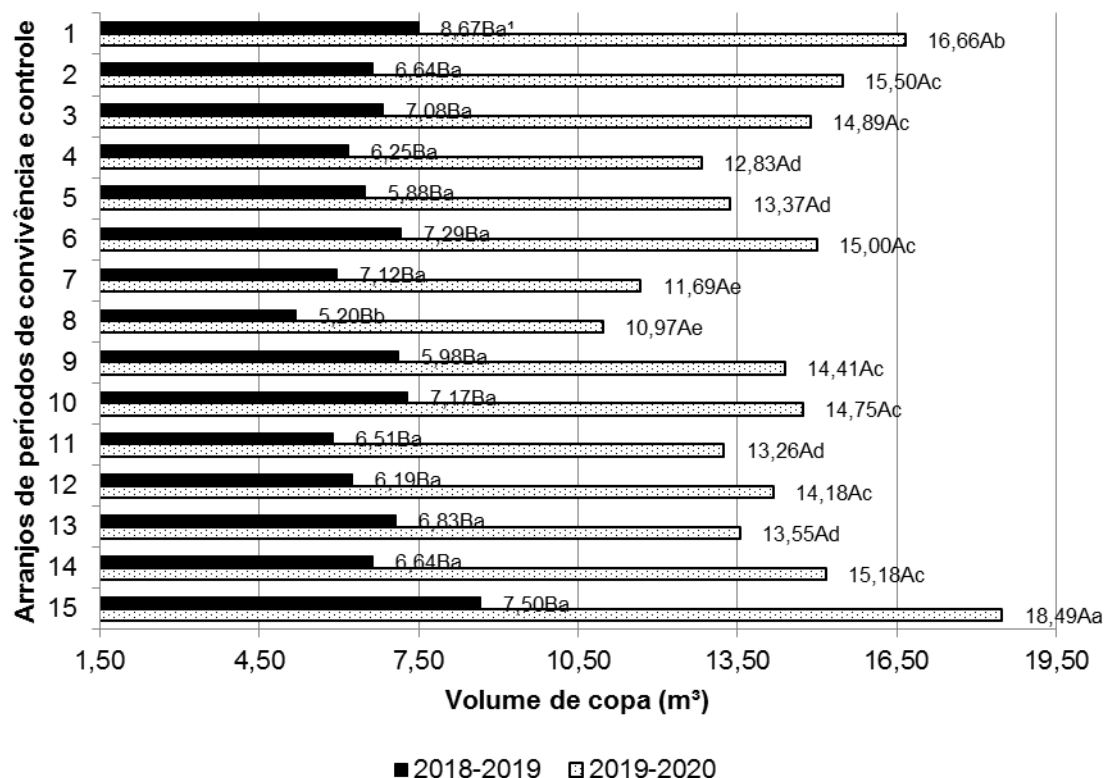


Figura 6. Valores médios do volume da copa (m^3) de plantas de lima ácida Tahiti nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O terceiro grupo, com volumes de copa variando entre $15,50m^3$ e $14,18m^3$, é composto pelos arranjos 2, 14, 6, 3, 10, 9 e 12 (3 e 6 meses de convivência). O quarto grupo, com volumes entre $13,55m^3$ e $12,83m^3$ é composto por arranjos com 3, 6 e 9 meses de convívio (13, 5, 11 e 4). Já o quinto grupo constituído com as menores médias de volume de copa abrange os arranjos 7 e 8 ($11,69m^3$ e $10,97m^3$, respectivamente). O limoeiro 'Cravo' é um porta-enxerto que leva à formação de plantas com elevado volume de copa principalmente quando enxertado por limeira

ácida Tahiti, atingindo 34,08m³ de copa no quinto ano do pomar (Carvalho, 2017), Normalmente as plantas que possuem maior volume de copa apresentam as maiores produções (Blumer, 2005), o volume de copa também está relacionado à adequação de volume de calda e dose de produtos fitossanitários (Alvarenga et al, 2014).

Para as taxas aproveitamento do espaço (taxa de cobertura da copa na linha – TCCL – e na entrelinha – TCCE), não houve interação significativa entre ano-safra e arranjo temporal de convívio e controle das plantas daninhas no entanto, os fatores foram isoladamente significativos, sendo ambas as taxas de coberturas maiores no ano safra 2019/2020. Para TCCL os arranjos apresentaram 3 grupos. O primeiro grupo é composto pelos arranjos 15 e 1 que apresentaram as maiores coberturas da linha (as testemunhas sem convívio com as plantas daninhas). O segundo grupo foi constituídos pelos arranjos que proporcionaram menores coberturas de linha, ou seja, os arranjos 8, 11, 7, 5 e 4, com exceção do arranjo 5, esse grupo apresenta os arranjos que ficaram maior tempo em convívio com as plantas daninhas. Já o terceiro grupo apresentou comportamento intermediário. Para TCCE, os arranjos dividiram-se em dois grupos, sendo o grupo composto pelos arranjos 15, 1, 3, 14, 6, 9, 2, 10, 5 e 11 com maiores taxas de cobertura da entrelinha (entre 51,72% e 48,28%) e o grupo compostos pelos arranjos 13, 12, 4, 7 e 8, com médias de cobertura da entrelinha variando entre 44,01% e 47,81%.

Componentes da produção

Todos os componentes de produção avaliados apresentaram diferenças significativas entre as safras 2018/2019 e 2019/2020 (Tabela 6), sendo a segunda safra superior à primeira. Na época de implantação do experimento as plantas de lima Tahiti apresentavam 3 anos de idade, época considerada como fase inicial para a produtiva da cultura. Assim, apesar da precocidade de produção da lima Tahiti se comparada a outras variedades cítricas, a sua produção no terceiro e quarto ano a partir de seu plantio ainda não pode expressar de maneira suficiente, os rendimentos econômicos da cultura, o que ocorre apenas a partir do quinto ano (Alves Júnior, 2006). Outro motivo da grande diferença entre as safras pode estar relacionado ao menor porte da planta e seu pequeno arcabouço radicular para

enfrentar um ano safra 2018/2019 com pouca chuva e praticamente sem excedentes hídricos (Figura 2).

Tabela 6. Número médio de frutos por planta, massa de frutos por planta, produtividade por hectare e massa média dos frutos, por ano safra e épocas de controle e convivência com as plantas daninhas.

	Número médio de frutos por planta		Massa de frutos por planta		Produtividade		Massa média do fruto	
			(kg)		(t.ha ⁻¹)		(g)	
Ano Safra								
18/19	113,80	B ¹	8,08	B	3,23	B	71,67	B
19/20	431,00	A	34,64	A	13,86	A	81,17	A
Fb	3,08	ns	4,41	ns	4,49	ns	1,68	ns
Fp	7728,56	**	75957,53	**	75895,6	**	165,2	**
CV _p (%)	7,25		12,47		12,47	**	15,3	
Arranjos de períodos de convivência e controle								
1	317,69	b ¹	24,50	b	9,80	b	75,00	a
2	286,44	c	22,72	c	9,09	c	76,25	a
3	267,00	d	21,57	c	8,63	c	80,00	a
4	224,81	e	17,72	e	7,09	e	76,25	a
5	318,00	b	24,89	b	9,96	b	75,00	a
6	257,56	d	19,91	d	7,96	d	76,25	a
7	220,13	e	17,26	e	6,91	e	76,25	a
8	169,69	f	12,79	f	5,11	f	73,75	a
9	306,06	b	24,22	b	9,69	b	77,50	a
10	287,75	c	22,51	c	9,00	c	76,25	a
11	229,94	e	18,00	e	7,20	e	77,50	a
12	284,75	c	22,61	c	9,05	c	76,25	a
13	251,69	d	19,60	d	7,84	d	76,25	a
14	266,75	d	20,76	d	8,30	d	76,25	a
15	397,75	a	31,40	a	12,56	a	77,50	a
F _{sp}	24,52	**	128,18	**	128,2	**	0,3	ns
F _{pxsp}	13,6	**	73,98	**	73,94	**	0,27	ns
CV _{sp} (%)	11,16		15		15,2		9,57	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; ns não significativo, ¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott.

Nesse estudo a produtividade está atrelada ao número de frutos por planta, já que a massa média dos frutos colhidos não diferiu significativamente entre os arranjos, devido ao manejo de colheita adotado pelo produtor, no qual apenas os frutos considerados comercialmente aceitos são colhidos. O ponto de colheita é uma

decisão subjetiva para os frutos de lima Tahiti, já que o amadurecimento do mesmo não é desejável. Assim, a exigência do mercado consumidor é de frutos com massa superior à 70g e casca verde rugosa, sendo estes selecionados por tamanho (diâmetro transversal igual ou maior que 47mm).

Houve interação significativa entre o ano-safra e as épocas de interferência das plantas daninhas para o número de frutos por planta (Figura 7), massa de frutos por plantas (Figura 8) e produtividade (Figura 9). Para todos os componentes da produção ao analisar a influência do ano safra em cada arranjo, nota-se que o comportamento é o mesmo, ou seja, o número de frutos por planta, a massa de frutos por plantas e a produtividade na safra 2019/2020 são significativamente maiores em todos os arranjos de época de interferência de plantas daninhas estudados.

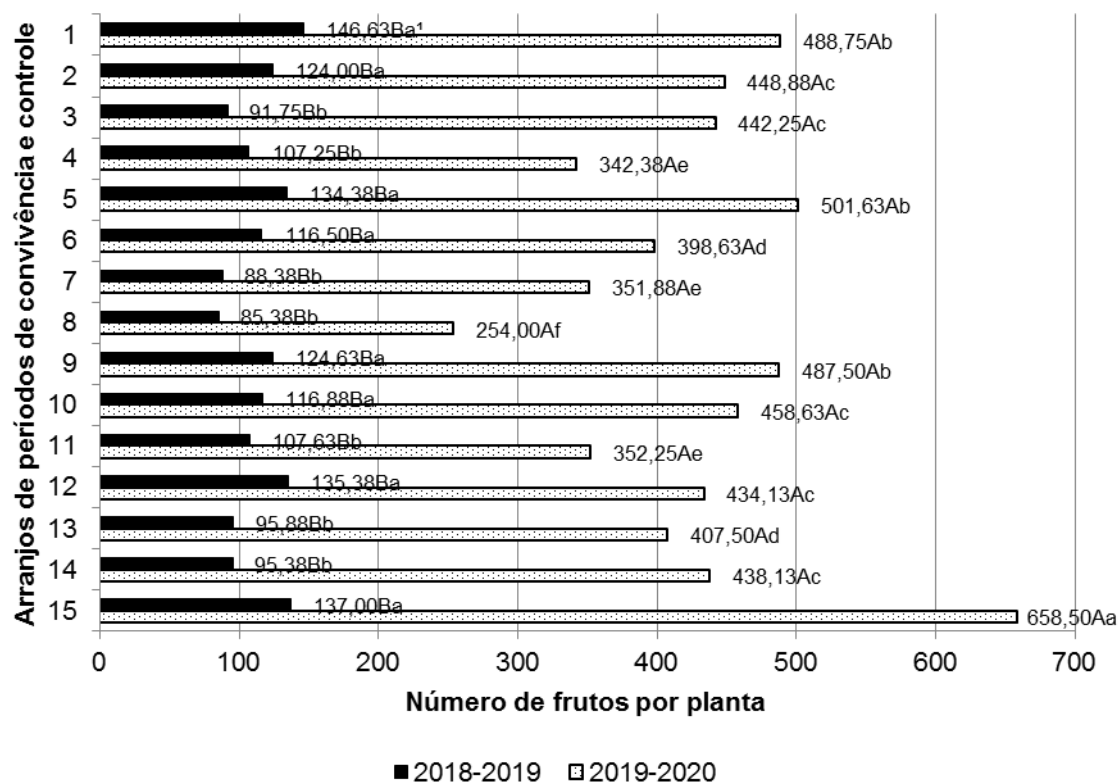


Figura 7. Número médio de frutos por planta de lima ácida Tahiti nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para o número médio de frutos por planta (Figura 7), quando analisado o efeito dos arranjos de épocas de interferência em cada ano safra, observa-se que na safra 2018/2019 ocorre a formação de 2 grandes grupos, sendo o primeiro composto pelos arranjos 15, 5, 1, 9, 10, 2, 6 e 12 que apresentaram número médio entre 116,5 e 137 frutos por planta. Já o segundo grupo composto pelos arranjos 3, 14, 13, 11, 4, 7 e 8 apresentaram número de fruto por planta variando entre 85,38 e 107,63. O primeiro grupo é composto pelos arranjos de épocas de interferência que ficaram menor tempo em convívio com as plantas daninhas 0 e 3 meses (independente da época) e os arranjos que ficaram 6 meses em convívio com as plantas daninhas desde que esse período não fosse consecutivo, ou seja, mantendo o porte das plantas daninhas menores. O segundo grupo é formado pelos arranjos de 12, 9 e 6 meses de convívio com as plantas daninhas, desde que consecutivos. Já para a safra 2019/2020 ocorre a formação de 6 grupos, sendo o primeiro grupo, em ordem decrescente de número médio de frutos por árvore, formado pelo arranjo 15 (testemunha capinada), segundo grupo é formado pelos arranjos 1 (testemunha manejada com glifosato), e os arranjos cujo convívio com as plantas daninhas ocorre por apenas 3 meses no período chuvoso (5 e 9), o grupo 3 é formado pelos arranjos com 3 meses de convívio no período seco (arranjos 10 e 2) e por arranjos com 6 meses de convívio (3, 12 e 14), o grupo 4 é formado pelos arranjos 13 e 6, com 6 meses de convívio com as plantas daninhas, principalmente no período em que há a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, fazendo com que a competição por água antecipe o período de seca para as limeiras. O quinto grupo é formado por arranjos em que as limeiras passaram 9 meses em convívio com as plantas daninhas (4,7 e 11), enquanto o sexto grupo, com as menores médias de número de frutos por planta é composto pelo arranjo que passou 12 meses em convívio com as plantas daninhas (arranjo 8)

Em relação à massa média de frutos (Figura 8) e, consequentemente, à produtividade (Figura 9), ao analisar o efeito dos arranjos de períodos de convívios em cada ano safra, o comportamento é muito parecido com o de número de frutos por planta. Para a safra 2018/2019, os arranjos se organizaram três grupos. O primeiro grupo foi constituído pelos arranjos 15 (capinado), 1 (mantido no limpo com uso do glifosato), 5 (onde a convivência com as plantas daninhas se dá apenas nos

3 meses em que não houve restrição de água) e 12 (em que a interferência se dá por seis meses, de março a maio e setembro a novembro). O segundo grupo contém os arranjos 9, 10, 2 (3 meses em convívio com as plantas daninhas) e 6 (6 meses de convívio, março a maio e dezembro a fevereiro). Já o terceiro grupo é formado pelos arranjos 11, 7, 4 e 8, que são os arranjos com maior tempo de convivência (12 e 9 meses) e os arranjos que conviveram 6 meses consecutivos com as plantas daninhas (3, 14, 13). O convívio por 6 meses consecutivos permite que as plantas daninhas atinjam maior porte e um arcabouço radicular mais eficiente na competição por nutrientes e principalmente pela água do solo, sobretudo as plantas de ciclo perene que possuem ciclos mais longos como as trapoerabas, cordas-de-viola, capim amargoso e capim colônia e que são muito mais difíceis de controlar com o uso do glifosato em estágios mais avançados de desenvolvimento, tornando-se assim competidoras mais eficientes pelos recursos do meio.

Na safra 2019/2020 os arranjos tem ainda maior importância, segregando-se em 7 grupos, principalmente separados pelo período total de convívio com as plantas daninhas. O primeiro grupo em ordem decrescente de massa média de frutos por planta/produtividade é formado pela testemunha capinada (arranjo 15), o grupo 2 é formado pela testemunha manejada com glifosato (arranjo 1) e pelos arranjos em que o convívio com as plantas daninhas se deu apenas por 3 meses no ano desde que seja no período chuvoso em que não há restrições hídricas nem para as lavouras e nem para as plantas daninhas (arranjos 5 e 9), no grupo 3 estão alocados os arranjos 10 e 12 (apenas 3 meses de convívio, porém no período seco) e o arranjo 3 (com 6 meses de convívio no período seco e de recuperação hídrica, período em que há plantas daninhas de pequeno porte e menor banco de sementes), no grupo 4 estão os arranjos 12 e 14 com 6 meses de convívio, no grupo 5 está o arranjo 13, cujo convívio com as plantas daninhas se deu por 6 meses consecutivo, durante todo o período de diminuição da disponibilidade hídrica para as plantas de lavoura e seca, no grupo 6 estão os arranjos com 9 meses de convívio com as plantas daninhas (4, 11 e 7) e no grupo com as menores produtividades está o arranjo 8 (testemunha mantida sem controle das plantas daninhas)

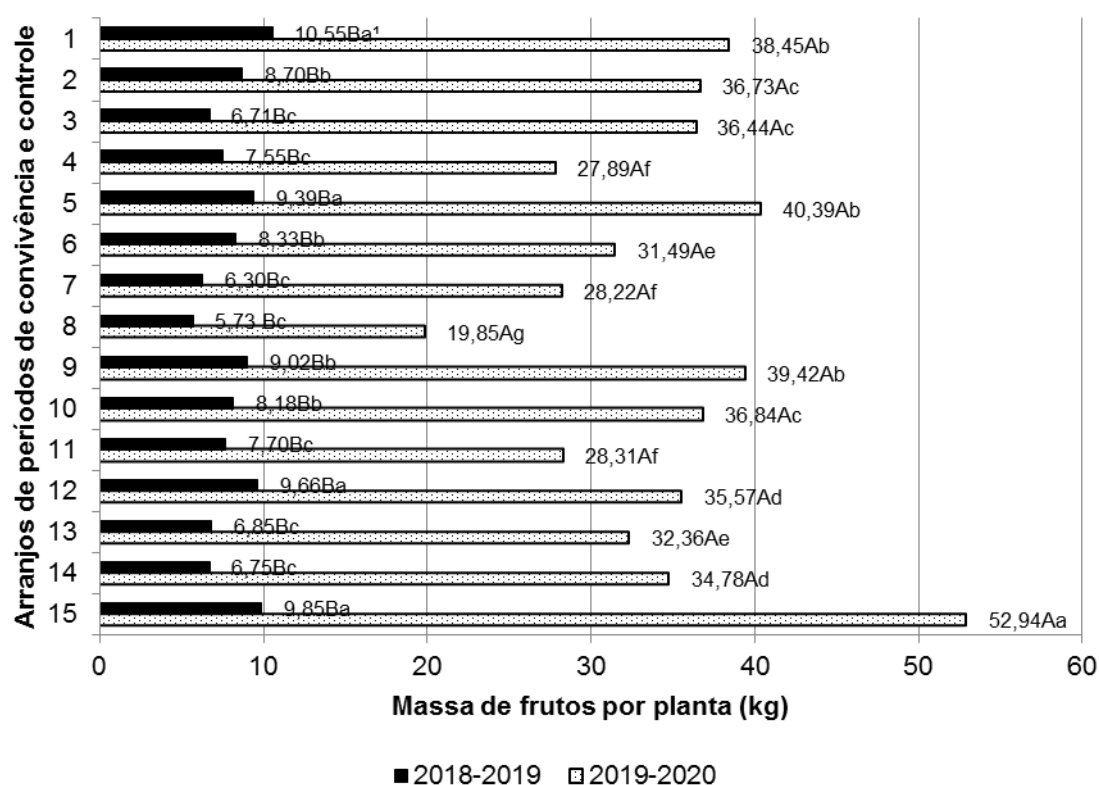


Figura 8. Massa média de frutos por planta de lima ácida Tahiti nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A habilidade competitiva de uma espécie vegetal não é definida somente por uma característica e depende do recurso pelo qual compete e das características da espécie competidora (Bianchi et al, 2006). Em geral, na competição por radiação solar, estão envolvidas a estatura e características foliares da planta e, por outro lado, na competição por recursos do solo (água e nutrientes), além das características da parte aérea, as do sistema radicular assumem importância (Lemerle et al., 2001). A competição abaixo do solo frequentemente reduz o desempenho de plantas de forma mais acentuada que a competição acima do solo (Zanine e Santos, 2004). Pois abaixo do solo é onde as radículas (sistema radicular) e raízes (sistema radical) exercem papel fundamental no processo competitivo (Rizzardì et al, 2001). As raízes desempenham duas funções distintas na planta: a primeira, puramente mecânica, consiste no fornecimento de suporte e ancoragem; a segunda função é fisiológica, ou seja, é através das raízes que minerais e água do

solo são supridos para a planta, ao mesmo tempo em que elas se constituem em local de armazenamento das reservas de alimentos manufaturados (Radosevich et al., 1997). Em decorrência, o suprimento interno de água e nutrientes pode sofrer influências negativas quando as plantas são submetidas ao processo de competição (Patterson, 1995).

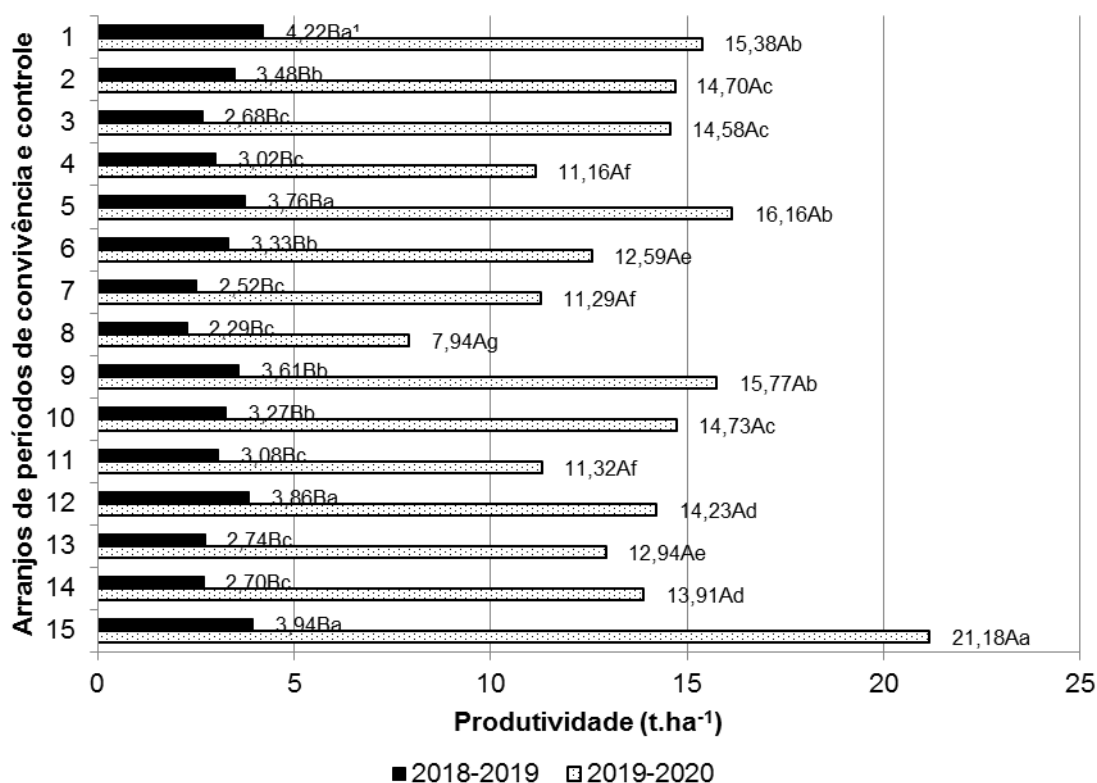


Figura 9. Produtividade média (t.ha⁻¹) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Qualidade dos frutos.

Dos parâmetros físico-químicos de qualidade dos frutos avaliados, apresentaram diferenças significativas entre as safras 2018/2019 e 2019/2020 o diâmetro do fruto, o ratio e o índice tecnológico (Tabela 7). A safra 2019/2020 proporcionou frutos com diâmetros maiores, o que já era esperado devido a diferença da massa média do fruto entre as safras (Tabela 6). Para o ratio e o índice

tecnológico observou-se comportamento oposto, sendo ambos maiores na safra 2018/2019. Os períodos de convívio com as plantas daninhas afetaram significativamente todos os parâmetros de qualidade com exceção da acidez titulável.

Tabela 7. Medias dos parâmetros físico-químicos de qualidade dos frutos (Diâmetro, Espessura da casca, rendimento de suco, Sólidos Solúveis – SS, Acidez Titulável – AT, Ratio e Índice Tecnológico – IT) por ano safra e épocas de controle e convivência com as plantas daninhas

	Diâmetro médio do fruto		Espessura média da casca		Rendim. médio do suco		SS		AT		Ratio		IT	
	mm		mm		%		°Brix		mg de ac.Citríco.100 ml ⁻¹		%		kg SS.caixa ⁻¹	
Ano Safra														
18/19	48,09	B ¹	2,06	A	42,27	A	8,83	A	9,44	A	93,69	A	1,01	A
19/20	50,95	A	2,15	A	41,70	A	8,23	A	9,29	A	88,80	B	0,93	B
Fp	116,98	**	3,51	ns	3,19	ns	44,94	**	5,92	ns	75,54	**	58,2	*
CVp (%)	7,4		17,6		6,33		9,16		3,06		7,92		5,15	
Arranjos de períodos de convivência e controle														
1	51,29	a	1,82	b	44,56	a	9,00	a	9,31	a	0,97	a	1,08	a
2	49,82	b	2,01	b	42,22	a	8,84	b	9,43	a	0,94	b	1,01	b
3	49,60	b	2,15	a	42,56	a	8,79	b	9,42	a	0,93	b	1,01	b
4	49,16	b	2,28	a	42,22	a	8,24	c	9,58	a	0,86	d	0,94	c
5	49,39	b	2,00	b	42,17	a	8,81	b	9,08	a	0,97	a	1,01	b
6	50,40	a	2,18	a	42,06	a	8,28	c	9,23	a	0,90	c	0,94	c
7	48,84	b	2,13	a	41,83	a	8,12	d	9,27	a	0,88	c	0,92	c
8	46,63	d	2,46	a	33,28	b	8,04	d	9,44	a	0,85	d	0,73	d
9	49,84	b	2,11	a	40,17	a	8,83	b	9,49	a	0,93	b	0,96	c
10	49,92	b	2,25	a	43,06	a	8,66	b	9,40	a	0,92	b	1,01	b
11	48,45	c	2,19	a	43,61	a	8,06	d	9,49	a	0,85	d	0,95	c
12	49,61	b	2,02	b	43,33	a	8,42	c	9,40	a	0,90	c	0,98	b
13	49,30	b	2,21	a	43,33	a	8,49	c	9,56	a	0,89	c	0,99	b
14	49,45	b	1,99	b	41,61	a	8,40	c	9,24	a	0,91	c	0,94	c
15	51,09	a	1,80	b	43,78	a	9,02	a	9,17	a	0,99	a	1,07	a
F _{sp}	9,03	**	3,99	**	9,45	**	22,63	**	1,14	ns	8,37	**	13,91	**
F _{pxsp}	3,11	*	1,81	*	1,56	ns	3,58	**	1,73	ns	1,62	ns	1,51	ns
CVsp (%)	6,13		17,46		8,65		12,58		3,58		8,98		5,51	

* p≤0,05; **p≤0,01; ns não significativo; ¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott.

Para diâmetro médio do fruto houve interação significativa entre o ano-safra e o arranjo dos períodos de convívio e controle de plantas daninhas (Tabela 7). Na safra 2019/2020 os frutos de todos os arranjos apresentaram diâmetros maiores que na safra 2018/2019. Tanto para a safra 2018/2019 quanto para a safra 2019/2020 os arranjos se dividiram em 3 grupos (Figura 10). No entanto, os arranjos de períodos de convivência e controle das plantas daninhas componentes dos grupos sofreram alterações de 2018/2019 para a safra seguinte.

No primeiro ano-safra do ensaio, os maiores valores de diâmetro médio variaram entre 49,68mm e 48,55mm e foram referentes aos arranjos 15, 1, 5, 6, 12, 9 e 14. Um grupo intermediário é com diâmetros médios de fruto entre 48,31 mm e 47,54 mm é composto pelos arranjos 2 e 10 (3 meses de convívio), 3 (6 meses de convívio) e 4 e 7 (9 meses de convívio). O último grupo é composto pelos arranjos 8, 11 e 13 com os menores valores médios de diâmetro do fruto de 45,64mm, 46,01mm e 46,63 mm, respectivamente. Segundo Stuchi e Cyrillo (1998), os frutos de lima ácida Tahiti atingem seu ponto ideal de colheita quando seu diâmetro atinge 47mm, assim os frutos desses arranjos, em média, não estariam aptos a comercialização *in natura*. Os arranjos restantes apresentaram valores de diâmetro médio intermediários entre esses grupos, porém todos com diâmetros superiores a 47mm. Já para o ano safra de 2019/2020 todos os frutos atingiram o tamanho ideal para a colheita, mesmo os frutos do arranjo 8, que compuseram um grupo com valores de diâmetro médio significativamente menores que todos os demais, atingindo 47,61mm de diâmetro. Os maiores valores de diâmetro médio foram aferidos no grupo composto pelos arranjos 1, 15, 10, 13, 6 e 2 e os demais arranjos apresentaram valores de diâmetro médio intermediários entre esses grupos.

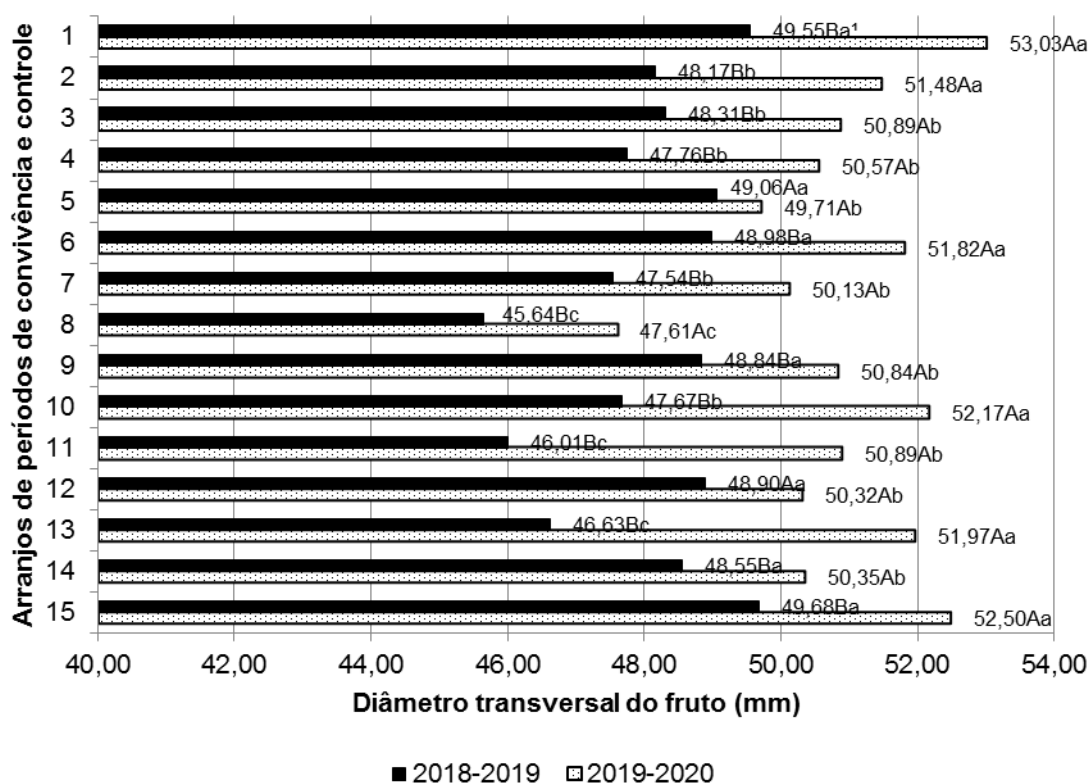


Figura 10. Diâmetro transversal médio do fruto (mm) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para a variável espessura de casca, houve interação significativa entre o ano safra e os arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas. Quando analisamos o efeito do ano safra, este apenas foi significativo para os arranjos 4 e 11 (Figura 11), sendo para ambos a espessura da casca maior no ano safra 2019/2020. Quando analisamos o efeito dos arranjos temporais, no ano safra 2018/2019 não houve diferença significativa, entretanto para o ano safra 2019/2020, os arranjos 8, 4, 11, 13, 10, 3 e 7 apresentaram espessuras de casca superiores aos demais arranjos.

Cascas espessas fornecem altos níveis de óleo para extração e resistência contra pragas e à perda de massa por desidratação, aumentando a vida de prateleira dos frutos, no entanto, a casca excessivamente grossa é indesejável e remete o consumidor ao consumo de frutos imaturos. Geralmente cascas espessas

estão relacionadas a menor rendimento de suco (Chitarra e Chitarra, 2005), entretanto no presente estudo, para a variável rendimento de suco, não houve interação significativa entre o ano safra e o arranjo de períodos de convívio e controle de plantas daninhas e não houve diferença significativa entre as safras. A diferença foi significativa apenas entre os arranjos, sendo que o arranjo 8 (testemunha sem controle de plantas daninhas, ou seja 12 meses de convívio) apresentou rendimento de suco menor que os demais.

Para o teor de sólidos solúveis houve interação entre o ano safra e os arranjos estudados de períodos de convívio ou controle de plantas daninhas (Figura 12).

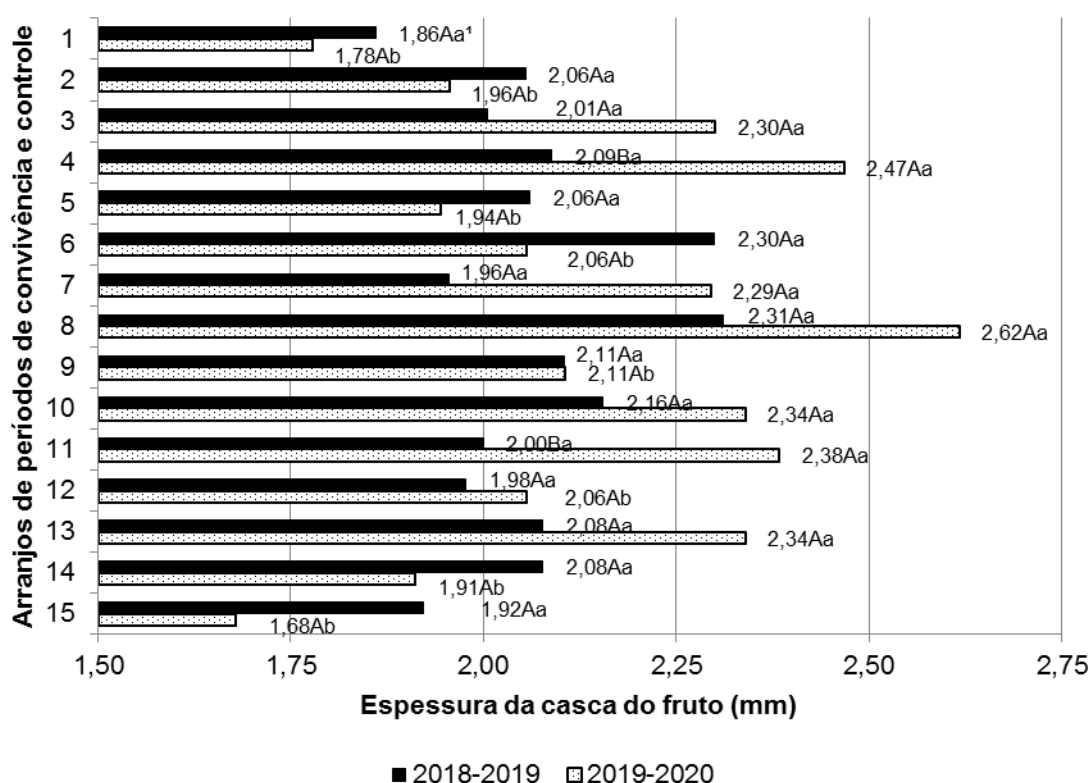


Figura 11. Espessura média da casca do fruto (mm) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Se considerado o efeito do ano safra nos arranjos (Figura 12), este só não foi significativo para o arranjo 12, para os demais, o teor de sólidos solúveis no suco de

lima ácida Tahiti foi maior no ano safra 2018/2019. Se considerarmos os efeitos dos arranjos no ano safra, em 2018/2019 os arranjos dividiram-se em 2 grupos distintos, de maior teor de sólidos solúveis composto pelos arranjos 15, 1, 10, 5, 9, 2, 3 e 13 e o de menor teor de sólidos solúveis composto pelos arranjos 8, 11, 12, 4, 6, 7 e 14. Para o ano safra 2019/2020 os arranjos foram classificados em 4 grupos em ordem decrescente de teor de sólidos solúveis, o grupo de maiores teores é composto pelos arranjos 15, 1, 2 e 3; o segundo grupo é composto pelos arranjos 5, 9 e 12, o terceiro é composto pelos arranjos 10, 13, 14, 6 e 4 e o quarto grupo, com as menores médias de sólidos solúveis é composto pelos arranjos 11, 7 e 8.

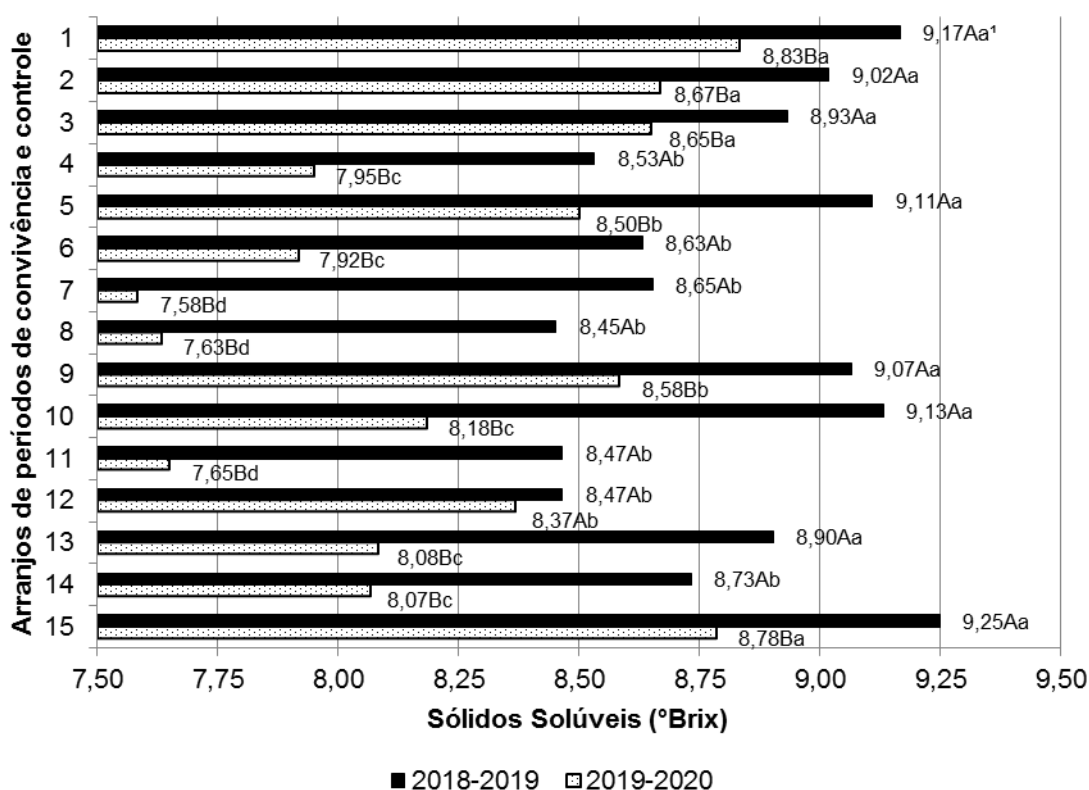


Figura 12. Teores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) dos frutos nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos nesta pesquisa, para os teores de sólidos solúveis são maiores nos arranjos em que houve maior produtividade e maior número de frutos por planta, que foram os arranjos nos quais os frutos amadureceram sem a

coexistência com as plantas daninhas, apesar de ser esperado que plantas com maior carga de frutos acumulem menos açúcar em seus frutos devido à maior competição por fotoassimilados, resultados estes semelhantes aos obtidos por Gonçalves et al (2018) trabalhando com laranja. No entanto, ainda que tenha ocorrido diferenças entre os arranjos estudados, nenhum deles prejudicou a qualidade dos frutos de lima ácida Tahiti de modo a classificá-los como fora do padrão de comercialização.

Para as variáveis ratio e índice tecnológico não houve interação significativa entre o ano safra e os arranjos temporais estudados, podendo essas variáveis ser analisadas independentes. Ocorreu diferença significativa entre os anos safra, sendo o ratio e o índice tecnológico superiores no ano safra 2018/2019 em relação ao 2019/2020. Também foi observado diferença significativa entre os arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas para as duas variáveis. Para o ratio, os arranjos puderam ser divididos em quatro grupos, independentemente da safra, levando-se em consideração a ordem decrescente dos valores de ratio. O primeiro grupo, com os maiores valores médios de ratio foi constituído pelos arranjos 15, 1 e 5; no segundo grupo foi englobado os arranjos 2, 3, 9 e 10; no terceiro grupo, os arranjos 13, 12, 6, 14 e 7 e o quarto grupo foi constituído com os menores valores médios de ratio – 4, 11 e 8. Para o índice tecnológico, os arranjos também foram separados em 4 grupos, levando-se em consideração a ordem decrescente dos valores do índice tecnológico, porém a composição dos grupos foi: primeiro grupo foi constituído pelos arranjos 1 e 15; segundo grupo pelos arranjos 2, 3, 5, 10, 13 e 12; terceiro grupo pelos arranjos: 14, 9, 11, 6, 4 e 7 e o quarto grupo com o menor valor médio de índice tecnológico formado apenas pelo arranjo 8.

Parâmetros bioquímicos e fotossintéticos.

Entre os parâmetros bioquímicos e fotossintéticos analisados o ano safra afetou a concentração subestomática de gás carbônico, fotossíntese, condutância estomática, transpiração e a eficiência do uso da água (Tabela 8).

Tabela 8. Parâmetros fisiológico de folhas de limeiras Tahiti (clorofila total, prolina livre, concentração subestomática de CO₂ – Ci, fotossíntese – A, condutância estomática – gs, transpiração – E e eficiência do uso da água – EUA) por ano safra e épocas de controle e convivência com plantas daninhas.

	Clorofila total		Prolina Livre		Ci		A		gs		E		EUA	
	Spad		µg.g ⁻¹		µmol.m ⁻² .s ⁻¹ CO ₂		mol.m ⁻² .s ⁻¹ CO ₂		mol.m ⁻² .s ⁻¹ H ₂ O		mol.m ⁻² .s ⁻¹ H ₂ O		mol CO ₂ .mol H ₂ O ⁻¹	
Ano Safra														
18/19	63,40	A ¹	347,49	A	244,89	B	9,09	A	0,13	B	3,06	A	3,03	B
19/20	63,42	A	290,04	A	284,29	A	7,69	B	0,16	A	2,01	B	3,68	A
F _{bl}	1,12	ns	0,29	ns	1,19	ns	1,76	ns	0,08	ns	0,88	ns	0,78	ns
F _p	0,02	ns	2,12	ns	633,32	**	418,64	**	22,66	**	81,15	**	85,51	**
CV _p (%)	11,16		37,37		8,21		3,86		33,32		8,35		9,83	
Arranjos de períodos de convivência e controle														
1	65,64	a	338,33	a	256,36	c	10,48	a	0,17	a	2,91	a	3,72	a
2	65,18	a	319,64	a	269,89	a	9,02	c	0,15	b	2,53	b	3,58	a
3	65,24	a	359,79	a	247,64	c	7,72	d	0,12	d	2,60	b	3,41	a
4	62,65	c	346,37	a	258,50	b	8,80	c	0,15	b	2,37	c	3,48	a
5	63,20	b	294,13	a	253,14	c	8,65	c	0,14	c	2,62	b	3,43	a
6	61,79	c	234,94	a	262,42	b	8,35	c	0,14	c	2,65	b	3,17	b
7	61,90	c	234,44	a	264,52	b	8,68	c	0,15	b	2,31	c	3,62	a
8	62,03	c	290,07	a	277,61	a	6,87	d	0,13	d	2,38	c	2,91	b
9	63,76	b	362,19	a	274,64	a	7,95	d	0,15	b	2,36	c	3,39	a
10	64,87	a	362,98	a	276,83	a	8,67	c	0,16	a	2,54	b	3,39	a
11	62,01	c	322,65	a	256,42	c	7,56	d	0,12	d	2,20	c	3,45	a
12	62,33	c	322,09	a	254,22	c	8,62	c	0,15	b	2,82	a	3,23	b
13	62,53	c	342,50	a	279,87	a	7,33	d	0,14	c	2,40	c	2,92	b
14	62,34	c	328,98	a	273,89	a	7,63	d	0,14	c	2,63	b	2,97	b
15	65,72	a	322,36	a	262,89	b	9,51	b	0,17	a	2,70	b	3,64	a
F _{sp}	12,93	**	1,05	ns	12,5	**	10,26	**	10,53	**	6,98	**	4,69	**
F _{pxsp}	2,87	**	1,41	ns	9,24	**	4,15	**	4,59	**	5,45	**	3,32	**
CV _{sp} %	8,59		25,13		6,29		8,37		7,73		7,21		8,83	

* p≤0,05; **p≤0,01; ns não significativo; ¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott.

A safra 2019/2020 apresentou valores mais elevados para a concentração subestomática de gás carbônico, condutância estomática e eficiência do uso da água, enquanto a safra 2018/2019 apresentou valores maiores para fotossíntese e transpiração. Assim pode-se inferir que na ocasião das análises no ano safra de

2019/2020, as plantas foram mais afetadas pela restrição hídrica que no ano de 2018/2019. Isso pode ser explicado, pois no ano safra 2018/2019, apesar de mais seco, pontualmente na época das avaliações (meses de fevereiro e agosto) os meses foram mais chuvosos que no ano safra de 2019/2020. As características fisiológicas das plantas são analisadas através de medidas pontuais e altamente dependentes das condições ambientais (Galon et al,2010), refletindo o estado da planta no momento de sua avaliação.

Em relação aos arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas, todas as variáveis foram afetadas, com exceção da concentração de prolina livre nas folhas, tal resultado pode estar relacionado ao uso dos valores médios de prolina entre os períodos secos e chuvosos, sendo o teor de prolina mais relacionado à disponibilidade hídrica do período que ao arranjo utilizado, não sendo a prolina um bom marcador para a competição por água entre as limeiras e as plantas daninhas.

O teor de clorofila foliar apresentou interação significativa entre o ano-safra e os arranjos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas (Figura 13).

O efeito do ano-safra foi significativo apenas nos arranjos 4, 9 e 15. Para os arranjos 4 e 15 houve um aumento do teor de clorofila nas folhas na safra 2019/2020 em relação à safra anterior, enquanto que para o arranjo 9 ocorreu uma diminuição do teor de clorofila total nas folhas. Os efeitos dos arranjos no ano foram significativos para as safras 2018/2019 e 2019/2020. Para ambas as safras estudadas ocorreu a formação de 2 grupos com a mesma composição. O primeiro grupo com os teores médios de clorofila total mais altos foi composto pelos arranjos 2, 1, 3, 15 e 10, esse grupo foi formado pelos arranjos que conviveram, em sua maior parte, com as plantas daninhas por menos tempo (0, 3 e 6 meses). O segundo grupo com os teores médios de clorofila menores foi formado pelos arranjos 5, 12, 7, 13, 11, 6, 8, 14, 9 e 4, grupo em sua maioria formado por arranjos com maior tempo de convívio com as plantas daninhas. O teor de clorofila total obtido pelo índice SPAD foi maior no grupo de arranjos sem interferência em que foram aplicados o glifosato e a capina ou com pouco tempo de convívio com as de plantas daninhas e menor no grupo no qual as limeiras conviveram com as plantas daninhas por toda a safra ou por longos períodos.

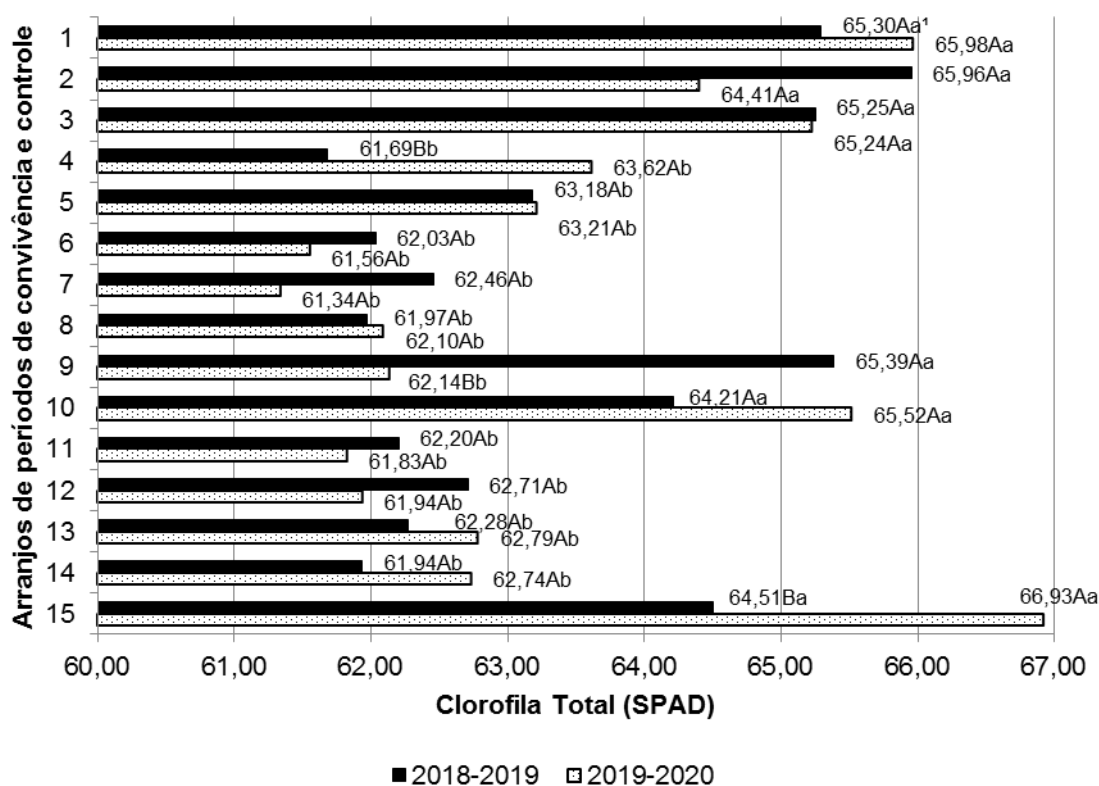


Figura 13. Clorofila Total (Spad) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A redução dos valores de clorofila das folhas é um indicativo de estresses bióticos ou abióticos que modificam o poder de assimilação de CO_2 , com alterações fisiológicas na atividade fotossintética (Baker e Rosenqvist, 2004). A competição da cultura com as plantas daninhas pelos mesmos recursos, principalmente disponibilidade de água e nutrientes, interfere nos valores de teores de clorofila (Amaral. et al., 2015). O déficit hídrico caracteriza-se como um dos estresses ambientais responsáveis pela perda no conteúdo de pigmentos fotossintetizantes nas folhas, fazendo com que o ciclo das plantas seja alterado (Moro e Moro, 2015).

Para a concentração subestomática de CO_2 (Figura 14), ocorreu interação significativa entre ano safra e o arranjo testado. O ano-safra influenciou todos os arranjos exceto o 9, nos quais a concentração subestomática de CO_2 foi maior em

2019/2020 que no ano safra anterior. Para o ano safra 2018/2019 houve a formação de 5 grupos, levando-se em consideração os valores em ordem decrescente de concentração subestomática de CO₂. O primeiro grupo foi constituído pelos arranjos 9,10, 13 e 8; o segundo grupo pelos arranjos 14 e 7; o terceiro grupo pelos arranjos 15, 2, 12 e 6; o quarto grupo pelos arranjos 11, 1 e 4 e o quinto grupo com as menores médias de concentração subestomática de CO₂, os arranjos 5 e 3. Para a safra 2019/2020 os arranjos dividiram-se em apenas 2 grupos, sendo o primeiro grupo abrangendo os maiores valores médios de concentração subestomática de CO₂ composto pelos arranjos 13, 14, 2 e 8 e o segundo grupo constituído pelos menores valores médios de concentração subestomática de CO₂ formado pelos arranjos, 4, 6, 3, 7, 11, e 12. A Ci é considerada variável fisiológica influenciada por muitos fatores ambientais, como disponibilidade hídrica, de luz e energia, entre outros (Matos et al,2013).

Para ambos os anos safra, a concentração subestomática de CO₂ foi maior no grupo em que se encontrava a testemunha sem controle de plantas daninhas durante toda a safra, arranjo 8 (Figura 14). O incremento na concentração subestomática de CO₂ pode indicar uma tentativa da planta de escapar do estresse gerado pela competição pelos recursos do ambiente, uma vez que comandam parcialmente o mecanismo de abertura e fechamento estomático (Matos et al, 2013). Numa situação onde a concentração subestomática de CO₂ é considerada maior a taxa fotossintética tende a ser menor, existindo uma relação inversamente proporcional entre concentração subestomática de CO₂ e taxa fotossintética (Concenço et al., 2008).

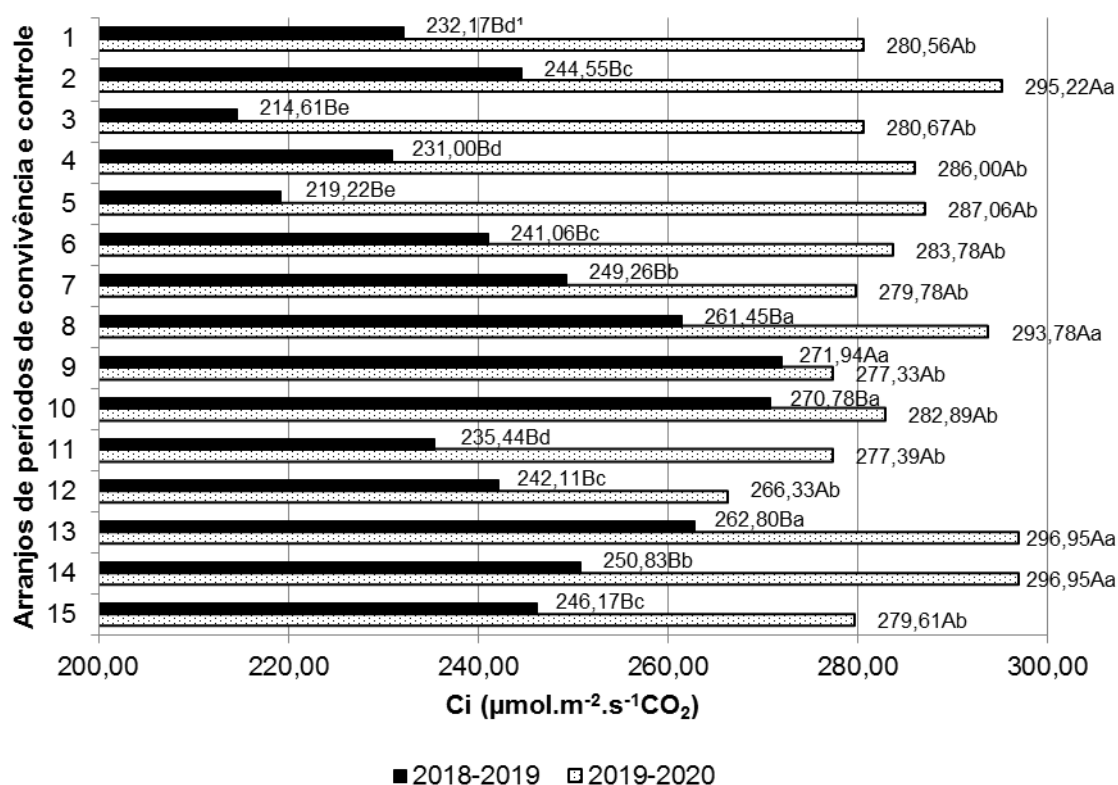


Figura 14. Concentração subestomática de CO_2 ($\text{Ci} - \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (arranjos) e minúsculas (Ano-Safra) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para a assimilação de CO_2 , ou seja, a fotossíntese houve interação significativa entre ano safra e o arranjo testado. O ano-safra influenciou com maior intensidade os arranjos com menor interferência de plantas daninhas, como o caso das testemunhas (capina e com glifosato), com quedas de até 25% da taxa fotossintética, e os arranjos com pouco tempo de convívio com as plantas daninhas e não influenciou ou influenciou com menor intensidade os arranjos que já apresentavam a fotossíntese comprometida pela interferência das plantas daninhas como a testemunha sem controle de plantas daninhas (Figura 15).

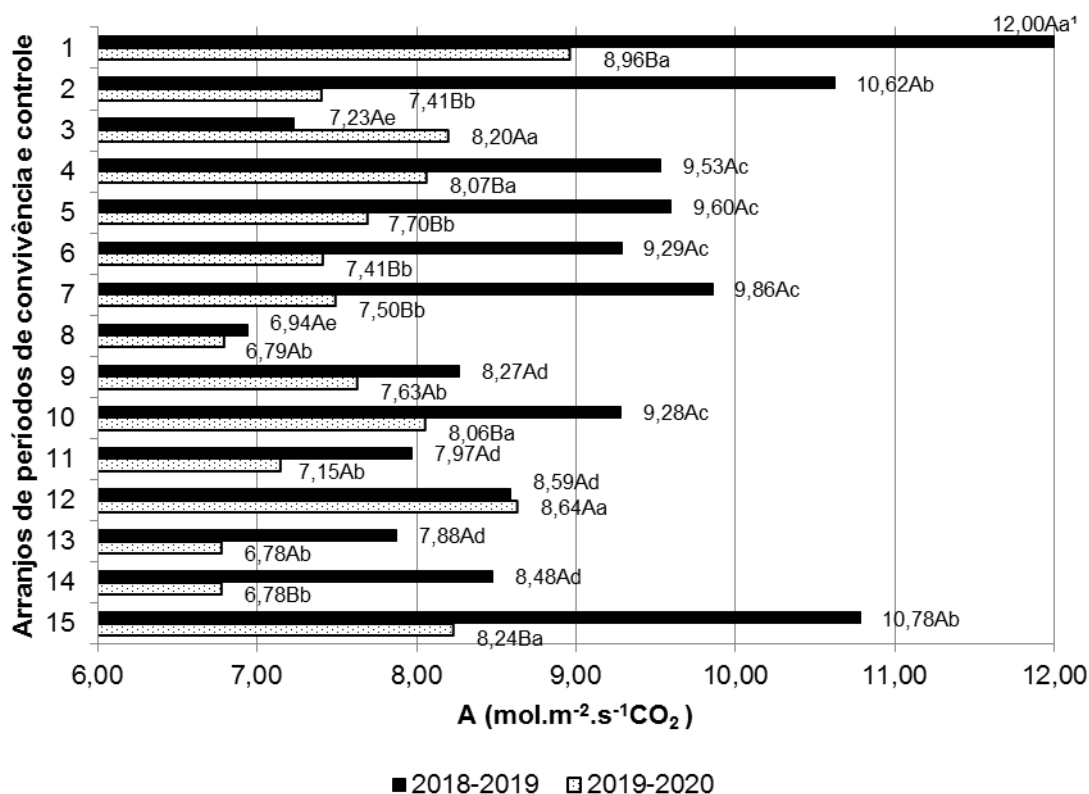


Figura 15. Assimilação de CO₂/ taxa fotossintética média (A mol.m⁻².s⁻¹CO₂) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).

Considerando a safra 2018/2019 foi possível dividir os arranjos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas em 5 grupos sendo os 2 primeiros grupos, com maiores taxas fotossintéticas, formados pelas testemunhas sem convívio com as plantas daninhas, com uso do glifosato e capina. O terceiro grupo é formado pelos arranjos 5, 7, 4, 6 e 10, o quarto grupo é formado pelos arranjos 14, 12, 9, 11, e 13 e o quinto grupo, com a menor taxa fotossintética é formado pela testemunha sem controle das plantas daninhas (arranjo 8). Para 2019/2020 os arranjos foram alocados em dois grupos significativamente diferentes, o primeiro grupo constituído pelas maiores médias é formado pelas testemunhas sem convívio (1 e 15), dois arranjos com 3 meses de convívio com as plantas daninhas (5 e 10) e dois arranjos que conviveram 6 meses com as plantas daninhas (3 e 12). O segundo

grupo foi constituído pelos demais arranjos e a testemunha mantida sem controle das plantas daninhas.

A taxa fotossintética foi maior nos arranjos em que não houve coexistência com as plantas daninhas, sendo maior nas parcelas tratadas com glifosato que nas parcelas capinadas, provavelmente pelo efeito conservador da umidade do mulching da cobertura morta mantida sobre o solo nesse arranjo na época da seca. Ainda assim podem ser consideradas baixas quando comparadas as taxas máximas de A sob condições ideais de temperatura e DPV para lima ácida Tahiti de $12,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Machado et al., 2005),

A fotossíntese e a respiração dependem do fluxo de CO_2 e O_2 na célula; o qual depende da concentração de CO_2 e O_2 nos espaços intercelulares regulados pela abertura estomática, a principal reguladora do fluxo de gases (Messinger et al., 2006). Segundo Medina et al. (2005), a falta de água causa queda das taxas de fotossíntese nas plantas de citros, primariamente por induzir a redução no potencial água e a perda de turgescência foliar, causando o fechamento estomático e a diminuição da perda de água por transpiração, consequentemente dificultando o acesso de CO_2 ao mesófilo. A abertura estomática é em grande parte controlada pela turgescência das células-guarda (que controlam a abertura dos estômatos) e das células epidérmicas dos estômatos (Humble e Hsiao, 1970), assim um potencial hídrico baixo induz o fechamento do estômato, inibe a fotossíntese e a respiração (Attridge, 1990).

A condutância estomática das folhas das limeiras apresentou interação entre as safras e os arranjos, sendo o ano safra significativo para os arranjos 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 13 e 14, nos quais a condutância estomática foi maior no ano de 2018/2019 quando comparado ao ano 2019/2020. Quando considerados os efeitos dos arranjos em cada ano safra, existe alguma correlação ainda que fraca entre a fotossíntese e a condutância estomática, pois em ambas as safras, os arranjos que apresentaram as maiores taxas fotossintéticas também apresentaram as maiores condutâncias estomáticas e os arranjos com as piores taxas de fotossíntese apresentaram as piores condutâncias estomáticas.

Para a safra 2018/2019 formaram-se 4 grupos, sendo o primeiro grupo em ordem decrescente de condutância estomática formado pelo arranjo 15, o segundo

grupo formado pelos arranjos 1, 7 e 9, o terceiro grupo formado por 2, 4, 6, 5, 12, 13 e 14, e o quarto grupo com os menores valores de condutâncias estomáticas formado pelos arranjos 3, 11 e 8 (Figura 16). Já para a safra 2019/2020 formaram-se 2 grupos, sendo o primeiro grupo formado pelos arranjos de maior condutância estomática, 5, 4, 2, 12, 13 e 14 e o segundo grupo formado pelos demais arranjos com as condutâncias estomáticas significativamente menores.

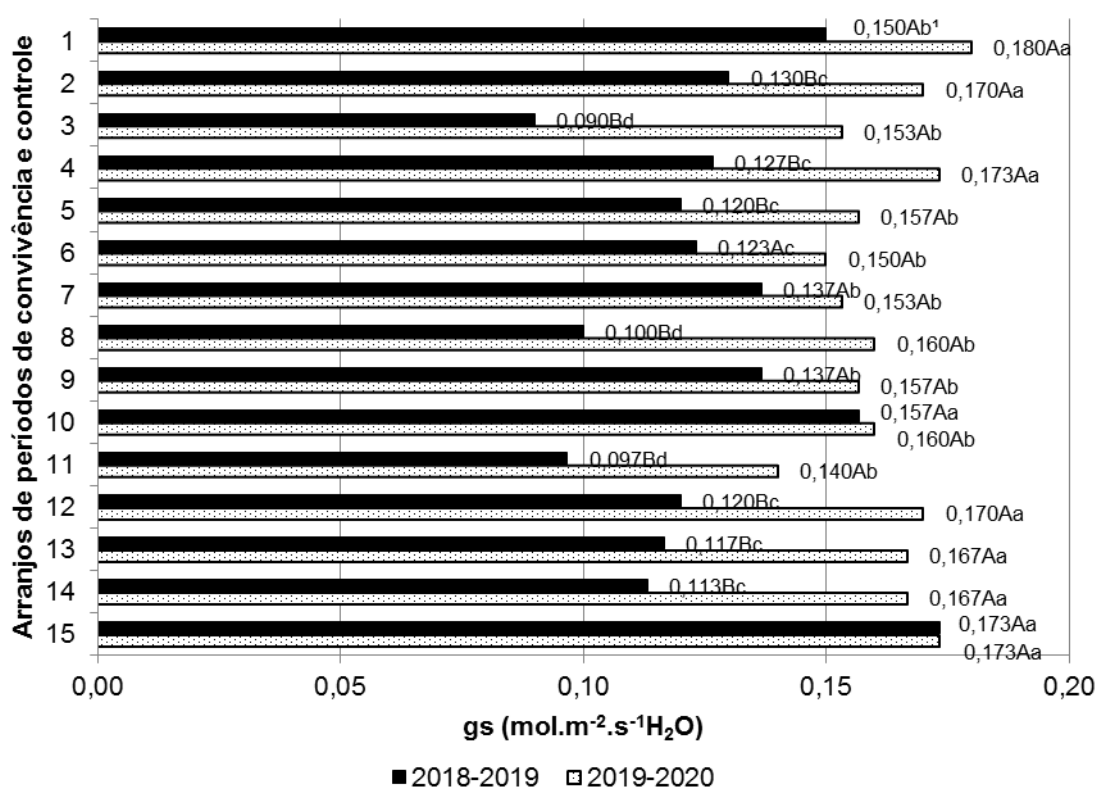


Figura 16. Condutância estomática média ($gs - \text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O movimento de abertura e fechamento dos estômatos depende de uma série de fatores, como radiação solar, nível de CO_2 no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor do ar), potencial hídrico e outros de menor magnitude, como vento, substâncias de crescimento, ritmos endógenos próprios de cada espécie, idade da folha, nutrição e doenças (Jones, 1992; Vargas et al., 2005; Ferreira et al.,

2006). Maiores valores de condutância estomática de vapores de água (gs) normalmente são inversamente proporcionais à eficiência em utilizá-la (Ferreira et al., 2011; Matos et al, 2013).

Segundo Costa e Marengo (2007), a correlação entre condutância estomática e fotossíntese é positiva, porém baixa, demonstrando que as respostas dos estômatos às variações na luminosidade e umidade do ar são complexas. Com relação aos efeitos do potencial hídrico e DPV, ainda não é claro se a condutância estomática é mais responsiva ao potencial hídrico da folha (Y - atuando como um mecanismo de retroalimentação ou feedback) ou se gs responde mais rapidamente à variação na umidade do ar (que determina o DPV) como um mecanismo de resposta antecipada (feedforward), para evitar a perda excessiva de água (Raschke, 1979). Segundo Marengo et al. (2006), uma baixa correlação entre fotossíntese e condutância estomática também pode indicar ausência de uniformidade na abertura dos estômatos na superfície da folha (manchas estomáticas) o que torna complexa e não linear a relação entre ambas (Pospisilová e Santrucek, 1994). O aumento da condutância estomática da cultura, de acordo com Concenço et al. (2007) é devido ao incremento na atividade metabólica da planta em busca de favorecer sua competitividade no agroecossistema.

Para a transpiração, houve interação entre o ano safra e os arranjos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas (Tabela 8). Os anos safra afetaram todos os arranjos significativamente, sendo a transpiração maior nas avaliações da safra 2018/2019 que nas avaliações da safra 2019/2020 para todos os arranjos (Figura 17). Em cada safra houve diferenças significativas entre os arranjos apenas para a safra 2018/2019, na qual os arranjos puderam ser divididos em 3 grupos, sendo o primeiro com os maiores valores médios de transpiração (E) formado apenas pelos arranjos 1 (testemunha manejada com glifosato) e 12 (6 meses intercalados de convívio com as planta daninhas) , o segundo grupo foi formado pela testemunha capinada (arranjo 15) e os arranjos 6, 5, 14, 2, 4 e 10. O terceiro grupo foi constituído com os menores valores médios de transpiração abrangendo os arranjos 9, 13, 3, 7, 11 e 8 (testemunha sem controle das plantas daninhas).

O funcionamento dos estômatos constitui um comprometimento fisiológico, quando abertos, permitindo a assimilação de gás carbônico. Fechando-se, conservam água e reduzem o risco de desidratação. Sendo que, à medida que a disponibilidade de água no solo diminui, a taxa de transpiração decresce, como resultado do fechamento dos estômatos (Zanine e Santos, 2004).

Variações na abertura estomática causam alterações no potencial hídrico, por atuarem sobre a E (Brodribb e Hill, 2000). Quando as plantas são expostas a situações de déficit hídrico, exibem frequentemente respostas fisiológicas, que resultam de modo direto, na economia de água. Assim, a condutância estomática tem relação direta com a disponibilidade hídrica no solo (Bianchi et al., 2007).

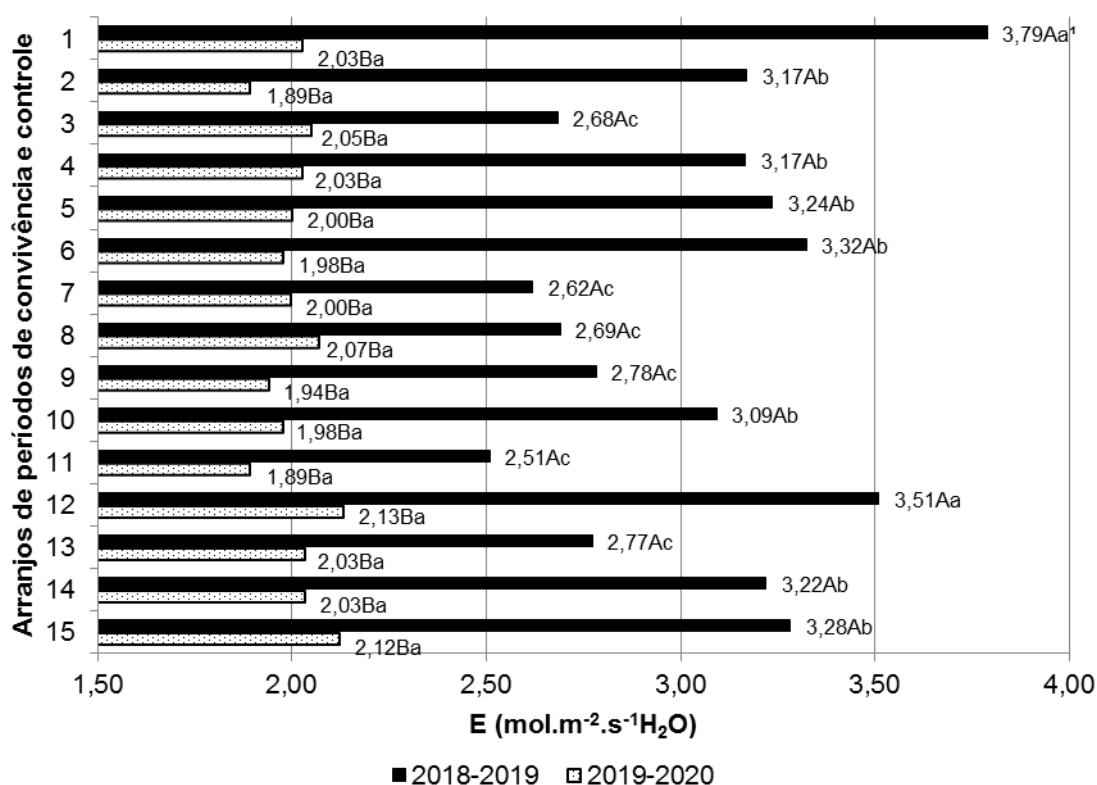


Figura 17. Transpiração média (E - mol.m⁻².s⁻¹H₂O) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).

Em relação à Eficiência no Uso da Água (EUA), a influência do ano safra não foi significativa para os arranjos 2, 7, 11, 13, 14 e 15. Para os demais arranjos as

limeiras foram mais eficientes no ano safra 2019/2020. Os efeitos dos arranjos foram significativos para ambos os anos-safra, nos quais os arranjos dividiram-se em 2 grupos. Para a safra 2018/2019, a maioria dos arranjos foram significativamente menos eficientes no uso da água, apenas os arranjos 1, 2, 7, 11 e 15 apresentaram médias significativamente superior (entre 3,19 e 3,75). Já na safra 2019/2020 a maioria dos arranjos mostraram-se eficientes (médias entre 3,50 e 4,26), sendo significativamente menos eficientes os arranjos 13, 14 e 8 (3,06; 3,06 e 3,17, respectivamente) (Figura 18).

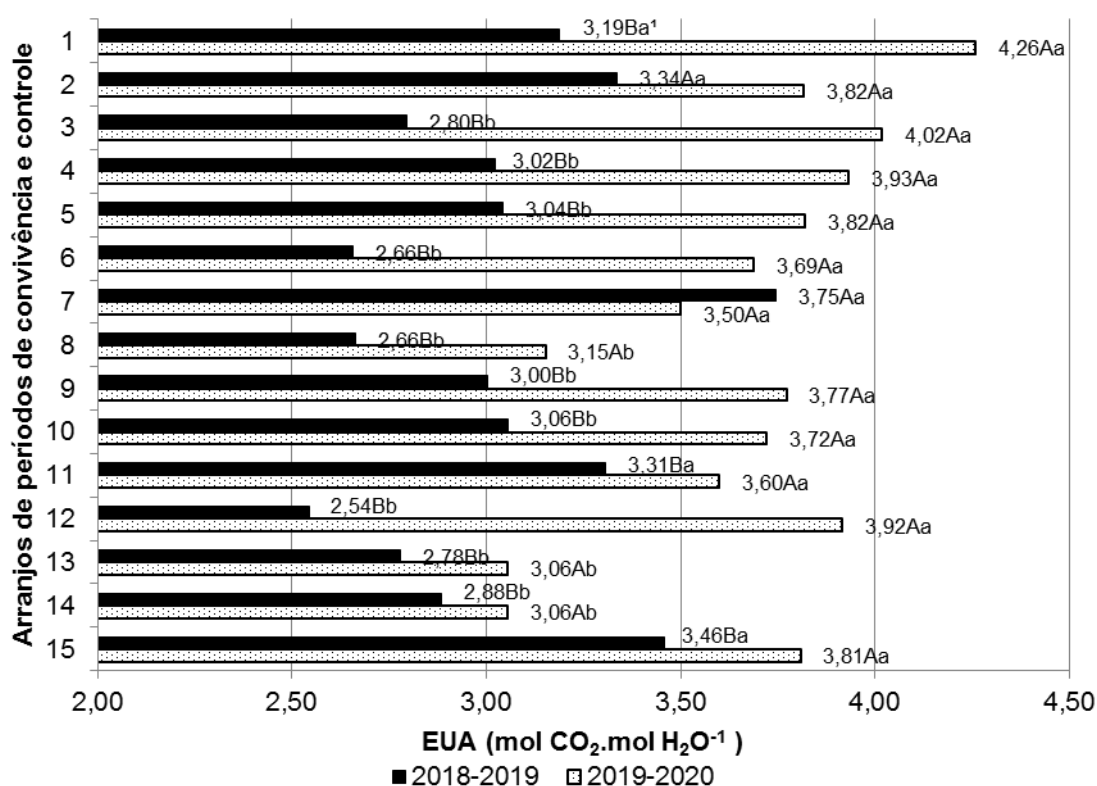


Figura 18. Eficiência no uso da água (EUA – mol CO₂.mol H₂O⁻¹) nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 de folhas de plantas de lima ácida Tahiti submetidas a diferentes arranjos de períodos de convívio e controle de plantas daninhas. ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (ano-safra) e minúsculas (arranjos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).

O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO₂ para a fotossíntese, a

água é perdida por transpiração, com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (Concenção et al., 2007). O nível mínimo que o potencial hídrico pode atingir durante os horários de transpiração intensa depende tanto de fatores genéticos como de fatores ambientais (p. exe., pré-aclimatação a situação de estresse). Contudo, em situação de baixa disponibilidade de água no solo as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática. Para favorecer a turgescência celular em situações de estresse hídrico, ocorrem ajustes no metabolismo celular, por exemplo, via o acúmulo de substâncias orgânicas, tais como a prolina, o que contribui para a osmorregulação (Silva et al., 2004).

Análise multivariada das características biométricas, componentes de produção e qualidade do fruto.

É possível utilizar a estatística multivariada para agrupar os arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas em pomar de lima ácida Tahiti de forma que aqueles pertencentes a um mesmo grupo apresentassem maior similaridade que os de grupos diferentes.

Os resultados da análise de agrupamento não hierárquico para a o ano safra 2018/2019 para os parâmetros de biometria, produção e qualidade dos frutos das limeiras estão representados na Figura 19. Considerando o agrupamento de médias (k-Means) e a sugestão pela análise hierárquica do número ótimo de clusters da formação de 4 grupos. O primeiro grupo é representado pelos arranjos: 2, 5, 6, 9, 10 e 12, o segundo grupo pelos arranjos 3, 4, 7, 11, 13 e 14, o terceiro grupo, representado pelas testemunhas sem convívio com as plantas daninhas (arranjos 1 e 15) e o quarto grupo com a testemunha mantida sem controle das plantas daninhas, arranjo 8.

Esses dados corroboram os dados anteriormente apresentados nas análises de variância e comparação de médias. A superioridade dos arranjos em que há o controle das plantas daninhas por toda a safra (grupo 3) ocorre em todos os parâmetros avaliados com exceção da espessura da casca, que está relacionada ao maior rendimento de suco, avançado grau de maturidade e ausência de deficiência

hídrica na época de frutificação. O efeito oposto é encontrado no arranjo em que não houve o controle das plantas daninhas (grupo 4), no qual a interferência destas ocorreu durante toda a safra. Esse grupo apresentou inferioridade em todos os parâmetros analisado com exceção da altura da planta (superior ao grupo 2) e espessura da casca (superior a todos os outros grupos de arranjos). Os parâmetros massa do suco, e consequentemente, rendimento do suco foram drasticamente afetados pelo convívio com as plantas daninhas.

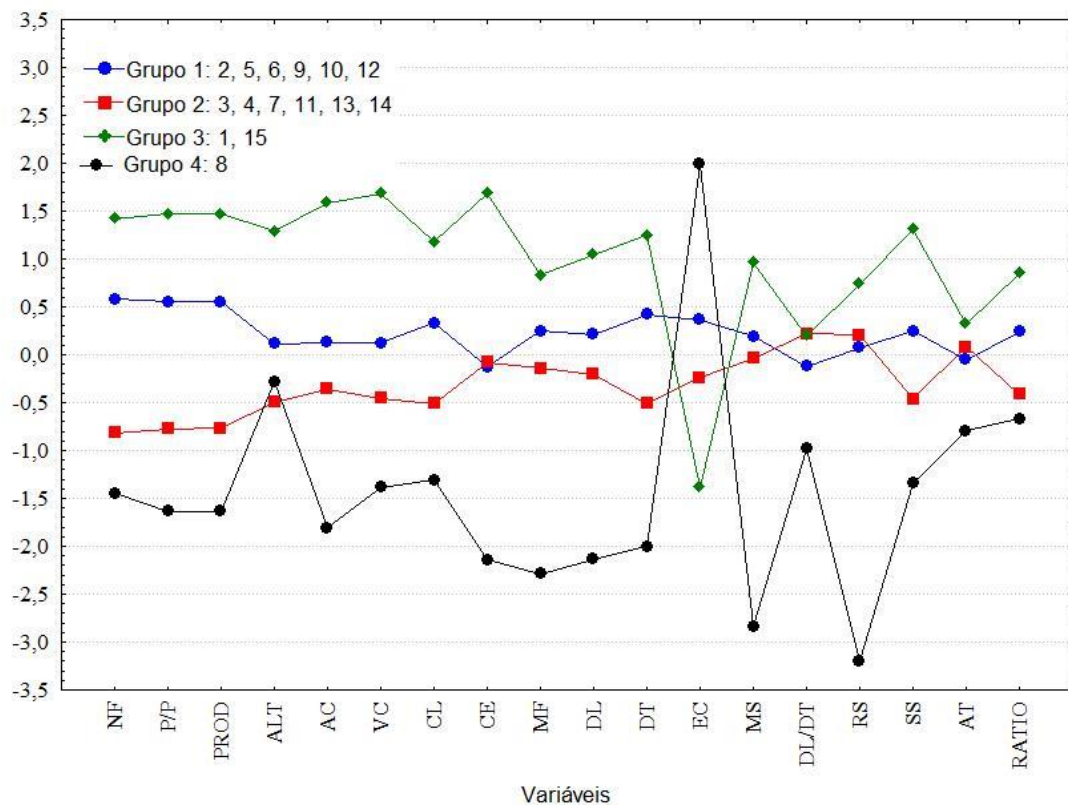


Figura 19. Análise de agrupamento não hierárquica (k-Means) contendo a ordenação dos grupos com relação ao comportamento de limeiras Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convívio e controle das plantas daninhas. Número médio de frutos por planta (NF); produção média por planta (P/P); produtividade média (PROD), altura média (ALT); área média da copa (AC); volume médio da copa (VC); cobertura média da linha (CL); cobertura média da entrelinha (CE); massa média do fruto (MF); diâmetro longitudinal médio (DL); diâmetro transversal médio (DT); espessura média da casca (EC); massa média do suco (MS); relação DL/DT; rendimento médio de suco (RS); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); e RATIO. Safra 2018/2019

Os demais arranjos apresentaram resultados intermediários e podem ser separados em dois grupos. O grupo 2, composto por arranjos com menores tempos de convivência com as plantas daninhas (3 meses e 6 meses, desde que não sejam consecutivos) apresentou resultados melhores para todos os componentes da produtividade, porém não para todos os parâmetros biométricos ou de qualidade dos frutos em relação ao grupo 1, formado pelos arranjos que conviveram por mais tempo com as plantas daninhas (9 meses e 6 meses consecutivos). Portanto, pode-se inferir que os melhores arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas, além das testemunhas mantidas sem interferência das plantas daninhas, são aqueles em que as plantas de lima ácida Tahiti não convivem por mais de 3 meses consecutivos com as plantas daninhas, arranjos 6 e 12.

A análise dos componentes principais foi realizada para obtenção de uma visão geral dos dados. Nela, 66,54% da variação presente nos dados originais foram explicadas pelos dois primeiros componentes principais (CP_1 e CP_2) (Tabela 9). O primeiro componente principal CP_1 explicou 51,05% da variância total e o segundo, 15,49%. Segundo Teixeira et al. (2013), é importante frisar que o primeiro componente principal sempre contém o maior número de informação dos valores originais, sendo o que representa os resultados mais relevantes.

De todas as características avaliadas, apenas a relação entre os diâmetros longitudinal e transversal (DL/DT) e o Ratio não apresentaram poder discriminatório no Componente Principal 1 – CP_1 (valores próximos a 1) (Tabela 9). Com exceção da espessura da casca, as demais características possuem sinal positivo, indicando que os arranjos mais à direita no gráfico sofrem maior influência dessas características. Já a espessura da casca é negativa, indicando que arranjos a esquerda sofrem influência dessas características. No segundo Componente Principal – CP_2 , a DL/DT tem sinal positivo, indicando que os arranjos localizados na parte superior do gráfico são influenciados por essa característica.

Na Figura 20 encontra-se a dispersão bidimensional dos escores dos componentes principais 1 e 2 e os grupos de arranjos. Verifica-se a formação de quatro grupos bem definidos, fortemente associados aos componentes de

produtividade e as características físicas de qualidade dos frutos como massa e tamanho.

Tabela 9. Coeficiente de correlação das variáveis. Safra 2018/2019.

Variáveis	CP ₁	CP ₂	CP ₃	CP ₄
NF	0.811949	-0.060125	-0.302041	0.262747
P/P	0.845204	-0.031956	-0.288890	0.261666
PROD	0.845535	-0.032387	-0.289305	0.262126
ALT	0.581842	-0.378941	0.393961	-0.045178
AC	0.876678	-0.170618	0.358406	-0.005251
VC	0.860528	-0.266620	0.411102	-0.028595
CL	0.738970	-0.251185	0.457010	0.170030
CE	0.861212	-0.017623	0.148267	-0.216057
MF	0.728920	0.585873	0.068791	-0.189012
DL	0.790224	0.462836	0.021649	-0.330364
DT	0.840227	-0.118524	-0.257861	-0.016203
EC	-0.477469	-0.082439	0.456424	-0.319598
MS	0.789242	0.567220	-0.091080	-0.079154
DL/DT	0.258610	0.739588	0.263478	-0.429029
RS	0.655487	0.355433	-0.355762	0.134379
SS	0.705680	-0.606308	0.042705	-0.104439
RATIO	0.148100	0.315924	0.566687	0.712124
Variância Total (%)	5.105.022	1.548.525	1.016.805	820.172
Variância acumulada (%)	510.502	665.355	767.035	849.052

Obs.: variáveis em negrito tem importância significativa para o respectivo fator. Sinais iguais indicam relação direta, e contrário, indireta.

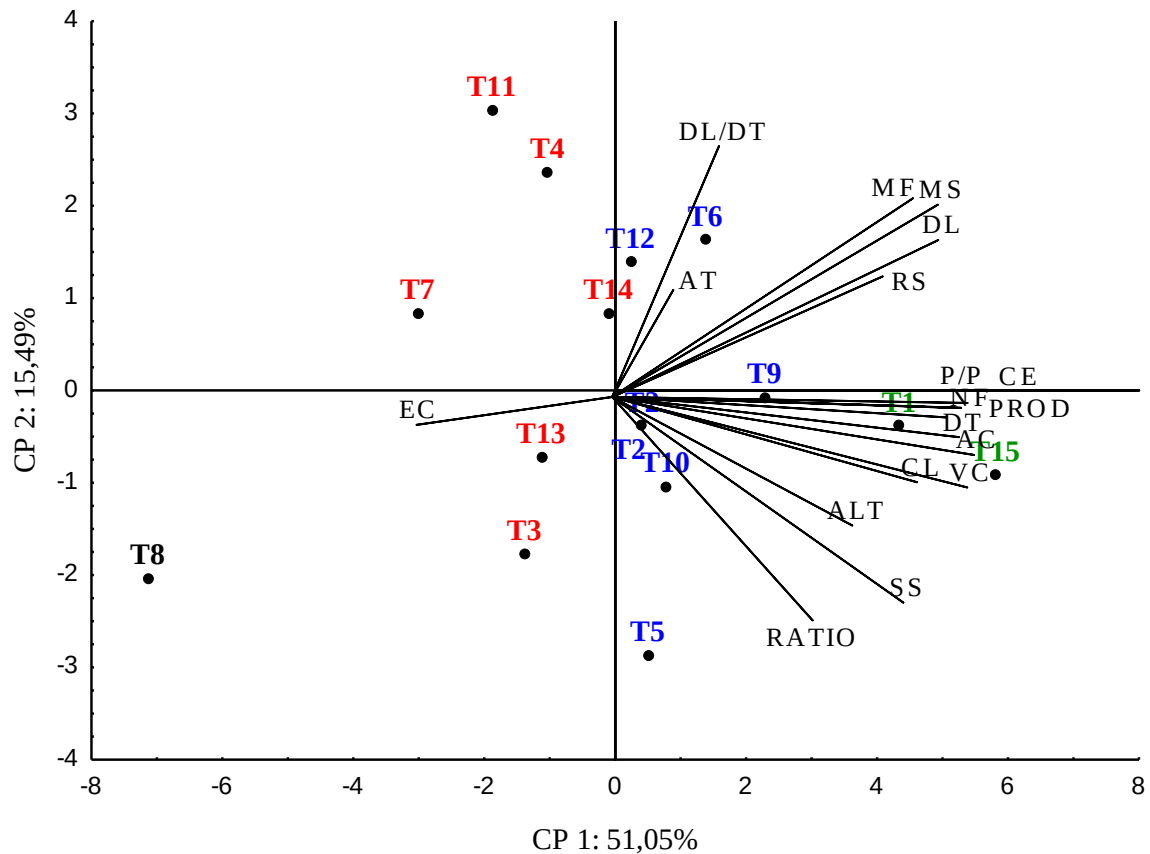


Figura 20. Dispersão bidimensional dos Componentes Principais 1 e 2 de plantas de lima ácida Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas. Safra 2018/2019.

O arranjo 8 (testemunha sem controle das plantas daninhas) isola-se com os piores resultados para essas características e maior espessura de casca, enquanto as testemunhas sem convívio com as plantas daninhas unem-se em um grupo oposto confirmando a superioridade desses arranjos obtida na análise de agrupamento. Entre os arranjos de períodos de convivência e controle, os que permanecem por menor tempo em contato com as plantas daninhas estão mais próximos a essas testemunhas e apresentam a maior parte das características desejáveis.

Os resultados da análise de agrupamento não hierárquico para a o ano safra 2019/2020 para os parâmetros de biometria, produção e qualidade dos frutos das limeiras estão representados na Figura 21. Considerando o agrupamento de médias (k-Means) e a sugestão pela análise hierárquica do número ótimo de clusters da formação de 4 grupos, o primeiro grupo é representado pelas testemunhas sem

convívio com as plantas daninhas, arranjos 1 e 15, o segundo grupo é representado pelos arranjos 4, 7, 11 e 13, o terceiro grupo é representado pelos arranjos 2, 3, 5, 6, 9, 10, 12 e 14 e o quarto grupo é representado pela testemunha mantida sem controle das plantas daninhas, arranjo 8. Esses dados corroboram os dados anteriormente apresentados nas análises de variância e comparação de médias.

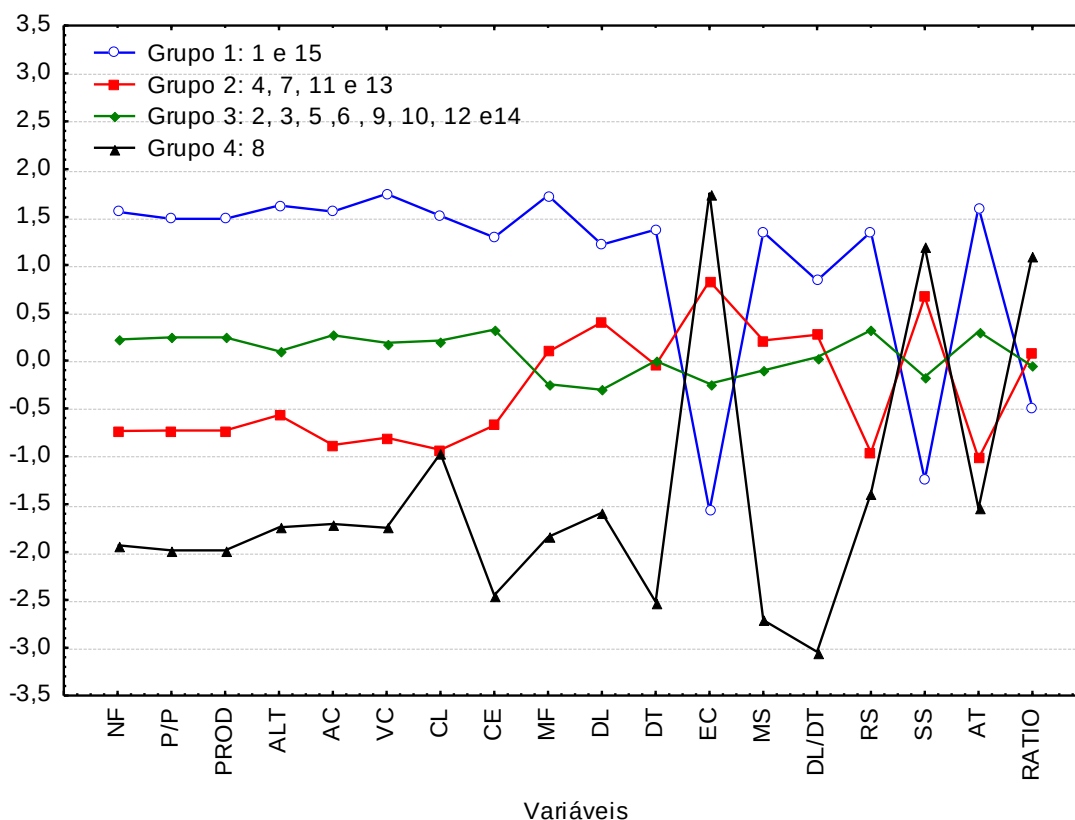


Figura 21. Análise de agrupamento não hierárquica (k-Means) contendo a ordenação dos grupos com relação ao comportamento de limeiras Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convívio e controle das plantas daninhas. Número médio de frutos por planta (NF); produção média por planta (P/P); produtividade média (PROD), altura média (ALT); área média da copa (AC); volume médio da copa (VC); cobertura média da linha (CL); cobertura média da entrelinha (CE); massa média do fruto (MF); diâmetro longitudinal médio (DL); diâmetro transversal médio (DT); espessura média da casca (EC); massa média do suco (MS); relação DL/DT; rendimento médio de suco (RS); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); e RATIO. Safra 2019/2020.

A superioridade dos arranjos onde ocorreu o controle das plantas daninhas por toda a safra, grupo 1, ocorre na maioria dos parâmetros avaliados com exceção da espessura da casca. Cascas espessas fornecem altos níveis de óleo para

extração e resistência contra pragas e à perda de massa por desidratação, aumentando a vida de prateleira dos frutos, no entanto, as cascas excessivamente grossas são indesejáveis (Chitarra e Chitarra, 2005). O efeito oposto é encontrado no arranjo em que não houve o controle das plantas daninhas (grupo 4), no qual a interferência destas ocorreu durante toda a safra. Esse grupo apresentou inferioridade em todos os parâmetros analisados com exceção da espessura da casca.

Os parâmetros relacionados com o tamanho dos frutos foram drasticamente afetados pelo convívio com as plantas daninhas. Os demais arranjos apresentaram resultados intermediários, mas podem ser separados em dois grupos. O grupo 2, é composto por arranjos com maiores tempos de convivência com as plantas daninhas (9 meses e 6 meses consecutivos na época da seca) apresentou resultados inferiores para todos os parâmetros biométricos e componentes da produtividade, mas resultados melhores para a maioria dos parâmetros de qualidade dos frutos em relação ao grupo 3, formado pelos arranjos que conviveram por menos tempo com as plantas daninhas (3 meses), ou por tempos intermediários (6 meses intercalados ou 6 meses consecutivos na época da chuva). Portanto, pode-se inferir que os melhores arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas, além das testemunhas mantidas sem interferências, são aqueles em que as plantas de lima ácida Tahiti não convivem por mais de 3 meses consecutivos com as plantas daninhas, ou em que a convivência com plantas daninhas de maior porte (convívio por 6 meses consecutivos) se dá em uma época em que as plantas não precisam competir por água (época da chuva).

A análise dos componentes principais foi realizada para obtenção de uma visão geral dos arranjos. Nela, 75,62% da variação presente nos dados originais foram explicadas pelos dois primeiros componentes principais (CP_1 e CP_2) (Tabela 10). O primeiro CP explicou 65,67% da variância total e o segundo, 9,95%.

De todas as características avaliadas, apenas a relação entre o diâmetro longitudinal não apresentou poder discriminatório no componente principal 1 - CP_1 (valores próximos a 1). Com exceção da espessura da casca e o teor de sólidos solúveis, as demais características possuem sinal negativo, indicando que os arranjos mais à esquerda no gráfico sofrem maior influência dessas características.

Já a espessura da casca e o teor de sólidos solúveis são positivos, indicando que arranjos à direita sofrem maior influência dessas características. No Componente principal 2 - CP₂, o diâmetro longitudinal do fruto tem sinal positivo, indicando que os arranjos localizados na parte superior do gráfico são influenciados por essa característica.

Tabela 10. Coeficiente de correlação das variáveis. Safra 19 / 20.

Variáveis	CP ₁	CP ₂	CP ₃	CP ₄
NF	-0.925035	-0.153708	-0.033857	-0.288330
P/P	-0.920460	-0.156667	-0.055398	-0.295067
PROD	-0.920478	-0.156548	-0.055453	-0.295158
ALT	-0.909778	-0.065640	0.169731	0.000694
AC	-0.893925	-0.150842	0.057357	0.184372
VC	-0.958218	-0.131262	0.110211	0.098828
CL	-0.758209	-0.247531	0.119251	0.180825
CE	-0.923333	-0.004306	-0.029084	0.174072
MF	-0.756630	0.433799	0.155440	-0.236315
DL	-0.454704	0.578412	0.070031	-0.340142
DT	-0.823316	0.459466	0.134704	0.213093
EC	0.839992	0.305612	0.010425	0.026645
MS	-0.799822	0.525018	0.029931	0.096054
DL/DT	-0.721091	0.523941	-0.080450	0.292171
RS	-0.826340	-0.291061	0.041878	-0.182438
SS	0.632694	0.166933	0.296386	-0.454087
RATIO	-0.910387	-0.295490	-0.088759	0.045285
Variância Total (%)	6.566.507	994.938	570.775	519.468
Variância acumulada (%)	656.651	756.145	813.222	865.169

Obs.: variáveis em negrito tem importância significativa para o respectivo fator. Sinais iguais indicam relação direta, e contrário, indireta.

Na Figura 22 encontra-se a dispersão bidimensional dos escores dos componentes principais 1 e 2 e os grupos de arranjos. Verifica-se a formação de quatro grupos nítidos, fortemente associados aos componentes de produtividade e às características biométricas e de qualidade física de tamanho e forma dos frutos.

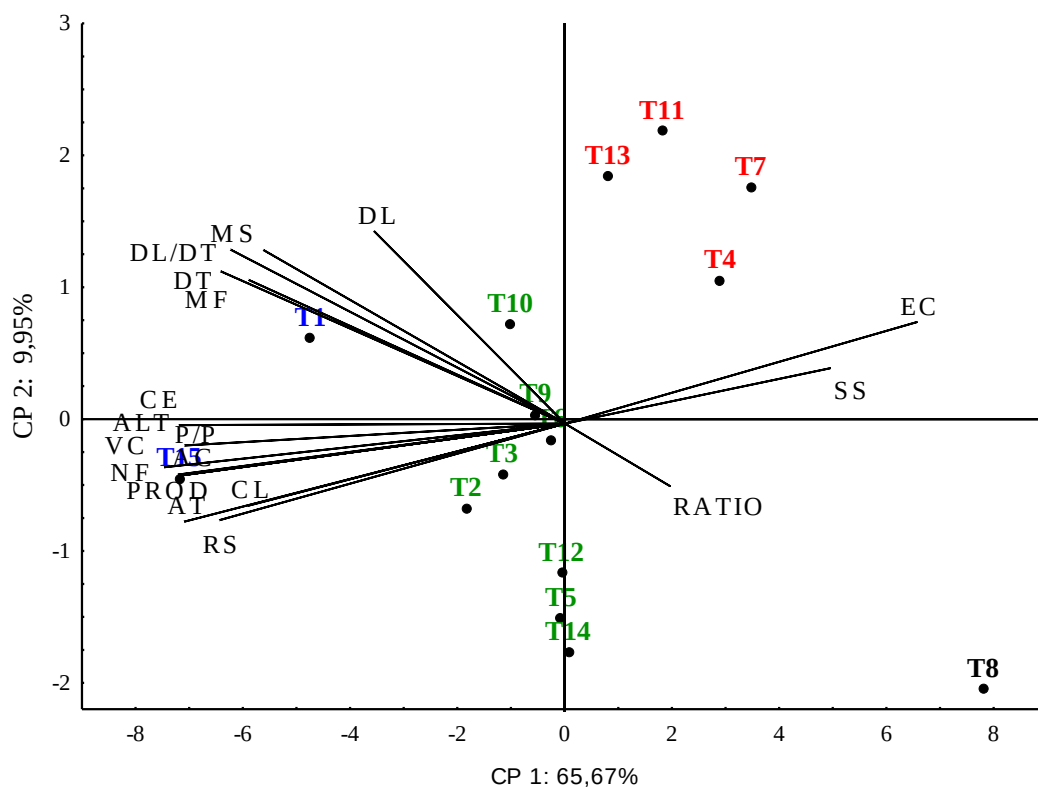


Figura 22. Dispersão bidimensional dos Componentes Principais 1 e 2 de plantas de lima ácida Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas. Safra 2019/2020.

Assim como para a safra 2018/2019, o arranjo 8 (testemunha sem controle das plantas daninhas) isola-se com os piores resultados para os componentes da produtividade, biometria e dimensões dos frutos e maior espessura de casca, teor de sólidos solúveis e Ratio, enquanto as testemunhas sem convívio com as plantas daninhas unem-se em um grupo oposto confirmando a superioridade desses arranjos obtida na análise de agrupamento. Entre os demais arranjos de períodos de convivência e controle, os que permanecem por menor tempo em contato com as plantas daninhas estão mais próximos a essas testemunhas sem interferência e apresentam a maior parte das características desejáveis, ou apresentam-se neutros. Os arranjos que permanecem 6 meses em convívio com as plantas daninhas estão divididos entre os grupos intermediários de arranjos, pois os arranjos 6 e 12 (convívio alternado de 3 em 3 meses) e 14 (convívio de 6 meses consecutivos na época úmida), estão em uma faixa com pouca influência do componente principal - CP₁, porém com maior proximidade dos arranjos com características desejáveis de

produtividade. Já o arranjo com 6 meses de convívio ininterrupto com as plantas daninhas na época mais seca afetou negativamente as principais características de produtividade e biometria das plantas desejáveis do arranjo 13, aproximando-o dos arranjos que ficaram 9 meses sob interferência das plantas daninhas.

Análise multivariada dos parâmetros bioquímicos e fotossintéticos.

Os resultados da análise de agrupamento não hierárquico para a o ano safra 2018/2019 para os parâmetros bioquímicos (teor de clorofila total e prolina livre nas folhas) e fisiológicos (concentração subestomática de CO₂, fotossíntese, condutância estomática, transpiração e eficiência do uso da água) estão apresentados na Figura 23. Considerando o agrupamento de médias (k-Means) e a sugestão pela análise hierárquica do número ótimo de clusters da formação de 3 grupos, o primeiro grupo é formado pelas testemunhas sem convívio com as plantas daninhas (arranjos 1 e 15) e os arranjos 2, 9 e 10, que foram os arranjos que sofreram interferência por menor tempo e não conviviam com as plantas daninhas ao fim da safra. Esse grupo caracteriza-se por apresentar valores elevados para todas as variáveis avaliadas, indicando que no momento das avaliações as plantas estavam realizando a assimilação do CO₂ com poucas restrições. O segundo grupo foi formado pelos arranjos 4, 5, 6, 7, 12 e 14, e caracteriza-se apresentar resultados intermediários de assimilação de CO₂ apesar da elevada taxa de transpiração em relação aos demais grupos, resultando em uma menor eficiência de uso da água, o que pode ser parcialmente explicado pelo baixo teor de clorofila foliar. O terceiro grupo foi formado pela testemunha mantida em convívio com as plantas daninhas por 12 meses (arranjo 8) e os arranjos 3, 11 e 13, que foram arranjos que conviveram com as plantas daninhas por no mínimo 6 meses consecutivos durante o período de déficit hídrico. Esse grupo caracteriza-se pelas menores taxas fotossintéticas e de transpiração em relação aos demais grupos e uma maior eficiência de uso da água. A baixa condutância estomática indica o fechamento dos estômatos para a preservação da água.

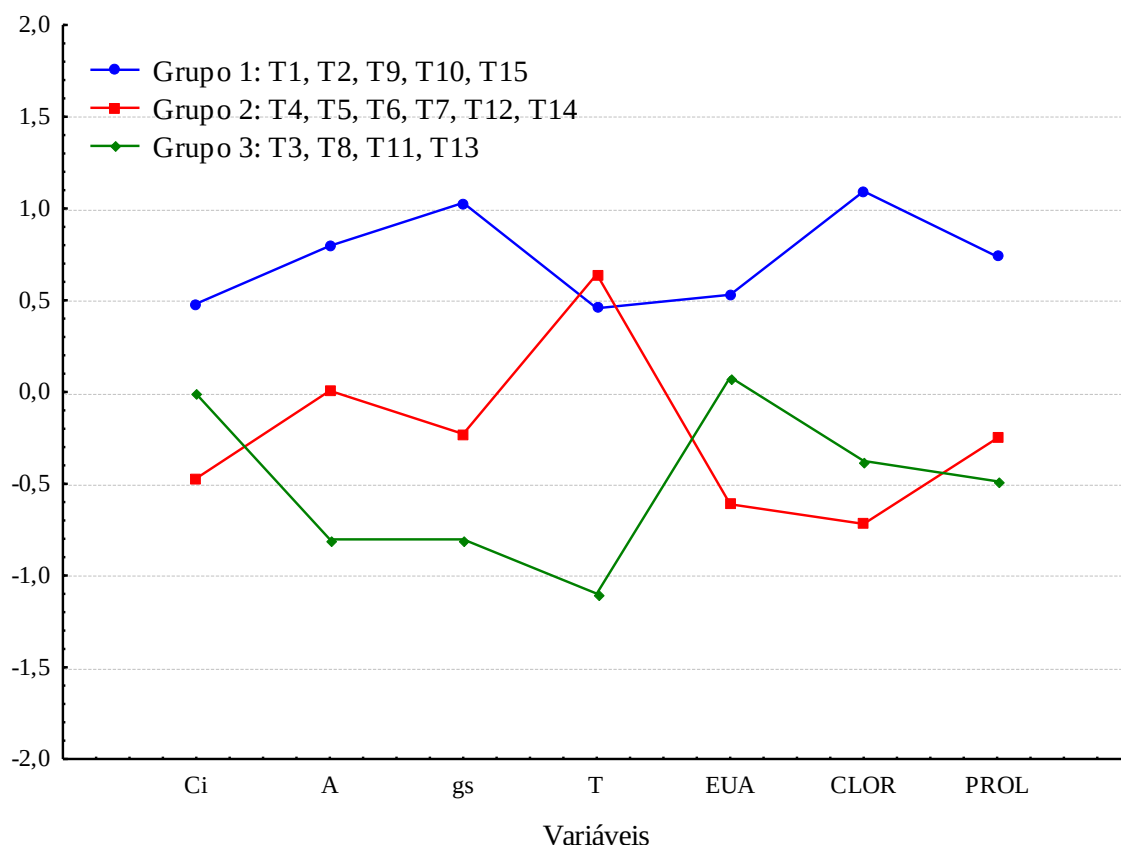


Figura 23. Análise de agrupamento não hierárquica (k-Means) contendo a ordenação dos grupos com relação ao comportamento de limeiras Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convívio e controle das plantas daninhas. Concentração subestomática de CO_2 (Ci); fotossíntese (A); condutância estomática (gs); transpiração (T); eficiência no uso da água (EUA), clorofila (CLOR) e prolina (PROL). Safra 2018/2019.

A análise dos componentes principais foi realizada para obtenção de uma visão geral dos dados. Nela, 61,54% da variação presente nos dados originais foram explicadas pelos dois primeiros componentes principais (CP_1 e CP_2) (Tabela 11). O primeiro componente principal explicou 40,93% da variância total e o segundo, 20,61%.

As variáveis fotossíntese, condutância estomática, transpiração, eficiência no uso da água e teor de clorofila foliar apresentaram poder discriminatório no componente principal - CP_1 e sinal positivo, assim os arranjos situados à direita do gráfico sofrem grande influência dessas variáveis. Já a concentração subestomática de CO_2 e o teor de prolina livre no tecido foliar apresentam poder discriminatório no

componente principal - CP₂, assim arranjos que se situem na parte superior do gráfico estão mais influenciados por ambas (sinal positivo na correlação).

Tabela 11. Coeficiente de correlação das variáveis. Safra 2018/2019.

Variáveis	CP ₁	CP ₂	CP ₃	CP ₄
Ci	0,03147	0,875374	-0,04709	-0,37644
A	0,91944	-0,31587	0,069243	-0,15934
gs	0,89825	0,242707	0,000668	-0,28645
T	0,62516	-0,41535	-0,6247	-0,18028
EUA	0,56089	0,023729	0,797734	-0,02768
CLOR	0,58749	0,099465	0,058199	0,68102
PROL	0,40237	0,578532	-0,38243	0,357385
Variância Total (%)	40,9385	20,609	16,90403	12,48475
Variância acumulada (%)	40,9385	61,5475	78,4515	90,9363

Obs.: variáveis em negrito tem importância significativa para o respectivo fator. Sinais iguais indicam relação direta, e contrário, indireta.

Na Figura 24 encontra-se a dispersão bidimensional dos escores dos componentes principais 1 e 2 e os grupos de arranjos. Verifica-se a formação de três grupos, o primeiro grupo influenciado positivamente por todos os parâmetros que compõem o CP1 (à direita do gráfico), um segundo grupo com comportamento intermediário e o terceiro grupo muito distante do primeiro, ou seja, sem as características desejáveis (à esquerda do gráfico).

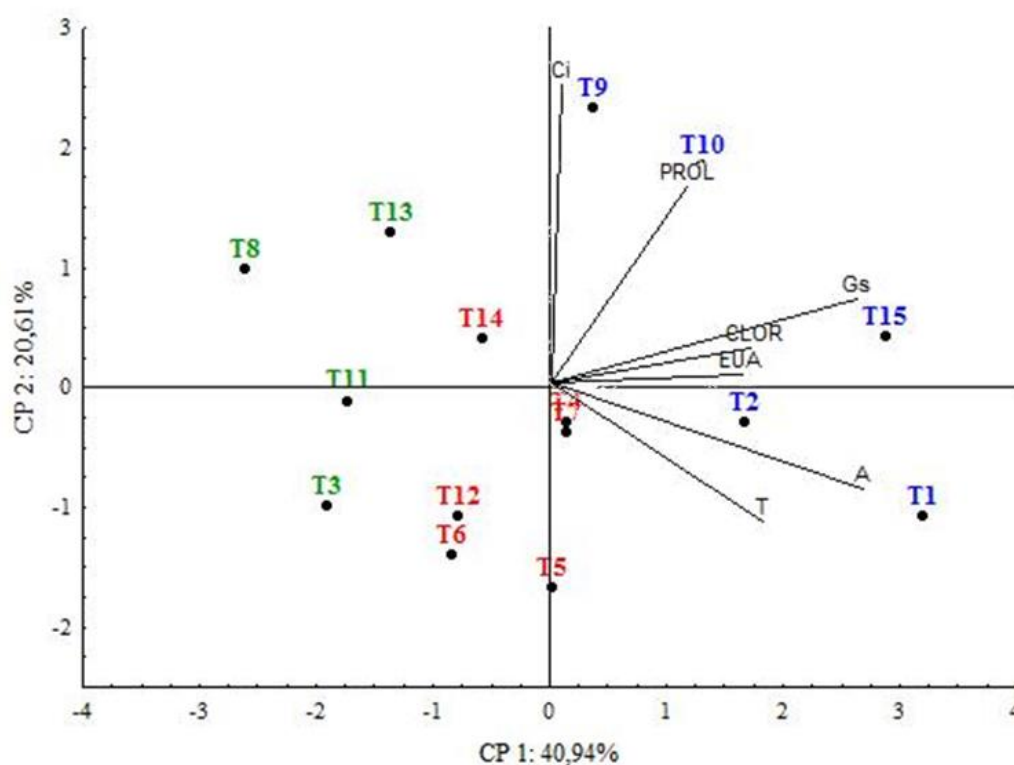


Figura 24. Dispersão bidimensional dos Componentes Principais 1 e 2 de plantas de lima ácida Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas. Safra 2018/2019.

Para o ano safra 2019/2020, os resultados da análise de agrupamento não hierárquico para dados bioquímicos e fisiológicos das limeiras estão representados na Figura 2. Considerando o agrupamento de médias (k-Means) e a formação de 3 grupos, o primeiro grupo é formado pelos arranjos 8, 11 e 14, que estavam em convívio com plantas daninhas de grande porte ao fim do ano-safra (convívio por 6 meses ou mais), o segundo é formado pelos arranjos 2, 5, 6, 7, 9 e 13 e o terceiro grupo é formado pelos arranjos 1, 3, 4, 10, 12 e 15. Esses dados corroboram os dados anteriormente apresentados nas análises de variância e comparação de médias.

O grupo 1, ao qual pertence a testemunha mantida em convívio com as plantas daninhas por toda a safra caracteriza-se por alta concentração subestomática de CO_2 , baixas taxas fotossintéticas, elevada condutância estomática e transpiração, e portanto baixa eficiência de uso da água, apresentam também relativamente baixos teores de clorofila e prolina livre em seus tecidos foliares. A elevada condutância estomática e taxa transpiratória indicam que há abertura

estomática nas folhas dessas plantas, entretanto não ocorre eficiente assimilação do CO_2 , seja pela insuficiente presença de clorofila em seu tecido ou por danos em seu aparato fotossintético, explicando assim a elevada concentração subestomática de CO_2 . Mantendo os estômatos abertos, porém com baixa assimilação do CO_2 presente, a eficiência de uso da água é muito baixa nessas plantas. A baixa correlação entre fotossíntese e condutância estomática indicam que ambas são parâmetros da planta que respondem simultaneamente a um conjunto de fatores que interagem de forma coordenada e complexamente (Costa e Marengo, 2007). Enquanto, a baixa concentração de CO_2 e a alta irradiância estimulam diretamente a abertura dos estômatos, a transpiração excessiva pode levar ao fechamento dos estômatos (Hsiao, 1973; Marengo et al., 2006). Assim, é possível que haja uma baixa correlação entre fotossíntese e condutância estomática em condições naturais de luminosidade e umidade do ar, possivelmente indicando ausência de uniformidade na abertura dos estômatos na superfície da folha (manchas estomáticas), conforme mostrado por Marengo et al. (2006), tornando complexa e não linear a relação entre fotossíntese e condutância estomática (Pospisilová & Santrucek, 1994).

O segundo grupo apresentou taxas intermediárias para todos os parâmetros e assim uma eficiência do uso da água maior que o grupo anterior, nesse grupo há uma melhor regulação da abertura e fechamento dos estômatos, indicando que essas plantas apresentam menor taxa fotossintética devido ao fechamento estomático visando a preservação da água em seu tecido e não por possíveis danos metabólicos.

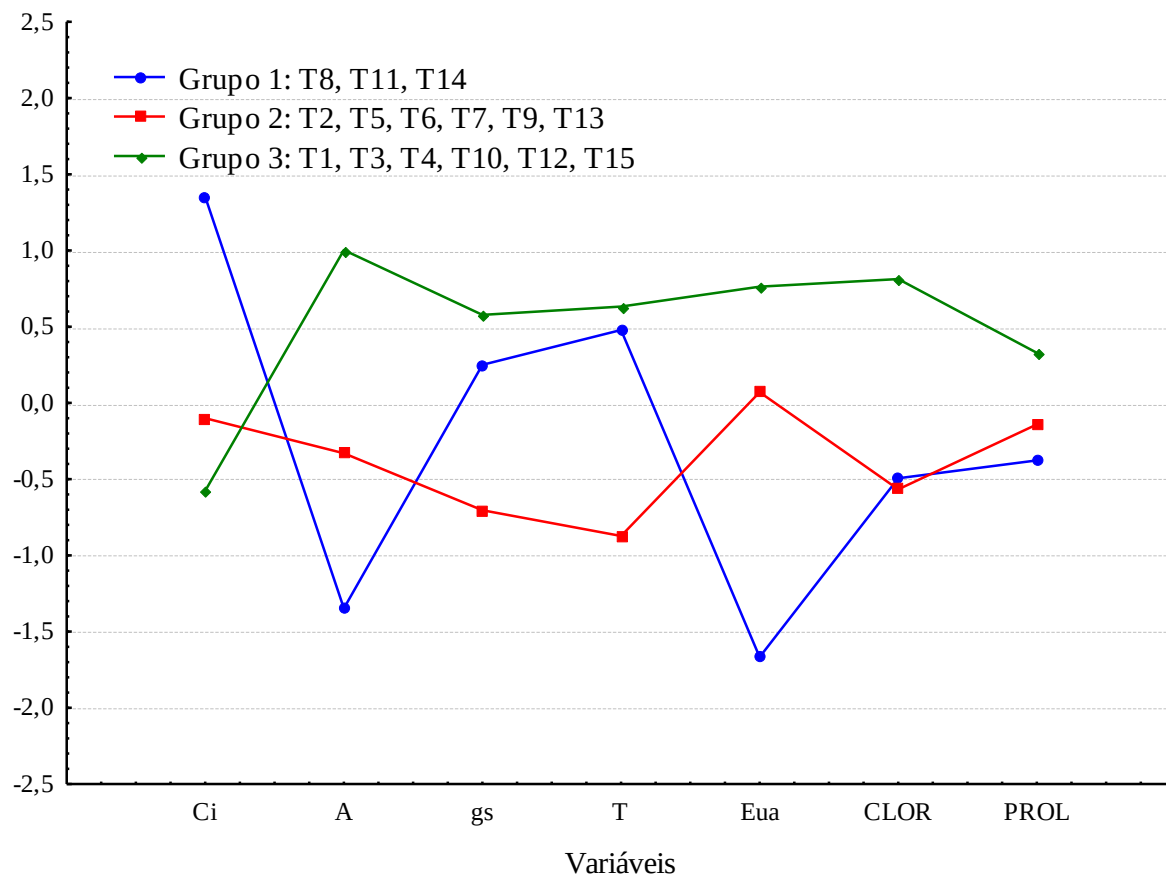


Figura 25. Análise de agrupamento não hierárquica (k-Means) contendo a ordenação dos grupos com relação ao comportamento de limeiras Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convívio e controle das plantas daninhas. Concentração subestomática de CO_2 (Ci); fotossíntese (A); condutância estomática (gs); transpiração (T); eficiência no uso da água (EUA), clorofila (CLOR) e prolina (PROL). Safra 2019/2020.

O terceiro grupo, formado pelas testemunhas sem convívio com as plantas daninhas e outros arranjos que não conviviam com as plantas daninhas ao fim do ano-safra apresentaram na ocasião das avaliações as menores concentrações subestomáticas de CO_2 , elevada taxas fotossintéticas, condutância estomática e transpiração indicando que na ocasião da avaliação essas plantas estavam bem supridas, com elevadas concentrações de clorofila em seus tecidos e aproveitando-se ao máximo de seu aparato fotossintético, com abertura dos estômatos e rápida e eficiente assimilação do CO_2 , portando elevada eficiência na utilização da água em seus processos metabólicos.

A análise dos componentes principais foi realizada para obtenção de uma visão geral dos dados. Nela, 68,98% da variação presente nos dados originais foram

explicadas pelos dois primeiros componentes principais (CP₁ e CP₂) (Tabela 12). O primeiro componente principal explicou 43,71% da variância total e o segundo, 25,27%.

Tabela 12. Coeficiente de correlação das variáveis. Safra 2019/2020.

Variáveis	CP ₁	CP ₂	CP ₃	CP ₄
Ci	-0,64635	-0,60539	0,2359	0,34081
A	0,982827	0,059395	0,042263	-0,11535
gs	0,480866	-0,76993	-0,05823	0,063329
T	0,416783	-0,41916	-0,7769	-0,04087
EUA	0,867255	0,24276	0,358109	-0,10206
CLOR	0,646417	-0,46937	0,358629	0,294553
PROL	0,31737	0,592797	-0,25099	0,687979
Variância Total (%)	43,70518	25,27369	14,06084	10,08045
Variância acumulada (%)	43,7052	68,9789	83,0397	93,1201

Obs.: variáveis em negrito tem importância significativa para o respectivo fator. Sinais iguais indicam relação direta, e contrário, indireta.

As variáveis fotossíntese, eficiência do uso da água e clorofila foliar apresentaram poder discriminatório no primeiro componente principal, assim os arranjos situados à direita do gráfico sofrem grande influência dessas variáveis. Já a concentração subestomática de CO₂ tem poder discriminatório no primeiro componente principal e possui sinal negativo, assim os arranjos situados a esquerda do gráfico sofrem sua influência. Já a condutância estomática e o teor de prolina livre no tecido foliar apresentam poder discriminatório no segundo componente principal, assim arranjos que se situem na parte superior do gráfico estão mais influenciados por prolina livre no tecido foliar (sinal positivo na correlação) e os arranjos na parte inferior do gráfico sofrem maior influência de condutância estomática (sinal negativo).

Na Figura 26 encontra-se a dispersão bidimensional dos escores dos componentes principais 1 e 2 e os grupos de arranjos. Verifica-se a formação de três grupos nítidos, um deles fortemente influenciado pela alta concentração de CO₂ subestomático, um grupo intermediário com baixa influência das variáveis e um grupo fortemente influenciado pela fotossíntese.

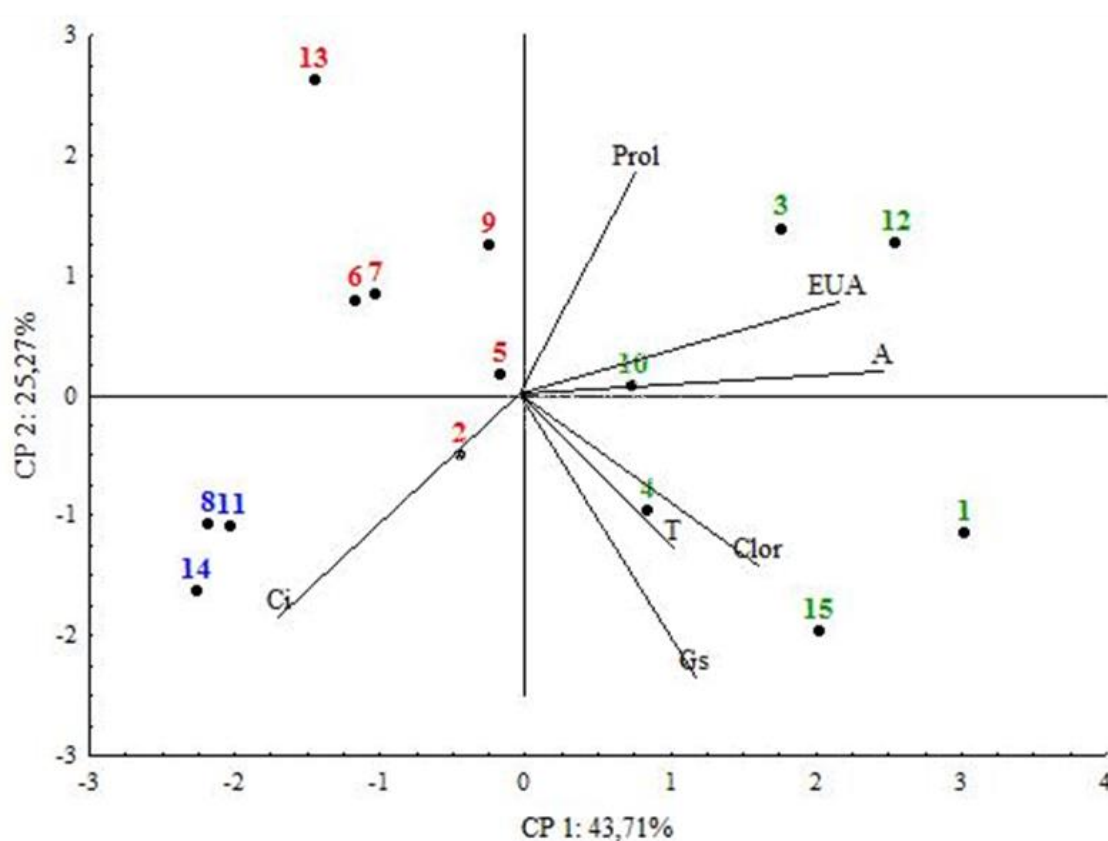


Figura 26. Dispersão bidimensional dos Componentes Principais 1 e 2 de plantas de lima ácida Tahiti ante os diferentes arranjos temporais de convivência e controle de plantas daninhas. Safra 2019/2020.

Interferência das plantas daninhas e seu manejo químico com glifosato em pomar de lima ácida Tahiti em período seco e chuvoso.

Considerando-se as diferenças entre os anos safra, cada período foi considerado isoladamente nas análises.

Componentes da produtividade

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados do uso de controle químico com glifosato, capina manual e convivência com as plantas, nos períodos considerados seco (março-agosto) e chuvoso (setembro-fevereiro) no Estado de São Paulo, sobre os componentes da produtividade (número médio de frutos por planta, massa média de frutos por planta, massa média do fruto e produtividade por hectare) do pomar de lima ácida Tahiti.

Tabela 13. Número médio de frutos por planta, massa média de frutos por planta (kg), produtividade média (t.ha^{-1}) e massa média do fruto (g) de lima ácida Tahiti em 4 períodos (Março a Agosto da safra 2018/2019 – M-A18/19, Setembro a Fevereiro da safra 2018/2019 – S-F18/19, Março a Agosto da safra 2019/2020 e Setembro a Fevereiro da safra 19/20 – S-F19/20) e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SC). Pindorama, 2018-2020.

	Número de frutos por planta		Massa de frutos por planta (kg)		Produtividade (t.ha^{-1})		Massa média do fruto (g)	
Período								
M-A18/19	104,17	D ¹	3,32	D	1,33	D	63,67	D
S-F18/19	124,83	C	4,8	C	1,92	C	76,82	B
M-A19/20	319,33	B	12,1	B	4,84	B	74,64	C
S-F19/20	612,33	A	24,77	A	9,91	A	80,88	A
F _{bl}	0,78	ns	0,77	ns	0,77	ns	0,49	ns
F _p	372,66	**	261,81	**	261,81	**	13,17	**
CV _p (%)	8,61		15,9		15,9		9,49	
Manejo								
CQ	317,69	b	12,19	b	4,87	b	73,88	ab
CM	383,13	a	15,16	a	6,06	a	76,75	a
SC	169,69	c	6,4	c	2,56	c	71,37	b
F _m	46,55	**	828,24	**	828,24	**	3,4	**
F _{pxm}	52,82	**	204,26	**	204,26	**	0,78	ns
CV _m (%)	4,86		15,51		15,51		7,88	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; ns não significativo

¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

Os efeitos tanto dos períodos quanto dos manejos utilizados foram significativos para todos os componentes da produtividade, porém a interação entre eles foi significativa apenas para o número de frutos por planta, para a massa de frutos por planta e, portanto, para a produtividade.

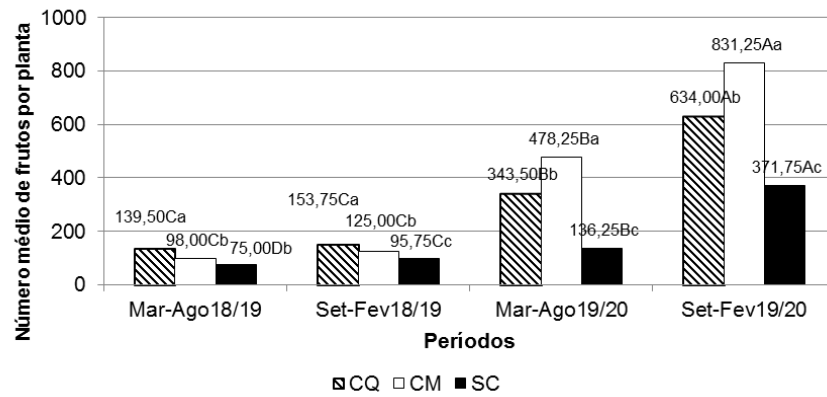
A produtividade da cultura da lima Tahiti nesse caso está diretamente relacionada ao número de frutos colhidos por planta, pois de modo geral, com exceção dos frutos colhidos no período seco da safra 2018/2019, que foram consideravelmente menores, nos demais períodos não houve diferenças

significativas. Considerando-se os períodos avaliados, há um importante crescimento do número de frutos, massa de frutos por planta e produtividade a cada período, sobretudo do ano safra 2018/2019 para o ano safra 2019/2020. O período chuvoso também foi mais produtivo que o período seco. O período chuvoso conta com os meses considerados safra da lima ácida Tahiti, principalmente os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto o período considerado seco conta com os meses de entressafra, sobretudo nos meses de junho, julho e agosto.

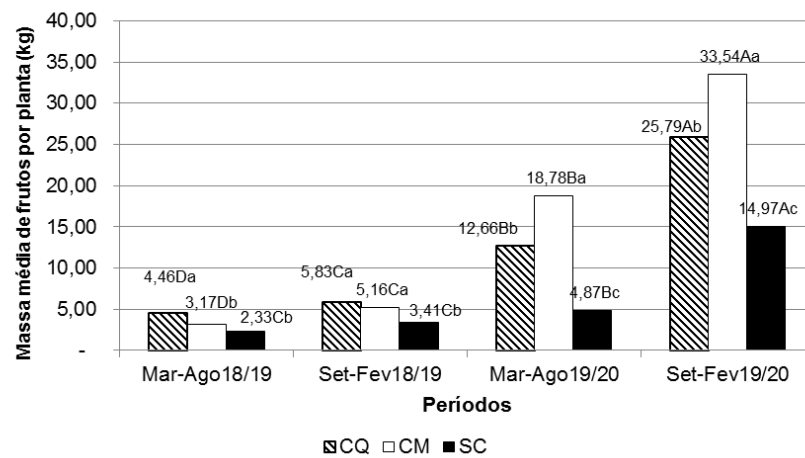
Em relação ao manejo das plantas daninhas adotado, o controle mecânico com capina manual obteve o maior número médio de frutos por planta, maior massa média de frutos por planta, maior produtividade e maior massa média de frutos. O controle químico com glifosato apresentou resultados intermediários e o convívio com as plantas daninhas apresentou as piores médias para todos os parâmetros. Assim, a interferência das plantas daninhas no manejo sem controle diminuiu o número de frutos por planta em 55,7% e a massa do fruto em 7%, diminuindo a produtividade das plantas em 57,8% em relação ao manejo capinado manualmente. Já o uso do manejo químico das plantas daninhas com glifosato, a queda no número de frutos por planta é de 17,07% e da massa do fruto em 3,75%, diminuindo a produtividade em 19,62% em relação ao controle mecânico das plantas daninhas por capina. Essa queda pode estar relacionada tanto à possível fitotoxicidade do herbicida à cultura, quanto à matocompetição com espécies tolerantes e resistentes ao herbicida, que se acumulam no pomar ao longo do tempo.

Entretanto esse comportamento não é homogêneo em todos os períodos avaliados. Com exceção da massa dos frutos, houve interação significativa para os demais componentes de produção (Figura 27A, B e C).

27A



27B



27C

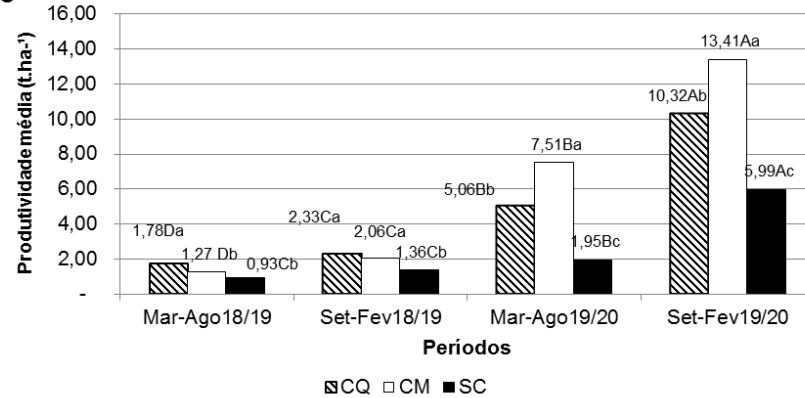


Figura 27. Desdobramento da interação do número médio de frutos por planta (A), massa média de frutos por planta, kg (B) e produtividade média, $t.ha^{-1}$ (C) de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O número de frutos, a massa de frutos por planta e a produtividade apresentam o mesmo comportamento. No período de março a agosto da safra 2018/2019, as limeiras cujo manejo de plantas daninhas se deu pela utilização do glifosato apresentaram resultados significativamente melhores que as demais, já no período de setembro a fevereiro da safra 2018/2019 o desempenho foi tão bom quanto das plantas capinadas e a partir do período de março a agosto da safra 2019/2020, as plantas capinadas apresentaram os melhores resultados produtivos. Já as plantas mantidas em convívio com as plantas daninhas sempre apresentaram desempenho pior que as demais. Segundo Gonçalves et al (2018) a coexistência de plantas daninhas na época de menor disponibilidade hídrica reduz a quantidade de frutos por planta quando comparada ao manejo sem interferência, podendo essa redução estar relacionada a uma maior queda de frutos imaturos e à uma interferência significativa da competição de plantas daninhas.

O bom desempenho das parcelas mantidas sem plantas daninhas com o uso do glifosato talvez seja devido ao efeito da cobertura morta das plantas daninhas, sobretudo durante o período seco de 2018/2019. A diferença da produtividade entre os dois manejos sem convívio com plantas daninhas pode estar relacionada com a formação de uma camada de cobertura morta protegendo o solo e conservando a umidade sob a copa das árvores, pois com a capina manual normalmente as plantas daninhas capinadas acompanhadas de solo e material vegetal, são puxadas no sentido do tronco para fora da copa, então ocorre arrasto de nutrientes e material orgânico para locais de menor quantidade de raízes (Victoria Filho, 1988). Entretanto o desempenho relativo foi diminuindo a medida que as limeiras cresceram e desenvolveram seu sistema radicular, ficando menos dependentes da umidade da camada superficial do solo, sendo a partir daí mais importante a sensibilidade à fitotoxidade resultante da deriva sistemática da aplicação do herbicida e à competição com as plantas daninhas remanescentes de espécies tolerantes e resistentes ao glifosato. Segundo Yamada e Castro (2007), na cultura de citros é comum ocorrer intoxicação por efeitos diretos da deriva e/ou da transferência da pulverização do glifosato nas invasoras. Os danos causados pela ação do glifosato nas plantas cítricas podem ser observados apenas após 60 e 90 dias para o caso de sintomas visuais e segundo Toth e Morrison (1977) podem persistir por até 2 anos. A

contaminação de glifosato na cultura de citros pode causar sintomas típicos foliares, aumento de chiquimato (medida bioquímica da intoxicação por glifosato), desfolha e aborto de frutos. De modo geral, a planta contaminada com glifosato tem tanto o crescimento da parte aérea quanto do sistema radicular diminuídos, além de perda da resistência contra doenças, mesmo em doses baixas (Yamada e Castro, 2007). Métodos alternativos de controles de plantas daninhas com uso de plantas de cobertura e roçadeira lateral, tem dado ótimos resultados (Cabreira, 2007; Martinelli et al 2018).

Qualidade dos frutos

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados do uso de controle químico com glifosato, capina manual e convivência com as plantas, nos períodos considerados seco (março-agosto) e chuvoso (setembro-fevereiro) no Estado de São Paulo, sobre as características de qualidade de frutos de lima ácida Tahiti.

Os efeitos dos períodos foram significativos para todos os componentes da produtividade, e apenas o teor de sólidos solúveis não apresentou diferenças significativas entre os manejos utilizados havendo interação entre os períodos e os manejos, apenas para a espessura da casca, o teor de sólidos solúveis e o Ratio (Figura 28).

O diâmetro do fruto foi significativamente menor no período seco da safra 2018/2019, ou seja, de março a agosto. Entre os manejos, nas parcelas nas quais não houve o controle das plantas daninhas apresentaram frutos 7,7% menores em relação aos demais.

No ano safra 2018/2019 as plantas eram bastante jovens, em início de sua fase reprodutiva, e com a estrutura radicular menos desenvolvida, e, portanto mais sujeitas ao efeito do déficit hídrico, sobretudo no período seco. Entre os manejos, o diâmetro do fruto é menor nas parcelas sem controle das plantas daninhas por estas competirem com as limeiras por recursos limitados seja a água na época da seca ou outros recursos como luz e, principalmente, nutrientes durante o período chuvoso.

Tabela 14. Médias dos parâmetros diâmetro do fruto (mm), espessura da casca (mm), rendimento do suco (%), sólidos solúveis (SS - °Brix), acidez titulável (AT – mg de ac.cítrico.100ml⁻¹ de suco), e índice tecnológico (IT kg de SS.caixa⁻¹ 27kg) de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). Pindorama, 2018-2020.

	Diâmetro do fruto		Espessura da casca		Rendimento do suco		SS		AT		Ratio		IT	
	mm		mm		%		°Brix		mg de ac.Citrico. 100 ml ⁻¹				kg SS.caixa ⁻¹	
Período														
M-A18/19	45,67	B ¹	2,21	A	36	B	10,24	A	10,14	A	1,02	A	0,99	A
S-F18/19	50,21	A	1,97	AB	48	A	8,05	C	9,49	AB	0,85	B	1,03	A
M-A19/20	49,97	A	1,7	B	31	C	9,34	B	9,39	AB	1,00	A	0,79	B
S-F19/20	51,37	A	2,16	A	36	B	7,12	D	8,8	B	0,82	B	0,69	B
F _p	28,74	**	8,31	**	53,42	**	65,78	**	9,3	*	46,69	**	35,62	**
CV _p (%)	7,81		20,63		15,36		5,88		5,74		4,78		9,36	
Manejo														
CQ	50,44	a	2,04	ab	0,45	a	8,82	a	9,21	b	0,96	a	0,93	a
CM	50,67	a	1,8	b	0,44	a	8,73	a	9,93	a	0,88	b	0,94	a
SQ	46,81	b	2,2	a	0,33	b	8,53	a	9,23	b	0,93	ab	0,76	b
F _m	33,37	**	6,08	**	26,2	**	1,82	ns	4,11	*	3,99	*	14,17	**
F _{pxm}	1,73	ns	2,82	*	1,33	ns	6,53	**	1,43	ns	5,06	**	0,71	ns
CV _m (%)	9,33		24,33		15,5		4,37		7,46		7,29		10,88	

* p≤0,05; **p≤0,01; ns não significativo

¹ Valores com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

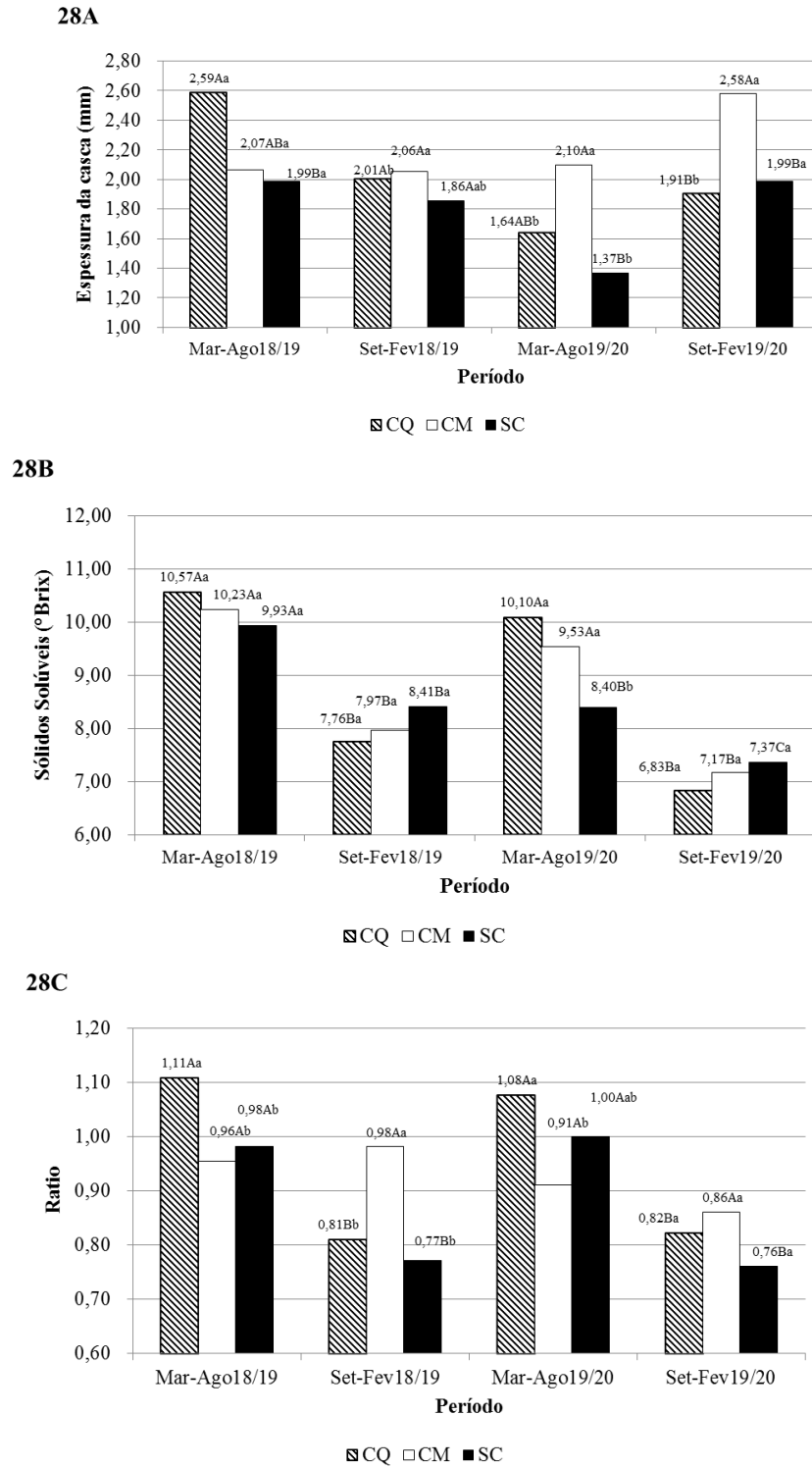


Figura 28. Desdobramento da interação da espessura da casca em mm (A), teor de sólidos solúveis em °Brix (B) e Ratio (C) de lima ácida Tahiti em 4 épocas de colheita e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ).¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A espessura da casca apresentou interação significativa entre o período e o manejo adotado (Figura 28A). A espessura da casca dos frutos das limeiras capinadas não diferiu estatisticamente entre os períodos avaliados, para as limeiras sem manejo das plantas daninhas foi significativamente menor no período de março a agosto da safra 2019/2020 que nos demais períodos e, para as limeiras manejadas com o uso de glifosato a espessura da casca foi significativamente maior no período de março a agosto da safra 2018/2019 que nos demais períodos. No período Mar-Ago18/19, os frutos das plantas tratadas com glifosato tiveram maior espessura da casca, os frutos das plantas sem manejo tiveram as menores espessuras de casca e os das plantas capinadas foram intermediários; em Set-Fev18/19 não houve diferença entre os manejos; no período de mar-ago19/20 e set-fev19/20 os frutos das limeiras capinadas apresentaram as cascas mais espessas que os demais manejos. Apesar da espessura da casca se relacionar ao rendimento de suco dos frutos, nesse caso é possível que os maiores valores absolutos da espessura da casca estejam mais relacionados ao maior tamanho dos frutos.

O teor de sólidos solúveis apresentou interação significativa entre os períodos e o manejo adotado (Figura 28B). Apenas no período seco da safra 2019/2020 (mar-ago19/20) a convivência com as plantas daninhas afetou significativamente o teor de sólidos solúveis dos frutos. Entretanto, os períodos chuvosos (set-fev das safras 18/19 e 19/20) afetam significativamente o teor de sólidos solúveis de todos os manejos, devido ao efeito de diluição causado por frutos maiores e mais suculentos, entretanto devido à competição com as plantas daninhas por água na seca drástica na safra 2019/2020, as limeiras mantidas sem controle das plantas daninhas tiveram seus teores de sólidos solúveis decrescendo continuamente nos períodos, ao passo em que o volume dos frutos aumenta. Para o período de março a agosto de 2018 a elevada competição das plantas daninhas por recursos limitados diminui a disponibilidade destes, afetando a produção e translocação de fotoassimilados para os frutos. Assim como para Gonçalves et al (2018) os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis são maiores nos arranjos em que houve maior produtividade e maior número de frutos por planta, nos quais os frutos amadureceram sem a coexistência com as plantas daninhas, apesar de ser

esperado que plantas com maior carga de frutos acumulem menos açúcar em seus frutos devido à maior competição por fotoassimilados. Teores mais elevados de sólidos solúveis, segundo Reuther e Rios-Castaño (1969), estão associados ao estresse por seca e umidade do solo moderada, e longos períodos de chuva diminuem os teores de sólidos solúveis.

Não houve interação significativa para a acidez titulável entre os períodos e os manejos adotados. O maior valor de acidez titulável nos frutos de lima Tahiti ocorreu no período de mar-ago18/19, e foi diminuindo gradativamente ao longo do tempo, devido ao efeito de diluição graças ao maior tamanho e massa dos frutos. Em relação aos manejos, os frutos das limeiras sob o manejo mecânico de plantas daninhas apresentam maior acidez titulável que os frutos dos demais manejos.

Da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável tem-se o Ratio que apresentou interação entre os períodos e os manejos de controle das plantas daninhas adotados (Figura 28C). Nos períodos secos (mar-ago) de ambas as safras, os frutos das limeiras sob o manejo químico das plantas daninhas apresentaram maiores valores de Ratio, enquanto que as os frutos das limeiras submetidas ao manejo mecânico apresentaram os menores valores. Já nos períodos chuvosos (set-fev) de ambas as safras, os frutos das limeiras que foram mantidas capinadas apresentaram os maiores valores de Ratio e os frutos das limeiras mantidas em convívio com as plantas daninhas apresentaram os menores valores. As limeiras mantidas sob o manejo de controle mecânico das plantas daninhas não apresentaram valores de Ratio diferentes entre os períodos analisados, porém as limeiras mantidas em convívio com as plantas daninhas ou sob o manejo químico destas apresentam maiores valores de Ratio na época seca dos anos safra em detrimento ao período chuvoso. Segundo Cruse et al. (1982), geralmente a escassez de água aumenta a concentração de sólidos solúveis totais no suco e, mais ainda, a acidez titulável, resultando em menor valor da razão sólidos solúveis/acidez titulável.

Parâmetros bioquímicos e fotossintéticos

Na Tabela 15 está apresentado o resumo da análise de variância do uso de controle químico com glifosato, capina manual e convivência com as plantas

daninhas, nos períodos considerados seco (março-agosto) e chuvoso (setembro-fevereiro) no Estado de São Paulo, sobre parâmetros bioquímicos e fisiológicos de lima ácida Tahiti.

Tabela 15. Resumo da ANOVA para os parâmetros bioquímicos, clorofila total (Spad) e prolina livre ($\mu\text{g.g}^{-1}$) e fotossintéticos, concentração subestomática de CO_2 ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$), fotossíntese ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$), condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$), transpiração ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) e eficiência do uso da água, de folhas de lima ácida Tahiti em 4 épocas de colheita e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). Pindorama, 2018-2020

	Clorofila total		Prolina Livre		Ci		A		gs		E		EUA	
	Spad		$\mu\text{g.g}^{-1}$		$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$		$\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$		$\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$		$\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$		$\text{mol CO}_2.\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$	
Período														
Fb	3,08	Ns	3,39	ns	1,03	ns	1,2	ns	2,38	ns	1,23	ns	0,9	ns
Fp	6,57	*	28,83	**	89,23	**	163,74	**	181,61	**	156,24	**	22,48	**
CVp(%)	5,7		14,83		7,88		7,41		14,76		7,46		8,82	
Manejo														
F_m	2,24	Ns	0,88	ns	3,59	*	16,13	**	11,24	**	5,63	*	8,26	**
F_{pxm}	1,63	Ns	4,39	**	3,43	*	6,17	**	1,41	ns	2,69	ns	11,46	**
CVm (%)	5,82		21,78		8,92		12,5		13,06		17,11		8,04	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; ns não significativo

Os efeitos dos períodos foram significativos para todos os parâmetros avaliados (Tabela 15), porém os parâmetros relativos à bioquímica das plantas (clorofila total e prolina livre) não apresentaram diferenças significativas entre os manejos utilizados. Houve interação significativa entre os períodos e os manejos para prolina livre, concentração subestomática, fotossíntese e eficiência do uso da água.

A clorofila total (Figura 29) não apresentou interação entre os períodos analisados e os manejos de plantas daninhas adotados. Os teores de clorofila total são significativamente maiores nos períodos chuvosos (S-F18/19 e S-F19/20) que nos períodos secos. De acordo com Blackmer et al, (1993), o teor de clorofila nas

folhas varia com a idade e teor de água na planta, cultivar, disponibilidade de nutrientes, estresse ambiental ou fatores bióticos. Silva et al (2014) observaram decréscimo significativo (37,4%) nos teores de clorofila total nas folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) de variedade suscetível, analisada com medidor portátil SPAD-502, na condição de estresse hídrico severo.

Os manejos adotados não diferiram significativamente entre si. Segundo Meschede et al. (2007), ao estudar o efeito de maturadores na cana-de-açúcar observaram que o glifosato reduz os teores de clorofila a e clorofila b medidas aos 15 dias após a aplicação (DAA), mas aos 30 DAA a diferença desaparece.

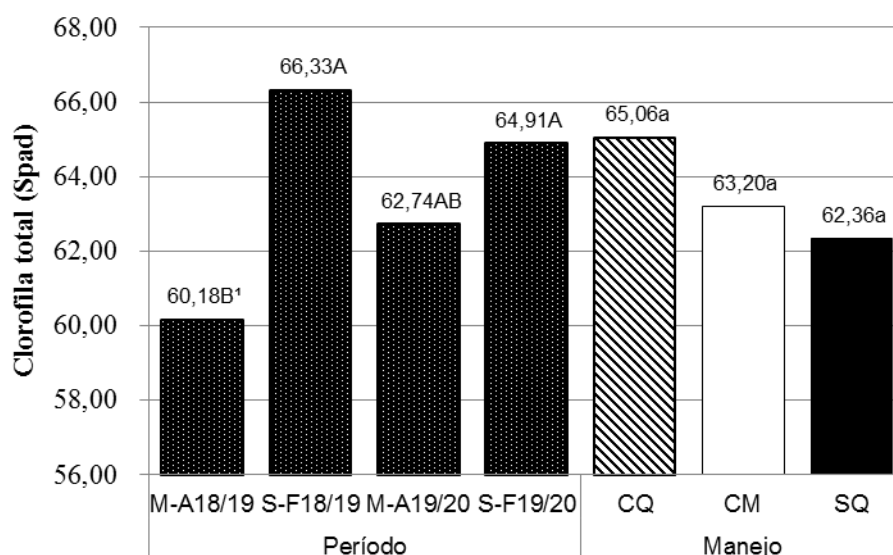


Figura 29. Teor de clorofila total (Spad) foliar de lima ácida Tahiti em 4 períodos de colheita e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O aminoácido prolina apresenta sensibilidade de resposta a condições de estresse (Ashraf et al., 2011). Além disso, é comum a constatação de que teores aumentados de prolina atenuam os efeitos do estresse hídrico (Cvikrová et al., 2013; Filippou et al., 2014). A concentração de prolina livre nas folhas das limeiras apresentou interação significativa entre os períodos e os manejos utilizados (Figura 30). No período seco da safra 2018/2019 (março a agosto) as limeiras mantidas em

convívio com as plantas daninhas apresentaram concentrações de prolina livre nas folhas 32,9% maiores que as das limeiras nas parcelas manejadas com glifosato e 45,2% maiores que nas limeiras das parcelas capinadas. Quando analisado o efeito dos períodos nos manejos, para todos manejo adotados a safra 2018/2019 apresentou teores médios de prolina livre maiores que na safra 2019/2020, e para cada safra os períodos secos (Mar - Ago) apresentaram maiores médias de prolina livre que os períodos chuvosos, tal comportamento pode estar associado ao mecanismo de manutenção de turgidez das limeiras na seca, permitindo suportar o estresse provocado pela competição interespecífica e restrição hídrica, após isso a prolina é usada como fonte de energia pelas plantas, metabolizada como fonte de nitrogênio e prontamente disponível para restabelecimento de plantas logo após o período de limitação hídrica (Trovato et al, 2008).

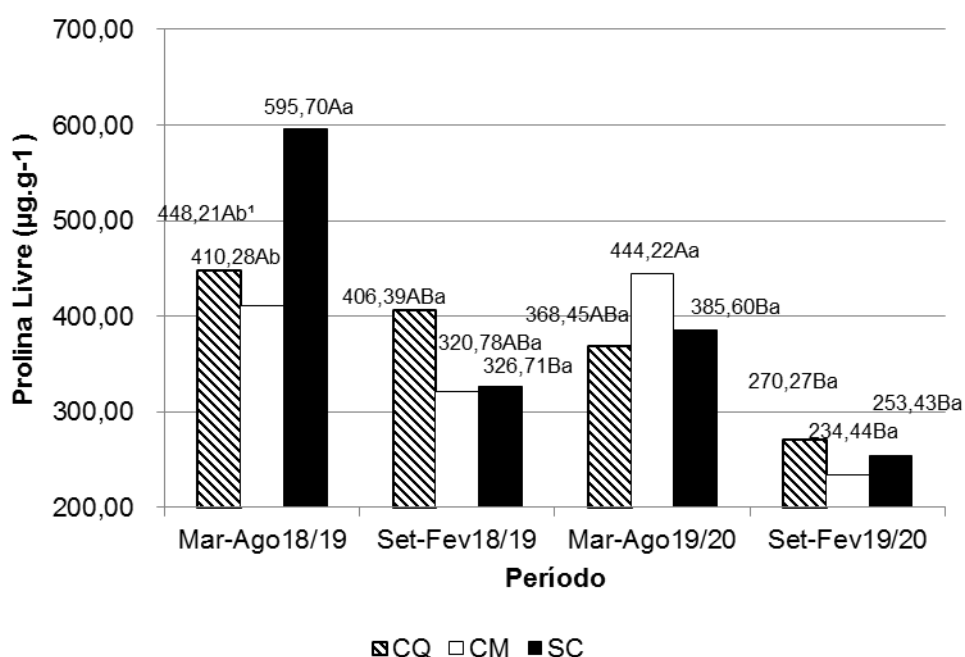


Figura 30. Desdobramento da interação do Teor de prolina livre ($\mu\text{g.g}^{-1}$) foliar de lima ácida Tahiti em 4 épocas de colheita e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ).¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No período seco da safra 2018/2019 houve maior produção de prolina nas limeiras em detrimento à safra 2019/2020, com exceção das limeiras capinadas que produziram igualmente prolina em ambos os períodos secos.

A concentração subestomática de CO_2 é considerada variável fisiológica influenciada por fatores ambientais, como disponibilidade hídrica, de luz e energia, entre outros (Concenço et al, 2008). A concentração subestomática de CO_2 nas folhas das limeiras apresentou interação significativa entre o período analisado e os manejos utilizados de plantas daninhas (Figura 31), sendo a influência dos manejos significativa apenas para o período seco da safra 2018/2019 (M-A18/19) em que a concentração subestomática de CO_2 foi significativamente maior nas limeiras que conviviam com as plantas daninhas. O incremento na concentração subestomática de CO_2 observado quando em competição pode indicar uma tentativa da planta de escapar do estresse gerado pela competição pelos recursos do ambiente (Corniani et al., 2006). Para todos os manejos, se considerados separadamente os períodos secos e chuvosos, a concentração subestomática de CO_2 foi maior na safra 2019/2020 que na safra 2018/2019 e maior no período chuvoso que no período seco, sendo que no período de setembro a fevereiro de 2019/2020 as limeiras apresentaram os maiores valores de concentração subestomática de CO_2 e em março a agosto de 2018/2019 apresentaram os menores valores. Sob condições de déficit hídrico, ocorre redução da concentração intercelular de CO_2 , em razão do fechamento estomático, gerando decréscimos na assimilação do CO_2 e na eficiência quântica do fotossistema II (Baker, 1993)

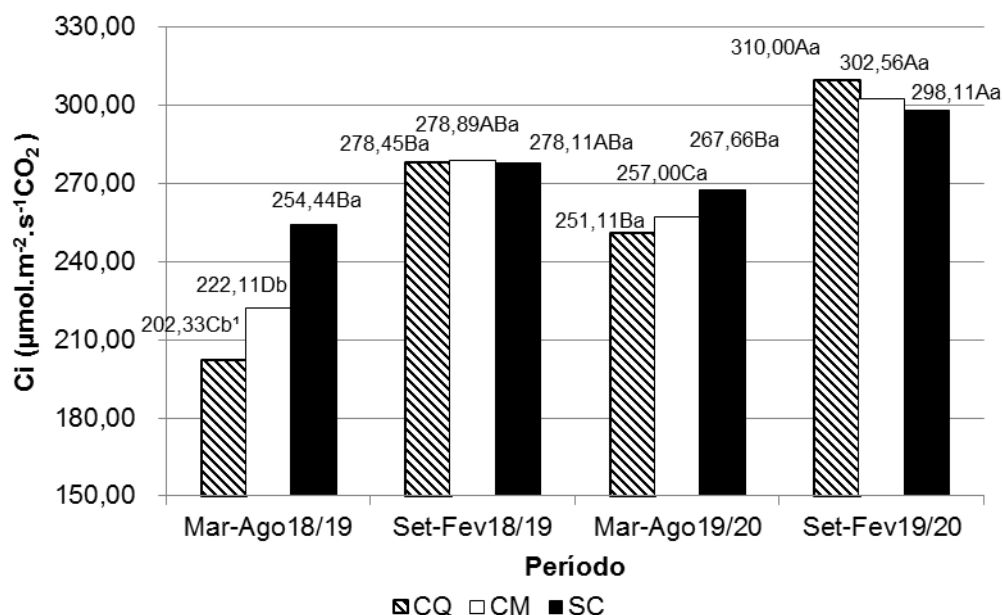


Figura 31. Desdobramento da interação da concentração subestomática de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$) foliar de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A assimilação de CO₂, ou seja, a fotossíntese apresentou interação entre os períodos e os manejos de plantas daninhas (Figura 32). Os manejos são diferentes entre si nos períodos de seca de ambas as safras e iguais nos períodos chuvosos. A fotossíntese nos períodos secos (M-A) é maior nas folhas das limeiras manejadas com glifosato e menores nas folhas de limeiras mantidas em convívio com as plantas daninhas, sendo as limeiras capinadas intermediárias. Provavelmente este efeito esteja mais relacionado ao efeito conservador da umidade da cobertura morta mantida sobre o solo que a um possível efeito da hormese, mesmo que em mudas de café submetidas à subdoses do herbicida tenha sido observado aumento inicial na fotossíntese, transpiração e condutância estomática, porém sem alterações permanentes das trocas gasosas (Carvalho et al. 2012).

Nas limeiras mantidas em convívio com as plantas daninhas, as quedas nas taxas fotossintéticas nos períodos secos são muito mais intensas que nas parcelas onde há o controle do mato, havendo quedas da taxa fotossintética da ordem de

52,1% na safra 2018/2019 e 40,6% na safra 2019/2020 se comparado com das plantas manejadas com o uso do glifosato

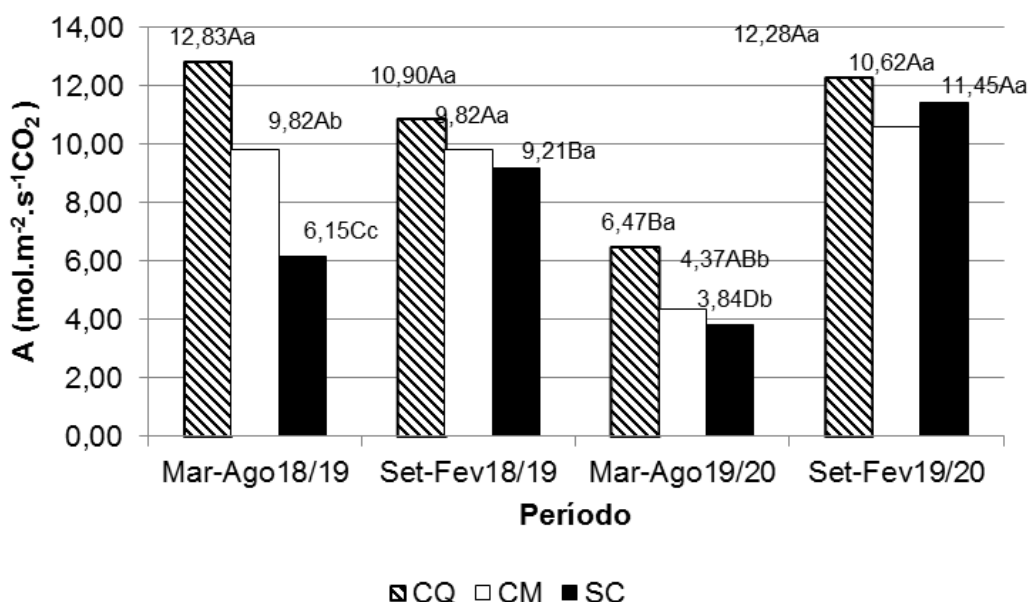


Figura 32. Desdobramento da interação da Fotossíntese ($A - \text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{CO}_2$) foliar de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SC). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A competição pode ter influenciado a disponibilidade de água para as limeiras em competição, provocando o fechamento dos estômatos, o que reduziu a condutância estomática, a taxa transpiratória e, por conseguinte, a taxa fotossintética. Na avaliação durante o período seco (M-A) da safra 2019/2020 as limeiras apresentaram as piores taxas fotossintéticas, provavelmente devido ao maior déficit hídrico apresentado nesse período. Sob condições de déficit hídrico, ocorre o fechamento estomático, além disso, podem ocorrer limitações em componentes não estomáticos, com danos nos centros de reação do fotossistema II, os quais podem apresentar reversão parcial após reidratação (Angelopoulos et al., 1996).

A condutância estomática não apresentou interação significativa entre os períodos e os manejos adotados (Figura 33), entretanto ambos apresentaram efeitos significativos sobre a mesma, sendo maior no período chuvoso da safra 2019/2020 e

menor no período seco da mesma safra. A condutância estomática é maior nos períodos chuvosos que nos períodos secos. A maior umidade do ar e a maior disponibilidade hídrica permite maior abertura estomática. Entre os manejos, as plantas manejadas com glifosato apresentaram condutância estomática significativamente maior que as demais, provavelmente devido ao efeito da cobertura morta de plantas daninhas na conservação da umidade do solo. O movimento de abertura e fechamento dos estômatos depende de uma série de fatores, como radiação solar, nível de CO_2 no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor do ar), potencial hídrico e outros de menor magnitude, como vento, substâncias de crescimento, ritmos endógenos próprios de cada espécie, idade da folha, nutrição e doenças (Jones, 1992; Vargas et al., 2005; Ferreira et al., 2006).

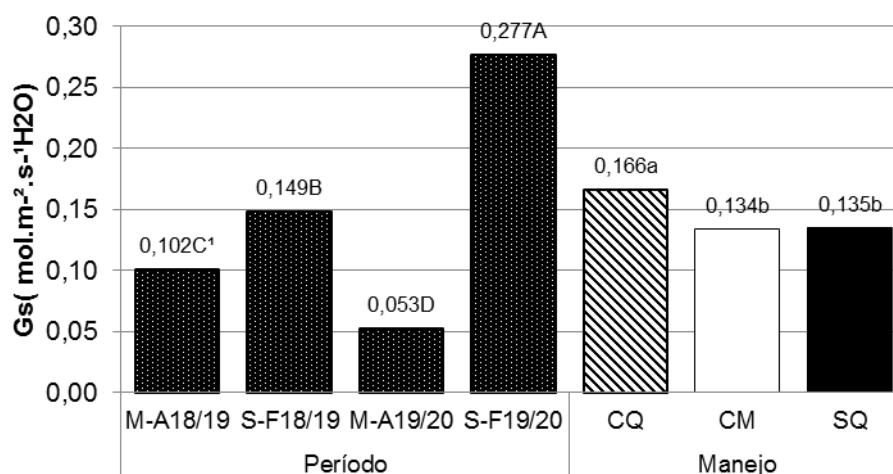


Figura 33. Condutância estomática ($\text{gs} - \text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}.\text{H}_2\text{O}$) foliar de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A transpiração foi afetada significativamente pelo período e pelos manejos das plantas daninhas, porém não apresentou interação entre esses fatores (Figura 34). A maior transpiração foi detectada na análise referente ao período seco da safra 2018/2019 e a menor no período seco da safra 2019/2020. A transpiração na época seca da safra 2018/2019 não diferiu significativamente da transpiração no período

chuvoso da mesma safra. Essa elevada transpiração média no período M-A18/19 está relacionada principalmente às plantas manejadas com glifosato nesse período. As plantas jovens de lima ácida Tahiti, por possuírem sistema radicular menos desenvolvido, foram bastante dependentes da conservação da umidade superficial do solo proporcionada pela cobertura morta de plantas daninhas e, assim como para a condutância estomática, as plantas manejadas com glifosato na projeção da copa apresentaram maior transpiração que as plantas sob os outros manejos. Porém com o passar do tempo e o desenvolvimento do sistema radicular das limeiras, a dependência da umidade nas camadas superficiais do solo diminui, bem como diminui a importância do manejo adotado. Para a safra 2019/2020 houve uma seca mais severa e longa antes da realização das análises logo, o decréscimo prolongado da água disponível no solo pode culminar em danos irreversíveis aos tecidos foliares, pois à medida que a disponibilidade de água para a planta diminui, a transpiração é reduzida, a senescência é acelerada e as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão. As restrições estomáticas no suprimento de CO_2 , pela falta de água, podem provocar limitações em componentes não estomáticos, com danos nos centros de reação do fotossistema II (Cruz et al, 2009).

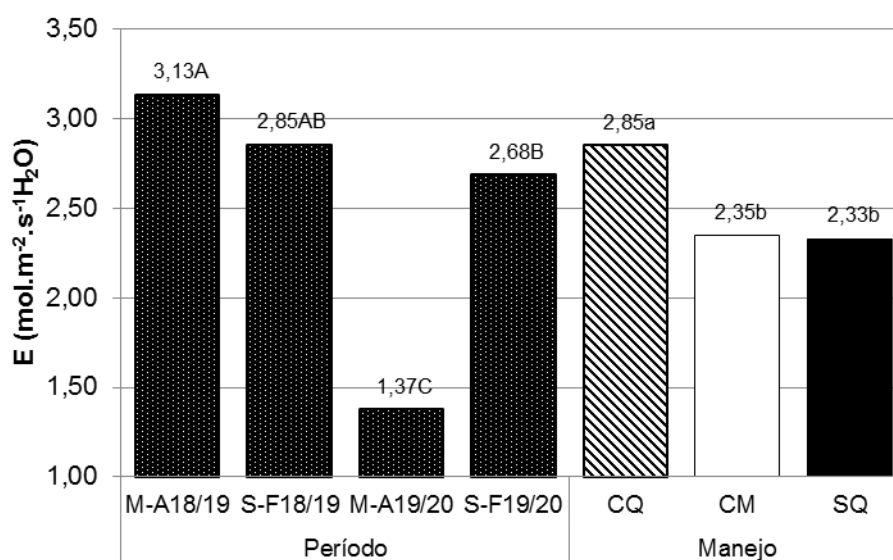


Figura 34. Transpiração ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) foliar de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A relação entre a fotossíntese e a transpiração define a eficiência do uso da água, sendo utilizada para demonstrar a capacidade que os vegetais têm de absorver e assimilar CO_2 em detrimento da perda de água através de vapor (Sant'Anna, 2009). O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO_2 para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração, com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (Concenção et al., 2007). Houve interação significativa entre os períodos e os manejos de plantas daninhas adotados (Figura 35), porém nos períodos chuvosos de ambas as safras não houve diferença entre os manejos. No período seco de 2018/2019 o controle mecânico por capina das plantas daninhas proporcionou às limeiras maior eficiência do uso da água enquanto que a competição com as plantas daninhas proporcionou a menor eficiência. No período seco da safra 2019/2020, o manejo mais eficiente foi o controle químico com glifosato em relação aos demais. Isso se deve a manutenção de elevadas taxas de fotossíntese, mesmo com menores taxas transpiratórias e fechamento estomatal. Embora sejam plantas de metabolismo C_3 , os citros apresentam altos valores de eficiência do uso da água em comparação com outras espécies herbáceas (Medina et al., 1999).

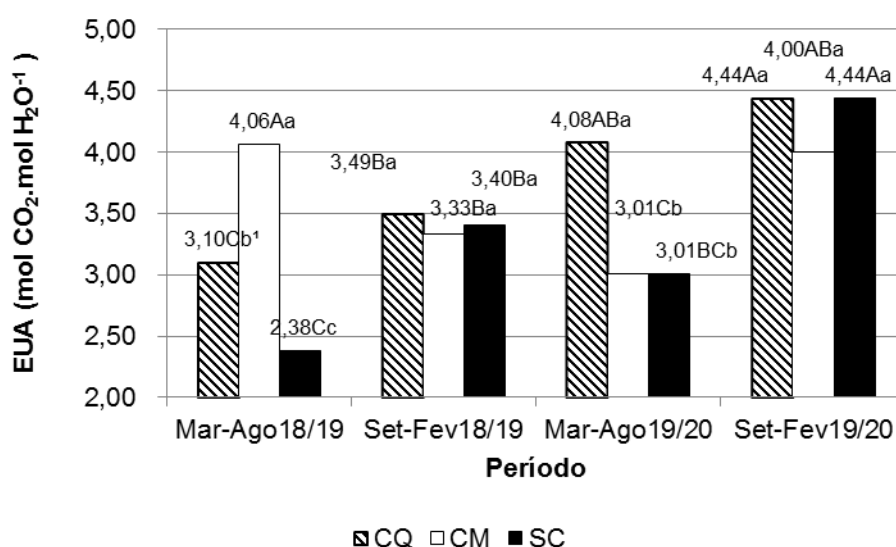


Figura 35. Desdobramento da interação da Eficiência do Uso da Água de lima ácida Tahiti em 4 períodos e 3 manejos de plantas daninhas na área de

projeção da copa das plantas (controle químico com glifosato – CQ, controle mecânico – CM e sem controle – SQ). ¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (Períodos) e minúsculas (Manejos) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES

Com os resultados deste trabalho conclui-se que:

- Houve uma mudança na comunidade infestante da área devido aos tratamentos culturais intrínsecos a um pomar e pelo próprio manejo de plantas daninhas, com o aumento da importância de espécies perenes e surgimento de espécies tolerantes e resistentes ao glifosato. Ao final da safra 2019/2020 as espécies de maior importância sob a copa das lideiras foram o capim colônião (*Urochloa máxima*), a guaxuma (*Sida glaziovii*) e o capim amargoso (*Digitaria insularis*).

- Os arranjos temporais de convívio e controle de plantas daninhas afetaram de maneiras diferentes as características produtivas, qualitativas, biométricas, bioquímicas e fisiológicas das lideiras. Quanto menor o tempo consecutivo de convivência com as plantas daninhas menores as perdas em relação aos arranjos sem convívio, portanto os arranjos com 3 meses de convívio com as plantas daninhas (arranjos 2, 5, 9 e 10) foram os que apresentaram menores perdas em produtividade e qualidade em relação às testemunhas sem convívio com as plantas daninhas.

- A seleção do manejo de plantas daninhas adotados em diferentes épocas também afeta de maneira diferente as características produtivas, qualitativas, bioquímicas e fisiológicas das lideiras. Nos períodos secos o efeito da cobertura morta proporcionada pelo uso do controle químico é importante para manutenção da produtividade, esse efeito é mais intenso em plantas jovens, com sistemas radiculares pouco profundos. Em plantas mais velhas, os melhores resultados advêm do uso da capina, seja pelo efeito da deriva sistemática do herbicida, seja pela competição com espécies tolerantes/resistentes ao glifosato.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABOUZIENA, H. F., HAFEZ, O. M., EL-METWALLY, I. M., SHARMA, S. D., & SINGH, M. (2008) Comparison of weed suppression and mandarin fruit yield and quality obtained with organic mulches, synthetic mulches, cultivation, and glyphosate. **HortScience** 43(3): 795-799.

ADEGAS, F. S., OLIVEIRA, M. F., VIEIRA, O. V., PRETE, C. E. C., GAZZIERO, D. L. P., & VOLL, E.. (2010) Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha** 28(4): 705-716.

AGOSTINETTO, D., RIGOLI, R. P., SCHAEDELER, C. E., TIRONI, S. P., & SANTOS, L. S. (2008) Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta daninha** 26(2): 271-278.

ALLEN, R. D. (1995) Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. **Plant physiology**, 107(4):1049.

ALMEIDA, K. S. S. A.; PAZ, V. P. S.; SOUZA, L. S.; COELHO FILHO, M. A.; HOCES, E. H. (2018) Balanço De Água Em Solo Cultivado Sob Pomar Adensado De Laranja 'Pêra' Enxertada Em Diferentes Porta-Enxertos. **Irriga** 23(2): 235-248.

ALVARENGA DE, C. B., TEIXEIRA, M. M., ZOLNIER, S., CECON, P. R., DE SIQUEIRA, D. L., & RODRIGUÊS, D. E. (2014) Efeito da morfometria da laranjeira na pulverização hidropneumática. **Revista Agro@mbiente On-line** 8(1): 49-58 .

ALVES JÚNIOR, J. (2006) **Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácidaTahitia diferentes níveis de irrigação**. 100f. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Piracicaba.

AMARAL, C. L. D., PAVAN, G. B., SOUZA, M. C. D., MARTINS, J. V. F., & ALVES, P. L. D. C. A. (2015) Relações de interferência entre plantas daninhas e a cultura do grão-de-bico. **Bioscience Journal** 31(1):37-46.

ANGELOPOULOS, K.; DICHIO, B.; XILOYANNIS, C. (1996) Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. **Journal of experimental botany** 47(8):1093-1100.

ASHRAF, M.; AKRAM, N.A.; ALQURAINY, F.; FOOLAD, M.R. (2011) Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. **In Advances in Agronomy** 111:249-296.

ATTRIDGE, T. H. (1990) **Light and plant responses**. London: Edward Arnold, 148p.

AZANIA, C. A. M., MARQUES, R. P., AZANIA, A. A. P. M., ROLIM, J. C. (2009) Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). **Planta daninha** 27(1): 23-27.

AZEVEDO F.A., DUVARESCH D.L., MARTINELLI R., AGUILLERA D.F.F., SILVA B.M.P., SILVEIRA N.M., BINOTI R.M. (2014) Manejo da cobertura do solo na citricultura brasileira. **Citrus Research and Technology** 35(2): 85- 95.

BAKER, N. R., ROSENQVIST, E. (2004) Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany** 55(403):1607-1621.

BAKER, N.R.. (1993) Light-use efficiency and photoinhibition of photosynthesis in plants under environmental stress. In: Smith JAC, Griffiths H (eds.), **Water deficits plant responses from cell to community**, Oxford: Bios Scientific Publisher, p.221-235.

BAKSHI, P., WALI, V. K., IQBAL, M., JASROTIA, A., KOUR, K., AHMED, R., & BAKSHI, M. (2015) Sustainable fruit production by soil moisture conservation with different mulches: A review. **African Journal of Agricultural Research** 10(52), 4718-4729.

BAPTISTELLA, C.S.L; COELHO, P.J; CASE, D.V. (2014) A cultura do limão no Estado de São Paulo, 2009-2013. **Informações Econômicas** 44(3): 21-35.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. (2015) **Experimentação agrônômica e AgroEstat®: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos** [software]. UNESP-Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

BARROS, S. D; RODRIGUES, J; RODRIGUES, S; PEDRAS, J. (1991) Efeito do ácido giberélico e do uniconazole na fisiologia pós-colheita do limão Tahiti(*Citrus latifolia* Tanaka). **Revista Brasileira de Fruticultura** 13(3): 223-226.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. (2014) Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário** 35(281):36-45.

BATES, L. S; WALDREN, R. P; TEA, D. I. Rapid determination of free proline for water-stress studies. (1973) **Plant and Soil** 39(1):205-207.

BENVENGA, S. R., GRAVENA, S., Da SILVA, J. L., JUNIOR, N. A., AMORIM, L. C. S. (2017) Practical management of orthezia scale in citrus orchards. **Citrus Research & Technology** 32:39-52.

BIANCHI, C. A. M., BERGONCI, J. I., BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., HECKLER, B. M. M., COMIRAN, F. (2007) Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. **Ciência Rural** 37(2):315-322.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L.C. (2006) Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. **Bragantia** 65(4):623-632.

BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; PERECIN, D.. (2001) Estimativa da área foliar de *Panicum maximum* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta daninha** 19(2):217-221.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. (1993). Chlorophyll meter readings in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 24:2507-2516.

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

BLANCO, H.G. (1972) A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **Biológico** 38(10): 343-350.

BLUMER, S. (2005) **Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 118f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – ESALQ Piracicaba.

BORDIGNON, R., MEDINA FILHO, H.P., SIQUEIRA, W.J., PIO, R.M. (2003) Características da laranjeira Valência sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes a tristeza. **Bragantia** 62:381–395.

BORTOLAZZO, E. D. (2002) **Efeitos da área de controle das plantas daninhas (coroamento ou faixa) no desenvolvimento inicial de tangerina 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco)**. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - ESALQ, Piracicaba.

BRESSANIN, F. N; JAYME NETO, N; MARTINS, J. F; MARTINS, J. V. F.; ALVES, P. L. C. A. (2014) Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate + clorimuron-etílico em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas** 13:68-72.

BRODRIBB, T. J.; HILL, R.S. (2000) Increases in water potential gradient reduce xylem conductivity in whole plants. Evidence from a low-pressure conductivity method. **Plant Physiology** 123(3):1021-1028.

CABRERA, R. A. D. (2007) **Uso de boro e palhada no manejo sustentável e produção de citrus [*Citrus sinensis*] (L.) Osbeck]**, 97f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – CENA – USP, Piracicaba.

CARVALHO, J. E. B. D., CALDAS, R. C., CARDOSO, S. S, COSTANETO, A. O. (1993) Influência das épocas de controle das plantas daninhas na produção de laranja pera. **Planta daninha** 11(1-2): 49-54.

CARVALHO, J.E.B; NEVES, C.S.V.J; MENEGUCCI, J.L.P; SILVA, J.A.A. Práticas culturais (2005) In: MATTOS JR, D; De NEGRI, J.D; PIO, R.M.

POMPEU JR. J. (Eds). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, p.569-584.

CARVALHO, L. B.; ROJANO-DELGADO, A. M.; ALVES, P. L. C. A.; DE PRADO, R. (2013) Differential content of glyphosate and its metabolites in *Digitaria insularis* biotypes. **Communications in Plant Sciences** 3(3-4):17-20.

CARVALHO, L. B; ALVES, P. L. C. A; GONZÁLEZ-TORRALVA, F; CRUZHIPOLITO, H. E; ROJANO-DELGADO, A. M.; DE PRADO, R; GIL-HUMANES, J; BARRO, F; LUQUE DE CASTRO, M. D. (2012) Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 60(2):615-622.

CARVALHO, L.M; CARVALHO, H.W.L; FILHO, W.S.S; MARTINS, C.R; PASSOS, O.S. (2016) Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51(2):132-141.

CARVALHO, L. B.de, COSTA AGUIAR ALVES, P. L. dA, BIANCO, S., De PRADO, R. (2012) Physiological dose response of coffee (*Coffea arabica* L.) plants to glyphosate depends on growth stage. **Chilean Journal of Agricultural Research** 72(2):182-187.

CARVALHO, R de. (2003) **Variabilidade cromossômica e relação entre espécies e cultivares de Citrus**. 132p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Centro de Ciências Biológicas – UFPE, Recife.

CARVALHO, S. J. P., LÓPEZ-OVEJERO, R. F., NICOLAI, M., CHRISTOFFOLETI, P. J. (2005) Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha** 23(4):603-609.

CARVALHO, W.S.G. (2017) **Eficiência produtiva e porte de cultivares de citros enxertadas sobre os porta-enxertos limoeiro 'cravo' e 'flying dragon', em cultivo irrigado**. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Norte Fluminense – Campos do Goytacazes – RJ.

CHAMBLEE, R. W.; THOMPSON JR, L.; COBLE, H. D. (1982) Interference of broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Weed Science** 30:45-49.

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

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. (2005) **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 735 p.

COELHO, Y.S. (1993) **Lima ácida Tahiti para exportação: aspecto técnico da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 35p.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; GALON, L.; REIS, M.R.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D. (2008) Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha** 26:595-600.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; VIANA, R.G.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; FIALHO, C.M.T. (2007) Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta Daninha** 25(3):449-455.

CORNIANI, N., ARALDI, R., & DALMAGO, G. (2006) Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, CD-ROM.

COSTA, G. F. da; MARENCO, R. A. (2007) Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica** 37(2):229-234.

CRUSE, R. R., WIEGAND, C. L., SWANSON, W. A. (1982) The effect of rainfall and irrigation management on citrus juice quality in Texas. **Journal of American Society of Horticulture Science** 107(1):767-70.

CRUZ, D. L. S. (2009) **Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima**. Nota Técnica 3(1):58-63.

CRUZ, M. D. C. M. D, SIQUEIRA, D. L. D., SALOMÃO, L. C. C., CECON, P. R. (2009) Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida Tahiti submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31(3):896-901.

CVIKROVÁ, M.; GEMPERLOVÁ, L.; MARTINCOVÁ, O.; VANKOVÁ, R. (2013) Effect of drought and combined drought and heat stress on polyamine metabolism in proline overproducing tobacco plants. **Plant Physiology and Biochemistry** 73:7-15.

DINARDO, W, DE TOLEDO, R. E. B., DA COSTA AGUIAR ALVES, P. L., PITELLI, R. A. (2003) Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis/Forest Sciences** 64: 59-68.

DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C. (2002) **Manejo de plantas daninhas em pomares cítricos**. Bebedouro:EECB. 53p.

DURIGAN, J. C; PITELLI, R. A. (1994) A importância das plantas daninhas no manejo integrado de pragas da cultura de citros. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-MIP, **Anais...** 3: 277-290.

EPPO (2020) **EPPO Global Database** (available online). <https://gd.eppo.int>.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2018) **Faostat**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/> . Acesso em outubro/2018.

FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F. S.; REIS, L. A. C. (2011) Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. **Revista Trópica** 5(1):39-47.

FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; OLIVEIRA, J. A.; VARGAS, L. (2006) Translocação do glyphosate em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha** 24(2):365-370.

FIGUEIREDO, J. O. de. (1991) Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F; POMPEU JÚNIOR, J; AMARO, A.A. (coord). **Citricultura brasileira**. Campinas : Fundação Cargill. p. 228 – 264.

FIGUEIREDO, J. O, STUCHI, E. S., DONADIO, L. C., SEMPIONATO, O. R. (2002) Porta-enxertos para a lima ácida-Tahitina região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24:155-159.

FIGUEIREDO, J.O; DONADIO, L. C; POMPEU JÚNIOR, J; TEÓFILO SOBRINHO, J; PIO, R. M; VAZ FILHO, D; STUCHI, E. S; SEMPIONATO, O. R; DOMINGUES, E. T. (1996) Comportamento de 11 porta-enxertos para o limão-Taiti na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 15(3):345 – 351.

FIGUEIREDO. J.O.; NEGRI, J.D; MATTOS JUNIOR, D.;PIO, R.M; LARANJEIRA, F.F.; GARCIA, V.X.P. (2005) Comportamento de catorze porta-enxertos para o limão eureka km 47 na região de Araraquara-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 27:73-76.

FILIPPOU, P.; BOUCHAGIER, P.; SKOTTI, E.; FOTOPOULOS, V. (2014) Proline and reactive oxygen/nitrogen species metabolism is involved in the tolerant response of the invasive plant species *Ailanthus altissima* to drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany** 97:1-10.

GALON, L., FERREIRA, E. A., ASPIAZÚ, I., CONCENÇO, G., SILVA, A. F., SILVA, A. A., VARGAS, L. (2013) Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha** 31:193-201.

GALON, L.; FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; CONCENÇO, G; FERREIRA, E.A.; BARBOSA, M.H.P.; SILVA, A.F.I; ASPIAZÚ, I; FRANÇA, A.C.; TIRONI, S.P. (2010) Influência de herbicidas na atividade fotossintética de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta daninha** 28(3):591-597.

GERMINI, G.A. (1988) **Herbicidas: Indicações básicas**. Fundação Cargill. 334p.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C. (2011) Aplicação do método científico em estudos fitossociológicos no Brasil: em busca de um paradigma. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil; métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p. 23-43.

GONÇALVES, G., CARVALHO, J., GARCIA, M., GAMA, L., AZEVEDO, C., SILVA, J. (2018) Períodos de Interferência de Plantas Daninhas na Cultura da Laranjeira. **Planta Daninha** 36.

HAUSER, E.W.; BUCHANAN, G.A.; ETHREDGE, W.J. (1976) Competition of Florida beggarweed and sicklepod with peanut. II. Effects of cultivation weeds and SADH. **Weed Science** 24:29-39.

HESS, F.D., (1994) Mechanism of Action of Inhibitors of Amino Acid Biosynthesis. **Herbicide Action: An Intensive Course on the Activity, Selectivity, Behavior and Fate of Herbicides in Plants and Soil**. Purdue University, pp. 344–365.

HSIAO, T.C. (1973) Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 24: 519-570.

HUMBLE, G. D.; HSIAO, T. C. (1970) Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. **Plant Physiology** 46(3):483-487.

IBGE. (2018) Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02/10/2018.

JAKELAITIS, A; SILVA, A. A; FERREIRA, L. R; SILVA, A. F; PEREIRA, J. L; VIANA, R. G. (2005) Effects of herbicides on corn and *Brachiaria brizantha* intercropping. **Planta Daninha** 23(1):69-78.

JOMORI, M.L.L. (2005) **Resistência de lima ácida Tahiti à baixa temperatura: tratamentos térmicos e envolvimento do etileno**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

JONES, H. G. (1992) **Plants and microclimate**. 2 ed. Cambridge: University Press, 428 p.

JORDAN, L. S. (1983) Weeds affect citrus growth, physiology, yield, fruit quality. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, 1981 2:481-483.

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

KAVALIAUSKAITÉ, D; BOBINAS, Č. (2006) Determination of weed competition critical period in red beet. **Agronomy research** 4(Special Issue):217-220. .

KISSMANN, K.G. & D. GROTH. (1997) **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo II 978p.

KOZLOWSKI, L. A; JÚNIOR, P. R; PURISSIMO, C; DAROS, E; KOEHLER, H. S. (2002) Critical period of weed interference in the common bean crop under direct seeding system. **Planta daninha** 20(2):213-220.

LEITE JR, R.P; MOHAN, S.K. (1990) Integrated management of citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in the State of Paraná, Brazil. **Crop protection** 9: 3-7.

LEMERLE, D.; GIL, G.S.; MURPHY, C.E.; WALKER, S.R.; COUSENS, R.D.; MOKHTARI, S.; PELTZER, S.J.; COLEMAN, R.; LUCKETT, D.J. (2001) Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. **Australian Journal of Agricultural Research** 52(5):527-548.

LOPES, J.M.S; DÉO, T.F.G; ANDRADE, B.J.M; GIROTO, M; FELIPE, A.L.S; JUNIOR, C.E.I; BUENO, C.E.M.S; SILVA, T.F; LIMA, F.C.C. (2011) Importância econômica do citros no Brasil. **Revista Científica de Agronomia** 2(2):1-4.

LORENZI, H. (2008) **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 640p.

LUCHETTI, M.A; MATTOS Jr, D; DE NEGRI, J.D; FIGUEREDO, J.O. (2003) Aspectos gerais e distribuição de cultivo. In: MATTOS JR, D; DE NEGRI, J.D; FIGUEIREDO, J.O. (Ed.). **Lima Ácida Tahiti**, Campinas: **IAC** 1, 1-12 p.

MACHADO, C. C.; COELHO, R. D. (2000) Distribution of 'rangpur' lime rootstock's root system under Tahitiacid lime. **Laranja** 21(3):359-380.

MACHADO, E. C., SCHMIDT, P. T., MEDINA, C. L., RIBEIRO, R. V. (2005) Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 40(12):1161-1170.

MAIA, O.M.A.; OLIVEIRA, C. A.L. (2004) Capacidade de colonização de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cercas-vivas, quebra-ventos e plantas invasoras. **Neotropical Entomology** 33(5):625-629.

MARENCO, R.A.; SIEBKE, K.; FARQUHAR, G.D., BALL, M.C. (2006) Hydraulically based stomatal oscillations and stomatal patchiness in *Gossypium hirsutum*. **Functional Plant Biology** 33(12): 1103-1113.

MARQUES, R. N., TEIXEIRA, D. C., YAMAMOTO, P. T., LOPES, J. R. S. (2012) Weedy Hosts and Prevalence of Potential Leafhopper Vectors (Hemiptera: Cicadellidae): of a Phytoplasma (16SrIX group) Associated With Huanglongbing Symptoms in Citrus Groves. **Journal of Economic Entomology** 105(2):329-337.

MARTINELLI R. (2017) **Mulch de braquiária (*Urochloa spp.*): opção de manejo integrado de plantas daninhas em citros**. 90f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, Campinas-SP.

MARTINELLI, R., MONQUERO, P. A., FONTANETTI, A., CONCEIÇÃO, P. M., AZEVEDO, F. A (2017) Ecological Mowing: An Option for Sustainable Weed Management in Young Citrus Orchards. **Weed Technology** 31:260–268.

MARTINELLI, R.; LICERRE, R; RUFINO, JR. L.R; CAMATARI, Y; AZEVEDO F.A. (2018) Roçagem ecológica com *Urochloa spp.*: opção de manejo integrado de plantas daninhas que promove a agricultura de conservação em citros. **Innovations Agronomiques** 64:19-29.

MARVEL, J.N., BEYROUTY, C.A., GBUR, E.E. (1992) Response of soybean growth to root and canopy competition. **Crop Science** 32(3):797-801.

MATALLO, M.B. (2010) Monitoramento do ácido chiquímico no manejo de plantas daninhas com glifosato em pomar comercial de citros. **Arquivo Instituto Biológico** 77(2):355-358.

MATOS C.da C.; FIALHO M T; FERREIRA,E. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A. da; SANTOS, J. B. dos; FRANÇA, A. C., GALO L. (2013) Características fisiológicas do cafeeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal** 29(5):1111-1119.

MCNAUGHTON, S. J.; WOLF, L. L. (1973) **General Ecology**. Holt, Rinehard and Winston. Inc., New York. 84p.

MEDINA C.L., RENA A.B., SIQUEIRA D.L., MACHADO E.C.(2005) Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR D., DE NEGRI J.D., PIO R.M., POMPEU JUNIOR J (Eds.) **Citros**. Campinas SP. Instituto Agrônômico e Fundag, Cap. 7, 147-195 p.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. de M. de A. (1999) Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 11:29-34.

MENDEL, K. (1956) Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Records Of The Agricultural Research Station** 6:35-38.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A (2007) Teores de clorofilas e carotenóides na cana-de-açúcar submetida à aplicação de maturadores. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, p. 296-298. 1 CD-ROM.

MESSINGER, S.M., BUCKLEY, T.N., MOTT, K.A. (2006) Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiology** 140: 771–778.

MIRANDA, M.N; CAMPELO JUNIOR, J.H. (2010) Desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Colorado do Oeste, RO. **Revista Ceres**. 57(6):787-794.

MONTEIRO, G.F.P. (2011) **Período Crítico de Interferência De Plantas Daninhas na Cultura dos Citros No Município De Manaus**. 50f. 2011. Dissertação

(Mestrado em Agronomia Tropical) — Universidade Federal do Amazonas – Manaus, AM.

MORO, A.B., F; MORO, E. (2015) Relação hídrica e teor de clorofila em dois cultivares de arroz submetido à deficiência hídrica e adubação silicatada **Irriga** 20(3):570-586.

MORTON, J. (1987) Tahiti Lime. In: Morton, J.F. **Fruits of warm climates**. FL. 172–175 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. (1974) **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 547 p.

NASCENTE, A.C.S; ANJOS, R.A.R; SANTOS, P.G.F; MENDES, L.W.A; CUSTÓDIO, J.P.C; JÚNIOR, H.D.T; SILVEIRA, P.S; MATOS, F.S. (2015) Productivity of *Citrus latifolia* plants subjected to branch girdling. **African Journal of Agricultural Research** 10(46):4209-4214.

NEVES, C.S.V. J.; MURATA, I. M., STENZEL, N.M.C.; MEDINA, C. DE C.; BORGES, A. V.; OKUMOTO, S.H.; LEE, R.H.C.; KANAI, H.T. (2004) Root distribution of rootstocks for Tahiti lime. **Scientia Agricola** 61(1): 94-99.

NEVES, M. F., TROMBIN, V. G. (2017). **Anuário da citricultura 2017**. São Paulo: CitrusBR.

NOLTE, K. D; HANSON, A. D; GAGE, D. A. (1997) Proline accumulation and methylation to proline betaine in Citrus: implications for genetic engineering of stress resistance. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 122(1):8-13.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (1976) **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1:317p.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. (2008) Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 26(1):33-46.

PATRIGNANI, A., OCHSNER, T. E. (2015). Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. **Agronomy Journal**, 107(6), 2312-2320.

PATTERSON, D. T. (1985) Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: DUKE, S.O. (ed.) **Weed Physiology** CRC Press: Boca Raton, FL. p. 101-129.

PATTERSON, D.T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.483-490, 1995.

PITELLI, R. A. (1987) **Efeitos de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas no crescimento, nutrição mineral, e na produtividade da cultura da cebola (*Allium cepa* L.)**. 140 f. Tese (Livre Docência em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PITELLI, R. A. (2000) Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb** 1(2), 17.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. (2004) Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 29-56.

PITELLI, R.A. (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário** 11(129):16-27.

POMPEU JR, J. (2005) Porta-enxertos. In: MATTOS JR, D., DE NEGRI, J. D., PIO, R. M., POMPEU JR, J. (Eds) **Citros**, Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 61- 104.

PORTELLA, C.R; MARINHO, C.S; AMARAL, B.D; CARVALHO, W.S.G; CAMPOS, G.S; Da SILVA, M.P.S; De SOUSA, M.C. (2016) Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliateiro 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo', em fase de formação do pomar. **Bragantia** 75(1):70-75.

POSPISILOVÁ, J.; SANTRUCEK, J. (1994) Stomatal patchiness. **Biologia Plantarum** 36(4): 481-510.

RADOSEVICH, S., HOLT, J., GHERSA, C. W.(1997) **Weed ecology: implications for management**. New York : John Willey,. Cap.6: Physiological aspects of competition: p.217-301.

RAMOS, J. D.; PIO, R.; RUFINI, J.C.M.; DO VALE, M.R. (2002) **Recomendações básicas para o cultivo da lima ácida Tahiti**. UFLA:Lavras-MG (Boletim de Extensão). 33p.

RASCHKE, K. (1979) Movements using turgor mechanisms: Movements of stomata. In: HAUPT, W.; FEINLEIB, M.E. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology** Springer-Verlag. p. 383-441.

RATNAYAKA, H.H; MOLIN, W.T; STERLING, T.M. (2003) Physiological and antioxidant responses of cotton and spurred anoda under interference and mild drought. **Journal of Experimental Botany** 54(391):2293-2305.

REUTHER, W; RIOS-CASTAÑO, D. (1969) Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Colombia. In: **Proc. First Intl. Citrus Symp.** p. 277-300.

RIZZARDI, M.A; FLECK, N.G; VIDAL R.A; MEROTTO JR., A; AGOSTINETTO, D. (2001) Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural** 31(4):707-714.

RODRIGUEZ, O. (1969) Problemas de ervas daninhas em pomares cítricos no Estado de São Paulo. In: Congresso Nacional de Botânica, 20, 1969, Goiânia. **Anais...** Goiânia:. p. 19-23.

RONCHI, C.P; TERRA, A.A; SILVA. A.A; FERREIRA, L.R. (2003) Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha** 21(2):219-22.

ROYAL, S. S., BRECKE, B. J., SHOKES, F. M., & COLVIN, D. L. (1997) Influence of broadleaf weeds on chlorothalonil deposition, foliar disease incidence, and peanut (*Arachis hypogaeae*) yield. **Weed Technology** 11(1):51-58.

SALGADO, T. P; PITELLI, R. A; ALVES, P. L. C. A; SALVADOR, F. L; NUNES, A. S. (2006) Efeitos da adubação fosfatada nas relações de interferência inicial entre plantas de milho (*Zea mays*) e de tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha** 24(1):37-44.

SANT'ANNA, H.L.S. (2009) **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Cruz das Almas.

SANTIN, C. O., GALON, L., ANDRES, A., FORTES, C. T., NONEMACHER, F., ROSSETO, E. D. O., DA SILVA, A. F (2019) Interação competitiva de sorgo sacarino com guanxuma In: Reunião Técnica Sul-Brasileira De Pesquisa De Milho E Sorgo, 1: **Anais...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

SANTOS, J. P dos; DAL SOGLIO, F. K.; REDAELLI, L. R. (2006) Plantas hospedeiras de dípteros minadores em pomar de citros em Montenegro, RS. **Arquivos do Instituto Biológico** 73(2):235-241.

SANTOS, J.I; AMARAL, C.L; ALVES, P.L.C.A; GASPARINO, E.C. (2016) Can light intensity influence the tolerance of *Synedrellopsis grisebachii* to glyphosate? **Weed Biology and Management** 16(1):1 - 15.

SECEX –Secretaria de Comercio Exterior. (2018) **ComexStat**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br>. Acesso em: 13 nov.

SEMPIONATO, O.R; STUCHI, E.S; DONADIO, L.C. (1997) **Viveiro de citros**(Boletim Citrícola, 2), Jaboticabal: FUNEP, 37p.

SHAFAGH-KOLVANAGH, J; ZEHTAB-SALMASI, S; JAVANSHIR, A; MOGHADDAM, M; NASAB, A.D.M. (2008) Effects of nitrogen and duration of weed interference on grain yield and SPAD (chlorophyll) value of soybean (*Glycine max* (L.) Merril.). **Journal of Food Agriculture and the Environment** 6(3-4):368-373.

SILVA, M. V. P. P., DE SOUZA, R. C., SOUZA, F. C., REIS, L. S., & PEREIRA, J. C. (2015) Aplicação de herbicidas em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar para o controle de espécies da família Convolvulaceae. **Revista Agro@mbiente On-line** 9(2):184-193.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; NETO, A.D.A.; BRITO, J.Z.; CABRAL, E.L.. (2004) Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** 59(2):201-205.

SILVA, M.A., SANTOS, C. M., VITORINO, H.S., & DE RHEIN, A. F.L. (2014) Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal** 30(1): 173-181.

SILVA, M.R.M; DURIGAN, J.C. (2006) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. **Planta Daninha** 24(4):685-694.

SILVA, P. R., FRANCISCO, V. L. F. S., BAPTISTELLA, C. D. S. L (2008) Caracterização da cultura do limão no Estado de São Paulo 2001–2007. **Informações Econômicas** 38(7):24-31.

SOARES, M. B. B.; FINOTO, E.L. (2017) Capim amargoso resistente a glifosato na região centro norte de São Paulo já é uma realidade. **Pesquisa & Tecnologia** 14:1-6.

SOUZA, M. J. H. (2001) **Análises do manejo de água, graus-dia, radiação interceptada e produtividade na lima ácida Tahiti**. 94p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.110p.

SPIEGEL-ROY ,P., GOLDSCHMIDT, E.E. (1996) **Biology of Citrus**, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 230p.

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.

STUCHI, E.S., CYRILLO, F.L.L. (1998) **Lima ácida Tahiti** (Boletim Citrícola, 6). Jaboticabal: Funep,. 35p.

TEIXEIRA, A. L., GONÇALVES, F. M. A., REZENDE, J. C. D., ROCHA, R. B., PEREIRA, A. A. (2013) Análise de componentes principais em caracteres morfológicos de café arábica em estágio juvenil. **Coffee Science** 8(2):205-210.

THORTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. (1955) New Jersey: Drexellnstituteof Technology; 104p.

TOTH, J.; MORRISON, G. (1977) Glyphosate drift damages fruit trees. **Agricultural Gazette of New South Wales** 88:44-45.

TROVATO, M.; MATTIOLI, R.; COSTANTINO, P. (2008) Multiple roles of proline in plant stress tolerance and development. **Rendiconti Lincei** 19:325-346.

TUFFI SANTOS, L. D., FERREIRA, F. A., MEIRA, R. M. S. A., BARROS, N. F., FERREIRA, L. R., MACHADO, A. F. L. (2005) Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glifosato. **Planta Daninha** 23(1):133-142.

TUFFI SANTOS, L. D., MEIRA, R. M. S. A., FERREIRA, F. A., SANT'ANNA-SANTOS, B. F., & FERREIRA, L. R. (2007) Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. **Environmental and Experimental Botany** 59(1);11-20.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; RIZZARDI, M. A.; SILVA, V. C. (2005) Alteração das características biológicas dos biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glifosato. **Planta Daninha** 23(1):153-160.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. (2008) Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids** 35:753-759.

VICTORIA FILHO, R. (1988) Uso de Herbicida em citros: benefícios e problemas. **Revista Laranja** 9:445-464.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. (1995) Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de herbicidas. I. Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 30(12): 1387-1396.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R.; BARBOSA, J.C. (2002) Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24(2): 436-441.

WILSON, R.G. (1988) Biology of weed seeds in the soil. In: ALTIERI, M.L. & LIEBMAN, M. (ed.) **Weed management in agroecosystem: Ecological Approaches**. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL., p.25-39.

YAMADA, T.; CASTRO, PR de C. (2007) Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **Informações Agronômicas** 119:1-32.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. (2004) Competição entre espécies de plantas—Uma revisão. **Revista da FZVA** 11(1):10-30.

ZIMDAHL, R.L. **Weed-Crop Competition**. A Review. International (1980) Plant Protect Center:Oregon State University, Corvallis. 195 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acompanhamento da evolução da comunidade infestante do pomar de lima ácida Tahiti permitiu ter uma visão das mudanças causadas seja pelas características intrínsecas aos pomares como a falta de revolvimento do solo por longos períodos, sombreamento pelas limeiras que selecionam plantas aptas a viverem nessas condições como o capim colônia, as guanxumas e as cordas de viola, seja pelos tratamentos culturais adotados, com a perda de importância de espécies associadas ao sistema de pastagem anterior como o braquiário e associadas a áreas marginais como o capim branco. O uso da roçadeira convencional nas entrelinhas, paulatinamente vem contribuindo para a seleção de espécies perenes como as guanxumas e as gramíneas, e a aplicação do glifosato como método de

controle sob as copas das limeiras vem contribuindo para a seleção de espécies tolerantes ou resistentes a seu mecanismo de ação como a buva e o capim amargoso.

O presente estudo levanta informações sobre a importância do controle das plantas daninhas do pomar de lima Tahiti, pois a partir dos dados apresentados é possível inferir que a competição de qualquer natureza com as plantas daninhas pode afetar significativamente a produtividade e qualidade dos frutos de lima ácida Tahiti, pois afeta diretamente a processos metabólicos e fisiológicos das limeiras. As perdas devido ao convívio com as plantas daninhas no presente estudo são de 61,4% em relação às plantas mantidas com a projeção da copa capinada. Entretanto apenas 3 meses de convívio com as plantas daninhas já promovem perdas de 23,8%.

Outras informações são importantes na tomada de decisão do produtor sobre a época de aplicação dos manejos, a frequência de realização do manejo e o método de manejo ideal, pode-se inferir, por exemplo, que é mais importante manter as plantas por menos tempo em convívio com as plantas daninhas que evitar períodos específicos, entretanto apesar de a competição nos períodos secos ser momentaneamente importante, a competição nos chuvosos afeta mais a produtividade ao final da safra das limeiras, devido à agressividade das plantas daninhas em estabelecerem-se.

As plantas mais jovens e menos produtivas, apesar de serem mais sensíveis a quaisquer estresses ambientais e mais sensíveis momentaneamente à competição com as plantas daninhas, tem grande plasticidade fenotípica e recuperam-se mais rapidamente dos efeitos indesejáveis ao longo da safra.

Apesar dos arranjos sem convívio serem significativamente melhores, os arranjos que permitem apenas 3 meses de convívio ou 6 meses de convívio desde que não sejam consecutivos podem ser considerados interessantes no controle das plantas daninhas com menores perdas da qualidade e produtividade, enquanto os arranjos em que as limeiras ficam 6 e 9 meses consecutivos em convívio com as plantas daninhas não são considerados interessantes devido a perdas de produtividade e piora de parâmetros de qualidade. Se o produtor tiver a possibilidade de fazer menor numero de aplicações ao longo da safra é interessante que deixe

para fazê-las entre os meses de setembro e fevereiro, para evitar que as plantas daninhas cresçam agressivamente e afetem em maior grau a cultura.

Não só o tempo de convívio das plantas daninhas, mas também o manejo adotado afeta a produtividade e qualidade da lima Tahiti por afetar processos bioquímicos e fisiológico das limeiras, porém de maneiras diferentes dependendo dos períodos de disponibilidade hídrica e idade das plantas. As plantas mais jovens no período seco beneficiam-se da aplicação de glifosato, sendo responsivas ao efeito da cobertura morta das plantas daninhas gerada pelo uso do glifosato no fim do período chuvoso e início do período seco, porém à medida que as plantas desenvolvem seu sistema radicular, principalmente em profundidade, esse efeito perde a importância. O uso sistemático do herbicida pode tanto afetar as limeiras em longo prazo com sua deriva, quanto propiciar o desenvolvimento de plantas daninhas de espécies tolerantes ou resistentes ao glifosato se tornarem competidoras importantes e de difícil controle no futuro.

Ainda que haja perdas de produtividade significativas com uso do glifosato como o manejo único das plantas daninhas do pomar, deve-se considerar que existem vantagens no uso do controle químico de plantas daninhas. Cabe ressaltar que no presente estudo foram realizadas seis aplicações de glifosato por safra para a manutenção das plantas daninhas nos níveis de infestação convencionados *a priori*, entretanto novos estudos devem ser realizados com o intuito de estabelecer o nível de infestação de plantas daninhas na lima Tahiti que interfira significativamente na produtividade e na qualidade dos frutos. Outra estratégia a se considerar é o manejo integrado das plantas daninhas, utilizando-se o manejo químico, mecânico, cultural, o uso de coberturas vegetais e outras estratégias que sejam agronomicamente vantajosas e economicamente viáveis.