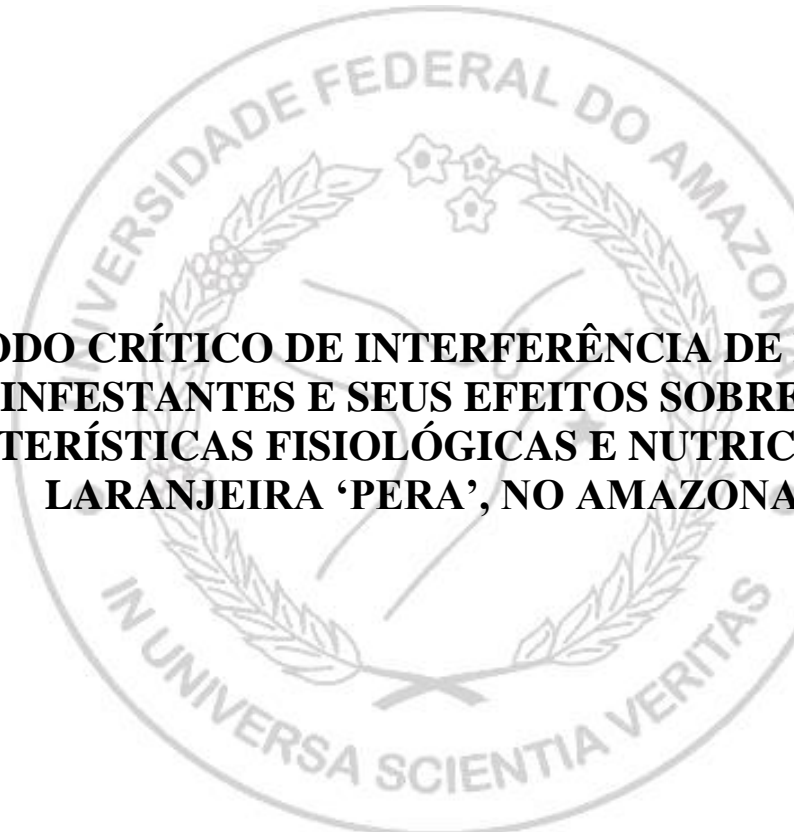


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central shield with a cross, flanked by two laurel branches. Above the shield are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written along the top inner edge of the circle, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written along the bottom inner edge.

**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
INFESTANTES E SEUS EFEITOS SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM  
LARANJEIRA 'PERA', NO AMAZONAS**

GERLÂNDIO SUASSUNA GONÇALVES

MANAUS, AM  
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

GERLÂNDIO SUASSUNA GONÇALVES

**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
INFESTANTES E SEUS EFEITOS SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM  
LARANJEIRA ‘PERA’, NO AMAZONAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia Tropical da Universidade Federal do  
Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de  
concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ferreira da Silva

Coorientador: Dr. José Eduardo Borges de Carvalho

MANAUS, AM  
2015

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G643p	<p>Gonçalves, Gerlandio Suassuna Período crítico de interferência de plantas infestantes e seus efeitos sobre as características fisiológicas e nutricionais em laranjeira 'Pera', no Amazonas / Gerlandio Suassuna Gonçalves. 2015 88 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientador: José Ferreira da Silva Coorientador: José Eduardo Borges de Carvalho Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Citrus sinensis. 2. plantas daninhas. 3. estresse fisiológico. 4. clorofila. 5. prolina. I. Silva, José Ferreira da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	--

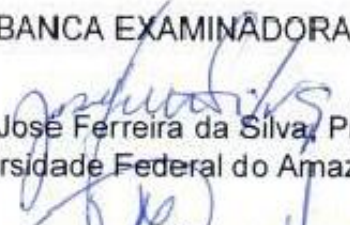
GERLÂNDIO SUASSUNA GONÇALVES


**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
INFESTANTES E SEUS EFEITOS SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM  
LARANJEIRA 'PERA', NO AMAZONAS**

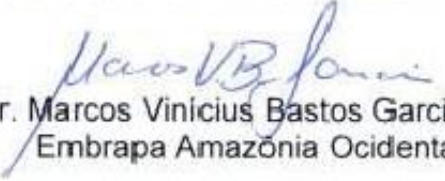
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia Tropical da Universidade Federal do  
Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de  
concentração Produção Vegetal.


Aprovado em 10 de fevereiro de 2015

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. José Ferreira da Silva, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

  
Dr. José Eduardo Borges de Carvalho, Membro  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Bastos Garcia, Membro  
Embrapa Amazônia Ocidental

  
Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

  
Dra. Odiluzia Maria Saldanha de Oliveira, Membro  
Agência de Defesa Agropecuária e Florestal

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades e conquistas concedidas a mim;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. José Ferreira da Silva, por sua solidariedade e por ter me ajudado quando precisei; por sua orientação, apoio, estímulo, compreensão, paciência, disponibilidade, agilidade, desprendimento, positividade, simplicidade, assiduidade, pontualidade e, sobretudo, incentivo e contentamento;

Ao coordenador do Projeto PI-Citros, Dr. Marcos Vinícius Bastos Garcia e a sua esposa, Terezinha Batista Garcia, e ao pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Dr. José Eduardo Borges de Carvalho pela colaboração com esta pesquisa;

Ao proprietário do laranjal, Sr. Francisco Melo (Seu Francisco) e a sua família (Dona Angelina, Dona Iracema, Sirlene, Paulo, Antônio e José), por terem disponibilizado a área para execução da pesquisa, pelo apoio às atividades executadas em campo, e pela paciência e apoio concedidos a minha equipe de trabalho, durante a execução do projeto;

Ao Senhor Sebastião Siqueira (Babá) e a sua esposa Verônica, que, pela disponibilidade e disposição, contribuíram bastante para a execução desta pesquisa;

À equipe do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas: Ana Marta, Anselmo Ferreira, Bruna Nogueira, Cristiane da Silva, Daniel Meneses, Francisco Martins, Jeffson Cavalcante, Lais Alves, Leandro Amorim, Líbia Miléo, Gilsimar Melo, José Ferreira, Odiluzia Maria, Pedro Anísio, Ricardo Cruz e Sônia Albertino por terem participado diretamente das atividades de execução desta pesquisa;

À equipe do Laboratório de Solos da UFAM, especialmente ao Vitor Repolho (Victor), ao Prof. Bruno, ao prof. Carlos Alberto Tucci e ao prof. José Zilton Lopes, pelas análises de solo realizadas e por disponibilizar os equipamentos daquele laboratório para auxiliar na execução deste trabalho;

À equipe do Laboratório de Biotecnologia da UFAM, em especial à Dina, pela paciência e auxílio na realização de análises laboratoriais e coleta de dados;

Ao Chefe de Transportes da UFAM, Senhor Francisco Gaspar de Oliveira (Seu Chiquinho), pela paciência, agilidade, eficiência e disponibilidade;

Aos motoristas da UFAM: Charles, Cleverton, Henrique e especialmente ao Parazinho e Luiz Mãozinha (*In memoriam*), que participaram ativamente da realização desta pesquisa;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, pelos ensinamentos e conhecimentos adquiridos ao longo destes quatro anos de doutorado;

Aos meus colegas e amigos: Iza Maria, Silvio Vieira e Douglas Marcelo, pelo auxílio prático na execução desta pesquisa;

Aos meus amigos, Gutemberg Rocha, Jandiê Araújo, Maria Aparecida, Gilcean Silva Alves e Joel Martins Braga Junior, pelo apoio, incentivo, amizade, consideração e disponibilidade;

Aos meus amigos, Juarez Lacerda, Flávio Padilha, Mozar (*In memoriam*), Cristiane dos Santos, Jolêmia do Nascimento, Catiele Vieira, Cylles Zara, Jairo Rafael, Audilane Mendonça, Juraci Marcos, Klerton Rodrigues, Edivânia Santana, Robério de Oliveira, Renê Lima, Cosme Rufino, Severino do Ramo, Doroteu Honório, Cleiton José e Tiago Ribeiro, pelas conversas, companheirismo e amizade;

À minha família, especialmente a minha mãe (Terezinha Suassuna), ao meu pai (Geraldo Gonçalves) e aos meus irmãos (Alice, Aurilane, Francisca, Geraldo, Glécia e Teresina), pelo apoio, incentivo, amizade, durante essa etapa de minha vida;

À Universidade Federal do Amazonas, especialmente, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, por possibilitar a realização desse trabalho e a obtenção do título de Doutor;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo ao Doutorando;

Ao Projeto PI-Citros/FAPEAM, pelo financiamento desta pesquisa;

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A determinação do período crítico de interferência de plantas infestantes é muito importante, pois seu conhecimento indica a fase da cultura em que o manejo das infestantes deve ser realizado, limita o número de capinas e de outras práticas de manejo ao mínimo necessário, possibilitando que a planta expresse o seu máximo potencial produtivo com menor custo para o produtor. O objetivo deste trabalho foi identificar o período crítico de interferência de plantas infestantes na cultura da laranja ‘Pera’ pela avaliação dos parâmetros: queda de frutos imaturos, produtividade, rendimento em suco e suas características químicas, produção de pigmentos fotossintéticos e de prolina nas folhas de laranjeira e identificar as espécies infestantes assim como a acumulação de biomassa e de nutrientes por elas. O experimento foi instalado em outubro de 2012 e conduzido até setembro de 2014, no município de Rio Preto da Eva – AM. Para definição dos tratamentos de interferência ou não de plantas infestantes em laranjeira, tomou-se como referência o balanço hídrico da região. Os períodos de interferência estabelecidos levaram em consideração o grau de disponibilidade ou não de água no solo: de outubro a janeiro; fevereiro a maio; junho a setembro; de outubro a maio; outubro a janeiro e de junho a setembro; fevereiro a setembro; sem interferência das plantas infestantes – tratamento controle; e sem interferência com práticas de manejo do produtor. O controle das plantas infestantes foi obtido com uso do herbicida glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1}$  e.a.). As características avaliadas foram: queda de frutos imaturos, produtividade, rendimento em suco, sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), índice tecnológico (IT), produção de clorofila e de carotenoides, teor de prolina, acumulação de biomassa e nutrientes pelas infestantes. O tratamento com interferência das plantas infestantes no período de outubro a maio aumentou a queda de frutos prematuros, reduziu o número de frutos por planta e a produtividade, promoveu incremento dos sólidos solúveis (SS), da acidez total (AT) e reduziu



os valores da relação SS/AT. Os diferentes períodos de interferência de plantas infestantes não promoveram alterações significativas nos teores de clorofila a, b, total e de carotenoides em folhas de laranjeira, mas promoveram mudanças significativas no conteúdo de prolina livre nas folhas. As espécies infestantes diferiram entre si na acumulação de biomassa e de nutrientes. O período crítico de interferência de plantas infestantes para a cultura da laranjeira foi de outubro a maio.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, plantas daninhas, estresse fisiológico, clorofila, prolina, acumulação de biomassa.

## ABSTRACT

The determination of the critical period of weed interference is very important because it indicates the phase of the culture in which the management of weed shall be performed, furthermore, it limits the number of weeding and other management practices to the minimum, allowing the plant express its maximum yield potential at lower cost to the producer. The aim of this study was to identify the critical period of weed interference in the culture of orange 'Pera' tree by parameters valuated: falling immature fruits, productivity, juice yield, juice chemical characteristics, production of photosynthetic pigments and proline in leaves of orange tree, identify the weed species and their accumulation of biomass and nutrients. The experiment was installed in october 2012 and conducted until september 2014, in Rio Preto da Eva - AM. To define the treatments with and without interference of weeds in orange tree, was taken as reference the water balance in the region. The interference periods were defined considering the degree of water availability or absence in the soil: from october to january; february to may; june to september; october to may; october to January, june to september and february to september; period without weed interference (control treatment), and without producer management practices interference. The control of weed was obtained using the herbicide glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1}$  e.a.). The characteristics evaluated were: Falling immature fruits, productivity, juice yield, total soluble solids (SS), titratable acidity (TA), technological index (TI), chlorophyll production and carotenoids, proline content, biomass accumulation and nutrients by weeds. The treatment with weed interference in the period from october to may increase the fruit drop, reduced the number of fruits per plant and productivity, promoted an increase in soluble solids (SS), total acidity (TA) and reduced values of SS/TA ratio. The different periods of weed interference did not promote significant changes in the contents of chlorophyll a, b, total and of carotenoids in orange tree leaves, but

promoted significant changes in the free proline content in the leaves. The weed species differ from each other in the accumulation of biomass and nutrients. The critical period of weed interference to the culture of orange 'Pera' was from october to may.

**Key-words:** *Citrus sinensis*, weed, physiological stress, chlorophyll, proline, biomass accumulation.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I - Período crítico de interferência de plantas infestantes em laranjeira 'Pera' no Amazonas

Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais nos anos agrícolas de 2013 (a) e de 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014..... 30

Figura 2 - Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ), número de frutos colhidos e frutos caídos por laranjeira submetida ou não a diferentes períodos de interferência de plantas infestantes para as safras 2013 (a) e 2014 (b). Letras iguais para a mesma característica não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Manaus, AM, 2014..... 35

### CAPÍTULO II - Teores de pigmentos fotossintéticos e de prolina em folhas de laranjeiras como indicadores de período crítico de interferência

Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante o período experimental – ano agrícola 2013 (a) e 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014..... 49

### CAPÍTULO III - Acúmulo de biomassa e teor de nutrientes em plantas infestantes de área cultivada com laranjeira

Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante o período experimental – ano agrícola 2013 (a) e 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014..... 69

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 1 - Biótipos de *C. bonariensis* resistentes ao glifosato 20 dias após aplicação do produto..... 87

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - Período crítico de interferência de plantas infestantes em laranjeira 'Pera' no Amazonas**

Tabela 1 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e períodos de controle (intervalo em branco). Manaus, AM, 2014....	31
Tabela 2 - Resumo da Anova para queda prematura de frutos (QF), número de frutos planta <sup>-1</sup> (NFP), produtividade (PROD), rendimento em suco (RS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT e índice tecnológico (IT). Manaus, AM, 2014.....	34
Tabela 3 - Características químicas do suco de frutos de laranjeiras 'Pera' submetidas ou não a diferentes períodos de interferência de plantas daninhas, nos anos agrícolas 2013 e 2014. Manaus, AM, 2014.....	35

### **CAPÍTULO II - Teores de pigmentos fotossintéticos e de prolina em folhas de laranjeiras como indicadores de período crítico de interferência**

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Análises realizadas durante a implantação do experimento, um ano após, e no final da condução do experimento.....	50
Tabela 2 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e período de controle (intervalo em branco).....	51
Tabela 3 - Teores de nutrientes em folhas de laranjeiras submetidas ou não a diferentes períodos de interferência de plantas infestantes.....	53
Tabela 4 - Resumo da Anova para clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e prolina livre.....	55
Tabela 5 - Teores de clorofila em folhas de laranjeiras 'Pera' submetidas ou não a diferentes períodos de interferência. Resultados obtidos nos anos agrícolas de 2013 e 2014.....	56
Tabela 6 - Teores de carotenoide e de prolina livre em folhas de laranjeiras 'Pera' submetidas ou não a diferentes períodos de interferência. Resultados obtidos nos anos agrícolas de 2013 e 2014.....	57

### **CAPÍTULO III - Acúmulo de biomassa e teor de nutrientes em plantas infestantes de área cultivada com laranjeira**

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Análises realizadas durante a implantação do experimento, um ano após, e no final da condução do experimento.....	70
Tabela 2 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e período de controle (intervalo em branco).....	71
Tabela 3 - Espécies de plantas infestantes identificadas no levantamento florístico na área experimental, organizadas por família, nome científico, nome comum e código.....	74
Tabela 4 - Lista de espécies infestantes observadas em cada tratamento de interferência, no levantamento florístico. O numeral 1 (um) indica presença da espécie no tratamento e 0 (zero), ausência.....	75
Tabela 5 - Produção de biomassa por hectare das duas espécies infestantes mais representativas que ocorreram nos tratamento de interferência.....	77
Tabela 6 - Características fitossociológicas da comunidade infestante na área de laranjeira estudada.....	78
Tabela 7 - Teor de macronutrientes na parte aérea das plantas infestantes mais importantes da área de estudo.....	80
Tabela 8 - Teor de micronutrientes na parte aérea das plantas infestantes mais importantes na área de estudo.....	81

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2 OBJETIVOS GERAIS .....	4
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 Estado da arte da laranja no Brasil .....	5
3.2 Períodos de interferência de plantas infestantes .....	7
3.3 Pigmentos fotossintéticos .....	10
3.3.1 Clorofila .....	10
3.3.2 Carotenoides .....	11
3.4 Prolina .....	12
3.5 Plantas infestantes da cultura da Laranjeira no Amazonas .....	14
3.6 Competição por nutrientes entre plantas .....	16
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CAPÍTULO I - PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS INFESTANTES EM LARANJEIRA 'PERA' NO AMAZONAS .....	25
RESUMO .....	26
ABSTRACT .....	27
1 INTRODUÇÃO .....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4 CONCLUSÃO .....	40
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
CAPÍTULO II - TEORES DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E DE PROLINA EM FOLHAS DE LARANJEIRAS COMO INDICADORES DE PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA .....	44
RESUMO .....	45
ABSTRACT .....	46
1 INTRODUÇÃO .....	47

2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
4 CONCLUSÕES .....	59
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
CAPÍTULO III - ACÚMULO DE BIOMASSA E TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS INFESTANTES DE ÁREA CULTIVADA COM LARANJEIRA .....	63
RESUMO .....	64
ABSTRACT .....	66
1 INTRODUÇÃO.....	67
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	74
4 CONCLUSÕES .....	83
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores de laranja do mundo (ROSA et al., 2013), e sua produção, pelo menos 80%, se concentra no estado de São Paulo, onde a área cultivada é de cerca de 446.000 hectares. Em uma escala muito menor, com área plantada de cerca de 2.600 hectares, a plantação de laranja também é muito importante para o estado do Amazonas (IBGE, 2014).

Um dos fatores que mais limitam a produção de laranja no Brasil é a interferência causada pela competição com plantas infestantes. Dependendo da época em que a interferência se instala pode ocorrer maior demanda dos recursos do meio (água e nutrientes), seguida de uma redução na oferta destes para a cultura (KOZLOWSKI, 2002). O período de maior interferência denomina-se período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que, segundo PITELLI & DURIGAN (1984), é aquele a partir da emergência ou do plantio em que a cultura deve, obrigatoriamente, ser mantida livre da presença da comunidade infestante, para que sua produtividade, qualidade da produção ou outras características não sejam alteradas negativamente. Para Freitas et al. (2004), o PCPI é a fase em que as práticas culturais devem ser adotadas, e seu conhecimento limita o número de capinas ou efeito de outras práticas de manejo ao mínimo necessário, possibilitando que a planta expresse o seu potencial produtivo com menor custo para o produtor.

Segundo Pitelli (1985), de todos os fatores que influenciam o grau de interferência, o mais importante é o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão disputando os recursos do meio. De modo geral, pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência cultura - comunidade infestante, maior será o grau de interferência. No entanto, isso não é totalmente válido, pois depende do momento do ciclo da cultura em que esse período de convivência ocorre.

O PCPI é, normalmente, avaliado por meio de decréscimos de produtividade ou pela redução no crescimento da planta cultivada em resposta à competição pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente, como CO<sub>2</sub>, água, luz e nutrientes (AGOSTINETTO et al., 2008). Quanto mais competitivas as infestantes, mais adversamente ela altera a fisiologia da planta cultivada, seu crescimento, produção e qualidade (JORDAN, 1992; SOARES et al., 2010).

O PCPI também tem sido avaliado por meio de alterações fisiológicas nas folhas das plantas estressadas (GONÇALVES et al., 2014). A redução na oferta dos recursos do meio pode provocar estresse fisiológico nas plantas, com alteração no teor de pigmentos fotossintéticos (clorofila e carotenoides) e no teor de prolina nas folhas de plantas estressadas (COSTA et al., 1988), uma vez que alguns nutrientes, como o nitrogênio (N), estão diretamente relacionados à síntese de moléculas importantes às plantas, como a rubisco (ribulose 1, 5 bifosfato carboxilase-oxigenase).

O teor de prolina nos tecidos foliares de plantas tem sido o foco de estudos de várias pesquisas (NASCIMENTO et al., 2008; CAMPOS et al., 2009; MONTEIRO et al., 2014). O acúmulo de prolina nos tecidos foliares de plantas estressadas é relatado como uma resposta adaptativa das plantas ao déficit hídrico e salino, e a estresses abióticos. Em plantas sob estresse, o conteúdo de prolina pode aumentar até 100 vezes, em comparação ao observado em plantas cultivadas sob condições normais (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

Levantamento florístico-fitossociológico de uma determinada lavoura é muito importante para que se possam ter parâmetros confiáveis acerca da florística das plantas daninhas, sua densidade, frequência e importância num determinado nicho (OLIVEIRA & FREITAS, 2008). Num levantamento florístico efetuado por Monteiro (2011), em pomares de citros no Amazonas, foram identificadas, com maior frequência, as seguintes infestantes: *Paspalum conjugatum* Berg (Poaceae), *Peperomia pellucida* (L.) Kunth (Piperaceae),

*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. (Fabaceae), *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) e *Spermacoce latifolia* Aubl. (Rubiaceae). Outras menos frequentes são *Stachytarpheta cayennensis* (Rach.) Vahl (Verbenaceae) e *Paspalum multicaule* (Poaceae). Porém, segundo Cruz et al. (2009), a composição florística da comunidade infestante pode variar de acordo com os tipos e intensidade de manejo do solo e das plantas infestantes.

Plantas infestantes, geralmente, são mais competitivas que as cultivadas devido a sua maior eficiência na absorção e utilização de recursos do meio, principalmente os nutrientes (TOMASO, 1995). No entanto, segundo Fialho et al. (2012), os teores de nutrientes nas folhas de plantas infestantes variam conforme à espécie, indicando capacidade diferenciada de absorção de nutrientes.

Estudos comparativos do acúmulo de massa seca e de absorção de nutrientes entre plantas infestantes e cultivadas possibilitam analisar o potencial de crescimento e a absorção de nutrientes de cada espécie. A partir desta comparação pode-se inferir a respeito da capacidade competitiva de uma espécie sobre a outra quando crescem juntas, concorrendo pelos mesmos recursos (CARVALHO et al., 2014).

## **2 OBJETIVOS GERAIS**

Identificar o período crítico de interferência de plantas infestantes na cultura da laranjeira ‘Pera’ no estado do Amazonas e avaliar seus efeitos na queda de frutos imaturos, na produtividade, no rendimento em suco e em suas características químicas;

Avaliar a interferência da competição de plantas infestantes na produção de pigmentos fotossintéticos e na acumulação de prolina em folhas de laranjeira, assim como o período crítico de interferência para essa cultura;

Identificar as espécies de plantas infestantes que ocorrem em área cultivada com laranjeiras e determinar a acumulação de biomassa e o teor de nutrientes nas espécies mais importantes.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Estado da arte da laranja no Brasil

O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo (FAO, 2014), com mais de um milhão de hectares de plantas cítricas em seu território (OLIVEIRA et al., 2009), com 19.656.724 toneladas de frutos em 2013, o que corresponde a cerca de 30% do total mundial e um rendimento médio de 24,99 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014; FAO, 2014).

No Brasil, a principal área produtora é o estado de São Paulo, produzindo 63,5% do total, seguido por Bahia (9,0%), Sergipe (7,4%) e Minas Gerais (5,6%). A região que mais produz é o Sudeste, onde somente os estados de São Paulo e Minas Gerais detêm, juntos, cerca de 70% da produção com elevado nível tecnológico e condições climáticas favoráveis (IBGE, 2014). Dentre as regiões produtoras de citros, as principais áreas estão situadas em clima subtropical úmido (entre 20° e 40° de latitude), onde as temperaturas do ar e do solo atingem valores inferiores a 15°C no inverno, e a precipitação anual varia de 1.200 a 1.500 mm (REUTHER, 1977; DAVIES, 1997).

Na região Norte, os principais produtores são os Estados do Pará (1,1%) e do Amazonas (0,1%), onde o baixo nível tecnológico, principalmente no Amazonas, limita a produção e a produtividade. No Pará, a área plantada é de 11.851 ha e o rendimento médio é de 16,69 t ha<sup>-1</sup>, enquanto no Amazonas, a área cultivada com laranjais é de 2.651 ha e o rendimento de 18,81 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014). Vários fatores contribuem para a expansão dos laranjais, entre os quais as condições edafoclimáticas favoráveis à citricultura, o estabelecimento de indústrias para o processamento de frutos, visando produção de suco concentrado e congelado e também o potencial de crescimento dos mercados interno e externo (TAZIMA et al., 2008).

O Brasil é o maior produtor e o maior exportador de suco de laranja concentrado e congelado, gerando cerca de 500 mil empregos diretos e indiretos. Quase 98% do suco são exportados principalmente para os Estados Unidos e União Europeia, além do Japão e outros 45 países. A exportação de frutos *in natura* é pequena e, somada aos frutos comercializados internamente, representa 30% da produção (FAO, 2014).

Atualmente, os pomares brasileiros apresentam 55% das árvores das variedades tardias (Natal e Valência), 23% com variedades precoces (Hamlin, Westin, Rubi e Pineapple) e 22% com variedade meia-estação, a Pera Rio. A preferência dos citricultores pelas variedades tardias, em função da sua maior produtividade, ocorreu em detrimento das variedades de meia-estação, que são bem aceitas no mercado *in natura*, levando a um déficit de oferta de fruta principalmente no mês de setembro e, conseqüentemente, provocando uma maior competição entre a indústria e o mercado *in natura* nesse período (NEVES et al., 2010).

O Estado de São Paulo lidera a pesquisa com citros no País com os trabalhos do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros Sylvio Moreira localizado em Cordeirópolis, e outras instituições da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA), como o Instituto Biológico, e o Instituto de Economia Agrícola (IEA), além das universidades paulistas (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

O cultivo de laranja, apesar de vir enfrentando inúmeras dificuldades, seja por doenças ou por barreiras impostas pelos países importadores, vem se mantendo como cultura de destaque pela sua variedade de mercado e pelo número crescente de consumidores, sobretudo em países em desenvolvimento (SOUZA, 2010).

### 3.2 Períodos de interferência de plantas infestantes

Segundo PITELLI (1985), o termo interferência refere-se ao conjunto de ações que recebe determinada cultura ou atividade do homem, em decorrência da presença das plantas daninhas num determinado ambiente. 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).

É imprescindível conhecer os períodos de convivência e o período crítico de competição entre as plantas daninhas e as cultivadas (MELO et al., 2001). Os períodos de convivência ou de controle das plantas daninhas são bastante estudados tanto no Brasil como no exterior (MARTINS & PITELLI, 1994). São conhecidos três períodos de interferência: PAI (período anterior à interferência, PTPI (período total de prevenção da interferência) e PCPI (período crítico de prevenção da interferência). O PAI é a época a partir da semeadura ou do plantio, em que a cultura pode conviver com as plantas infestantes, antes que a interferência se instale de maneira definitiva e reduza significativamente a produtividade da lavoura (PITELLI & DURIGAN, 1984). O PTPI é o período, a partir da semeadura ou emergência da cultura, durante o qual as plantas infestantes devem ser controladas para que a cultura possa manifestar plenamente seu potencial produtivo (BRIGHENTI et al., 2004); e o PCPI é o período de tempo em que medidas de controle são obrigatórias para evitar a continuidade da interferência, evitando perdas no rendimento (BIFFE et al., 2010). O estudo desses três períodos determina o tempo em que efetivamente o controle das plantas daninhas deve ser feito.

Para o município de Limeira – SP, o PCPI de plantas infestantes em laranjeira “Natal”, com seis anos de idade, é de dezembro a março ou de agosto a novembro (BLANCO &

OLIVEIRA, 1978). Para Boa Esperança do Sul – SP, para a variedade “Hamlin” com oito anos de idade, este período é de outubro/novembro a fevereiro/março (CARVALHO et al., 2003b). Para os estados da Bahia e de Sergipe, o PCPI para laranjeira “Pera” com quatro anos de idade é de setembro/outubro a abril/maio (CARVALHO et al., 2003a).

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, 2002). Em termos de manejo, o PAI torna-se o período de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente reduzida (MESCHÉDE et al., 2004). As plantas daninhas que emergirem após o PTPI não mais causarão reduções na produção (PITELLI & DURIGAN, 1984).

A extensão do período crítico depende de fatores como o local, o ano agrícola, a época de semeadura (GAVIOLI, 1985), o espaçamento, a composição específica da comunidade infestante (YORK & COBLE, 1977), a sua densidade entre outros. Quanto maior a população da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio, e mais intensa será a competição com a cultura. Além disso, espécies morfológica e fisiologicamente próximas apresentam exigências semelhantes em relação aos recursos, tornando ainda mais intensa a competição (SILVA & DURIGAN, 2006).

A intensidade da competição normalmente é avaliada por meio de decréscimos na produção e/ou pela redução no crescimento da planta cultivada, como respostas à competição pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente – no caso, CO<sub>2</sub>, água, luz e nutrientes (AGOSTINETTO et al., 2008). Todavia, devem-se avaliar também as características qualitativas do produto colhido, envolvendo propriedades físicas, químicas ou estéticas.

Para que a produção não seja alterada quantitativa e/ou qualitativamente, as capinas ou o poder residual do herbicida devem cobrir o período crítico de competição (PITELLI & DURIGAN, 1984). Assim, toda e qualquer prática cultural que incremente o crescimento



inicial da cultura e favoreça a cobertura do solo mais rapidamente pode contribuir para um decréscimo no PTPI, permitindo redução no uso de herbicidas de melhor período residual (PITELLI, 1987).

A competição por nutrientes e água sofre grande influência das quantidades disponibilizadas pelo solo e pela chuva, respectivamente. A competição por esses fatores pode ser diminuída pelo fornecimento direto através da adubação e irrigação. Entretanto, a competição por luz não pode ser diminuída pelo incremento desse fator em situações comuns de cultivo. Além disso, os fatores água e nutrientes são passíveis de armazenamento no solo e posterior utilização, que condiciona maior facilidade de aproveitamento (MEROTTO JR., 2002).

Quando duas espécies com características semelhantes estão competindo no mesmo nicho, a equidistância entre os indivíduos assume grande importância, ao aumentar a habilidade competitiva de uma delas. Além disso, o arranjo e a população de plantas cultivadas adequados são essenciais para obtenção de elevados rendimento e qualidade do produto colhido (GRAVOIS & HELMS, 1992).

Quanto maior 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 plantas daninhas-cultura. Em comunidades muito densas, a importância de cada espécie como elemento competitivo diminui, havendo maior equivalência entre as diferentes espécies (SILVA & DURIGAN, 2006).

### 3.3 Pigmentos fotossintéticos

#### 3.3.1 Clorofila

As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Estudos em uma grande variedade de plantas caracterizaram que os pigmentos clorofilianos são os mesmos. As diferenças aparentes na cor do vegetal são devido à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas (VON ELBE, 2000).

Os pigmentos fotossintéticos presentes e a sua abundância variam de acordo com a espécie. A clorofila a (Chl a) está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica. A Chl a é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios. Os principais pigmentos acessórios também incluem outros tipos de clorofilas: Chl b, presente em vegetais superiores, algas verdes e algumas bactérias; Chl c, em feofitas e diatomáceas; e Chl d, em algas vermelhas (TAIZ & ZIEGER, 2004).

As clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, tendo como átomo central o Mg. Esse composto é uma estrutura macrocíclica assimétrica totalmente insaturada constituída por quatro anéis de pirrol. As clorofilas a e b encontram-se na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente, e diferem nos substituintes de carbono C-3. Na clorofila a, o anel de porfirina contém um grupo metil (-CH<sub>3</sub>) no C-3 e a clorofila b (considerada um pigmento acessório) contém um grupo aldeído (-CHO), que substitui o grupo metil-CH<sub>3</sub> (SCHOEFS, 2002).

As clorofilas localizam-se nos cloroplastos, sendo esta organela o local onde ocorrem as duas reações importantes: a fotoquímica, nas membranas dos tilacoides e a bioquímica, no estroma do cloroplasto. Os cloroplastos, além das clorofilas, contêm outros pigmentos chamados acessórios, como os carotenoides. As ligações entre as moléculas de clorofilas são muito frágeis, rompendo-se com facilidade ao macerar o tecido em solventes orgânicos. Os solventes polares como a acetona, o metanol, o etanol, o acetato de etila, a piridina e a dimetilformamida são os mais eficazes para a extração completa das clorofilas (VON ELBE, 2000; MUSSI, 2003).

Os dois produtos da degradação da clorofila a, o feoforbídeo a e a feofítina a, podem interferir na determinação da clorofila a ao absorverem luz e fluoescerem na mesma região do espectro. Se esses feopigmentos estiverem presentes na amostra, poderão ocorrer erros significativos na concentração de clorofila a (BARROSO, 1998).

### **3.3.2 Carotenoides**

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pelas cores amarelas, laranja e vermelho de muitos alimentos. Os carotenoides são isoprenoides lipofílicos sintetizados por todos os microrganismos fotossintéticos (incluindo plantas, algas e cianobactérias), e também por algumas bactérias não-fotossintéticas e fungos. Duas classes de carotenoides são encontradas na natureza: os carotenos, tais como  $\beta$ -caroteno, hidrocarbonetos lineares que podem ser ciclizados em uma ou ambas as extremidades da molécula; e as xantofilas, como luteína, violaxantina, neoxantina e zeaxantina (BOTELLA-PAVÍA & RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, 2006).

Enquanto o  $\beta$ -caroteno é mais abundante nos centros de reação dos fotossistemas I e II, as xantofilas são preferencialmente distribuídas nos complexos de captação de luz, que

transferem energia de excitação para os centros de reação. Além de atuar como estabilizadores de membrana, os carotenoides desempenham dois papéis principais na fotossíntese. Primeiro, os carotenoides agem como pigmentos acessórios de captação de luz que absorvem na faixa de 450-570 nm e transferem a energia para clorofila. Segundo, eles canalizam o excesso de energia longe de clorofila para a proteção contra danos foto-oxidativos (DEMMIG-ADAMS et al., 1996).

A maior parte dos carotenoides está localizada junto às clorofilas, em pigmentos funcionais embebidos em proteínas estruturais nas membranas dos tilacoides (BRITTON, 1993). Em tecidos fotossintetizantes, a coloração dos carotenoides é mascarada pelo verde da clorofila. Mas, quando a clorofila está ausente ou degradada em algumas raízes, folhas senescentes, flores e frutos, as cores vermelho, laranja e amarelo dos carotenoides estão expostos (CAMARA et al., 1995).

### **3.4 Prolina**

Vários mecanismos de proteção são ativados nas plantas em resposta a condições adversas de crescimento (MARIJUAN & BOSCH, 2013). Entre estes mecanismos, um que vem sendo muito estudado, em razão de sua sensibilidade de resposta às condições de estresse (TROVATO et al., 2008; VERBRUGGEN & HERMANS, 2008; ASHRAF et al., 2011), é o acúmulo de prolina nos tecidos das plantas. Em plantas, o acúmulo de prolina está relacionado a estresse hídrico, salino, alta e a baixa temperatura, metais pesados, infecção por patógenos, anaerobiose, deficiência de nutrientes, poluição atmosférica e radiação UV (HARE & CRESS 1997; SARADHI et al., 1995; SIRIPORNADULSIL et al., 2002).

O acúmulo de prolina fornece um importante parâmetro para a seleção de plantas resistentes (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008). Além disso, é comum a constatação de

que teores aumentados de prolina atenuam os efeitos de estresses e desempenha papel de adaptação em tolerância a esses estresses pela planta (CVIKROVÁ et al., 2013; FILIPPOU et al., 2014). Segundo esses autores, o acúmulo ocorre pela síntese ou pela inibição do processo de oxidação da prolina (TROVATO et al., 2008; ASHRAF et al., 2011; SZÁBADOS et al., 2011).

O nível de acumulação de prolina em plantas varia de espécie para espécie e pode ser 100 vezes maior do que em situação de controle. Estresse osmótico, que incluem tratamentos de redução do potencial osmótico, é o mais estudado, pois representa uma grande preocupação na agricultura (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

A prolina foi proposta para atuar como um osmólito compatível e ser uma maneira de armazenar C e N (HARE & CRESS 1997). A salinidade e a seca induzem estresse oxidativo. O acúmulo de prolina também tem sido proposto para funcionar como proteção molecular para estabilizar a estrutura das proteínas, além de ser uma forma de tamponar o pH no citosol e para equilibrar estado redox da célula. Por fim, a acumulação de prolina pode ser parte do sinal de tensão para influenciar respostas adaptativas (MAGGIO et al., 2002).

Em plantas, há dois precursores diferentes da prolina. A primeira via é a do glutamato, que é convertido em prolina por duas reduções sucessivas catalisadas pela pirrolina-5-carboxilato de sintase (P5CS) e pirrolina-5-carboxilato de redutase (P5CR), respectivamente. Um precursor alternativo para a biossíntese de prolina é a ornitina, que pode ser transaminada a P5C pela aminotransferase (OAT), uma enzima localizada na mitocôndria. O glutamato é a principal via durante o estresse osmótico (HU et al., 1992).

A biossíntese de prolina ocorre no citosol e nos plastos (como cloroplastos em tecidos verdes). A degradação ocorre nas mitocôndrias (ELTHON & STEWART, 1981; RAYAPATI et al., 1989; SZOKE et al., 1992) e é catalisada por duas enzimas. A prolina desidrogenase

(ProDH) catalisa a conversão de prolina em pirrolina-5-carboxilato (P5C) que é, então, oxidada a glutamato pela P5C desidrogenase (P5CDH) (YOSHIBA et al., 1997).

O acúmulo da prolina não ocorre unicamente como resposta ao estresse. Estudos demonstram seu papel no desenvolvimento de plantas, principalmente no florescimento e formação do grão de pólen (PHANG, 1985). Nesse caso, a prolina atua como fonte de energia, já que a oxidação de uma molécula resulta em 30 ATPs (HU et al., 1996). Ainda nesse contexto, é importante saber como a prolina influencia outras vias de energia e metabolismo do carbono durante condições de estresse e recuperação. A biossíntese da prolina regula a razão NADP<sup>+</sup>/NADPH, cuja variação afeta o fluxo de carbono pela via oxidativa da pentose fosfato (HARE & CRESS, 1997).

### **3.5 Plantas infestantes da cultura da Laranjeira no Amazonas**

O conhecimento das principais plantas daninhas que infestam os pomares de citros é fundamental para a aplicação correta dos métodos de controle disponíveis. Nos estudos da biologia de tais plantas, que incluem conhecimentos sobre a extensão do ciclo, exigências, formas de reprodução (vegetativa e/ou sexuada), estão os indicativos para a escolha e uso dos métodos de controle mais eficazes. Muitas plantas daninhas são importantes quando ocorrem associadas às fruteiras, em virtude da interferência que proporcionam ao crescimento e produção, às dificuldades de controle e aos aumentos no custo de produção (VARGAS & ROMAN, 2008).

Os pomares podem ser infestados por espécies agressivas que faziam parte do agroecossistema anterior ou que foram introduzidas de áreas próximas, como ocorre nas regiões em que as culturas foram instaladas sobre áreas de pastagens. Nesses casos, sobressaem-se capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) e capim-colônião (*Panicum*

*maximum* Stapf), com altas capacidades de produção de sementes. Algumas plantas daninhas têm sua importância potencializada pela grande tolerância ao herbicida glifosato, que repetida e sistematicamente aplicado em muitas propriedades, leva à seleção e ocupação do espaço deixado pelas demais espécies que são eficientemente eliminadas por ele (VARGAS & ROMAN, 2008).

Algumas plantas daninhas são demasiadamente agressivas e várias são as características que expressam essa agressividade. Possuem elevada capacidade de produção de sementes viáveis e adaptações especiais para disseminá-las, facilitando a dispersão. São plantas que possuem elevada capacidade de competição e atributos específicos que asseguram a perpetuação, tais como dormência e germinação desuniforme (BRIGHENTI, 2001). Segundo o mesmo autor, a competição é a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas.

Estudos florísticos e fitossociológicos das diferentes espécies de plantas, que se desenvolvem numa cultura, ajuda no conhecimento do grau de interferência e da habilidade competitiva, que variam com as espécies vegetais. Cada espécie responde às variações dos fatores ecológicos e práticas agrícolas de maneira diversa das outras populações. Assim, os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num determinado momento da comunidade infestante (PITELLI, 2000).

As principais plantas infestantes que ocorrem em áreas citrícolas na região Norte, segundo Gonçalves et al. (2012) são: grama-sempre-verde (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.), capim-papuã (*Paspalum amazonicum* Trin.), capim-colchão (*Digitaria horizontalis* (Retz.) Koel.), calopogônio (*Calopogonium muconoides* Desv.), tiririca (*Rhynchospora puber* (Vahl) Boeckeler), capim-braquiária (*Braquiaria decumbens* Stapf.), tiririca (*Cyperus rotundus* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), guaxuma (*Sida* sp.), caruru (*Amaranthus* spp.), mentrasto (*Agerantum conyzoides* L.), corda-de-viola (*Ipomea* spp.), erva-de-passarinho

(*Struthanthus vulgaris* Eichler), *Eupatorium pauciflorum* Kunth, batatarana (*Merremia umbellata* (L.)), vassourinha (*Spermacoce verticillata* L.), camará (*Lantana camara* L.), *Spermacoce latifolia* Aubl. e *Sida cordifolia* L.

### 3.6 Competição por nutrientes entre plantas

Estudos de competição entre plantas podem ser empregados para prever perdas de produção pelas culturas agrícolas em detrimento da convivência com plantas daninhas e para determinar os níveis ótimos ou períodos de controle adequados da comunidade infestante (CURY et al., 2012).

Nos ecossistemas agrícolas, as plantas infestantes quase sempre levam vantagem sobre as cultivadas, em decorrência da diversidade de espécies que formam as comunidades invasoras e de suas características de crescimento, como grande capacidade de produção de propágulos e dispersão, volume de solo explorado por suas raízes e sobrevivência em condições ambientais adversas às culturas (CURY et al., 2012). Além disso, requerem para seu desenvolvimento os mesmos fatores exigidos pela cultura, estabelecendo um processo competitivo quando em convivência conjunta (CARVALHO et al., 2007).

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 competição por água, nutrientes e luz é comum entre plantas daninhas e culturas, e pode ser definida como a influência adversa de uma sobre a outra na obtenção desses recursos, afetando seu crescimento e desenvolvimento (RONCHI et al., 2003).

A capacidade de absorção e de alocação dos nutrientes, assim como a quantidade requerida, é uma característica influenciada pelas espécies em competição, pelo ambiente,



pelo sistema de produção e pelo grau de competição (FONTES & NASCIMENTO FILHO, 2013). Pesquisas relacionadas à competição entre plantas cultivadas e não-cultivadas são ainda incipientes, restritas a algumas culturas, como o café e a soja (RONCHI et al., 2003; NORDBY et al., 2007). Além disso, existem poucos relatos na literatura sobre o potencial de ciclagem de nutrientes pelas espécies infestantes quando não estão em competição com a cultura de interesse.

A quantidade de nutrientes acumulada é proporcional à quantidade de biomassa produzida, variando, entre as espécies, a eficiência de absorção. Trabalhando com diferentes espécies de leguminosas, Alvarenga et al. (1995) destacaram o feijão-guandu como a espécie que imobilizou as maiores quantidades de N, P e K (336,2, 20,9 e 180,7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), sendo estas diretamente relacionadas com a maior produtividade de massa de matéria seca (17,9 t ha<sup>-1</sup>).

Favero et al. (2000), estudando acúmulo de nutrientes por espécies espontâneas, verificaram que estas plantas são muito eficiente na absorção e acumulação de nutrientes em seus tecidos, porém ocorreu variação entre as espécies estudadas. RONCHI et al. (2003) verificaram que *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) extrai mais nutrientes do solo do que *Nicandra physalodes* L. (Solanaceae) e *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae).

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, C.E.; TIRONI, S.P.; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, p.271-278, 2008.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.175-185, 1995.

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

BARROSO, G.F. BMLP - **Programa Brasileiro de Intercâmbio em Maricultura**. Programa de Monitoramento Ambiental. Protocolo para Análise de clorofila a e feopigmentos pelo método fluorímetro TD 700. Vitória, Espírito Santo, 1998. p.1-21.

BIFFE, D.F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; FRANCHINI, L.H.M.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; CAVALIERI, S.D. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no Noroeste do Paraná. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.471-478, 2010.

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

BOTELLA-PAVÍA, P.; RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, M. Carotenoid biotechnology in plants for nutritionally improved foods. **Physiology Plant**. v.126, p.369-381, 2006.

BRIGHENTI, A.M. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: **Agropecuária**, p.15-57, 2001.

BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR., R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.251-257, 2004.

BRITTON, G. Carotenoids in chloroplast pigment-protein complexes. In: Sundqvist C, Ryberg M (eds) **Pigment - Protein Complexes in Plastids: Synthesis and Assembly**. Academic Press, New York, p.447-483, 1993.

CAMARA, B.; HUGUENEY, P.; BOUVIER, F.; KUNTZ, M.; MONEGER, R. Biochemistry and molecular biology of chromoplast development. **Int Rev Cytoln**, v.163, p.175-247, 1995.

CAMPOS, M.K.F. **Relações hídricas, trocas gasosas e atividade de enzimas antioxidantes em plantas transgênicas de citrumele 'swingle' com alto acúmulo de prolina submetidas ao déficit hídrico**. 2009. 122f. Dissertação (Agronomia – área de concentração em Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná. 2009.

CARVALHO, J.E.B.; ARAÚJO, A.M.A.; CALDAS, R.C. Período de controle de plantas infestantes na citricultura da Bahia e Sergipe. **Comunicado Técnico 87**. Cruz das Almas - BA, Embrapa, 4p, 2003a.

CARVALHO, J.E.B.; PITELLI, R.A.; MONTEZUMA, M.C.; CALDAS, R.C. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre a produtividade dos citros em São Paulo. **Comunicado técnico 86**, Cruz das Almas - BA, Embrapa, 4p, 2003b.

CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.1, p.99-107, 2014.

CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.293-301, 2007.

COSTA, R.C.L. da; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.1371-1379, 1988.

CRUZ, D.L.S.; RODRIGUES, G.S.; DIAS, F.O.; MARIA, J.; ALVES, A.; ALBUQUERQUE, J.A.A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v.3, n.1, p.58-63, 2009.

CURY, J.P.; SANTOS, J.B.; SILVA, E.B.; BYRRO, E.C.M.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F.P.; VALADÃO SILVA, D. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta daninha**, v.30, n.2, p. 287-296, 2012.

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

DAVIES, F.S. An overview of climatic effects on citrus flowering and fruit quality in various parts of the world. In: CITRUS FLOWERING; FRUITING SHORT COURSE, 1., 1997, Lake Alfred. **Proceedings...** Lake Alfred: CREC/IFAS, 1997. Disponível em: <<http://www.fcprac.ifas.ufl.edu/UF%20IFAS%20Short%20Course%20Proceedings/citrusflowering.htm>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2015.

DEMMIG-ADAMS, B.; GILMORE, A.M.; ADAMS, W.W. In vivo functions of carotenoids in higher plants. **The FASEB Journal**, v.10, p.403-412, 1996.

DEUSCHLE, K.; FUNCK, D.; FORLANI, G.; STRANSKY, H.; BIEHL, A.; LEISTER, D.; VANDER GRAAFF, E.; KUNZE, R.; FROMMER, W.B. The role of D1 - pyrroline-5-carboxylate dehydrogenase in proline degradation. **Plant Cell**, v.16, p.3413-3425, 2004.

ELTHON, T.E.; STEWART, C.R. Submitochondrial location and electron transport characteristics of enzymes involved in proline oxidation. **Plant Physiol**, v.67, p.780-784, 1981.

FAO. **Faostat data 2014**. Disponível em: <http://faostat.fao.org> Acesso em 10 de janeiro de 2014.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.171-177, 2000.

FERREIRA, E.A.; SILVA, E.B.; CARVALHO, F.P.; SILVA, D.V.; SANTOS, J.B. Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-mansão. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p.3788-3798, 2013.

FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; FARIA, A.T.; TORRES, L.G.; ROCHA, P.R.R. e SANTOS, J.B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.1, p.65-73, 2012.

FILIPPOU, P.; BOUCHAGIER, P.; SKOTTI, E.; FOTOPOULOS, V. 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**, v.97, p.1-10, 2014.

FONTES, J.R.A.; NASCIMENTO FILHO, F.J. Acúmulo de nutrientes minerais em plantas daninhas de ocorrência comum em guaranazais. **Circular Técnica (CPAA)**, Manaus, v.38. p.1-6, 2013.

FREITAS, R.S.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEREIRA, P.C.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R.; SEDIYAMA, T. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mandioquinha-salsa. **Planta daninha**, v.22 n.4, p.499-506, 2004.

GAVIOLI, V.O. **Efeitos da época e extensão do período de controle de plantas daninhas sobre a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em duas épocas de semeadura**. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1985. 62p. Trabalho de Graduação em Agronomia.

GONÇALVES, G. S.; SILVA, J.F.; DAMASCENO, L.A.; CAVALCANTE, A.M.L.N.; MILEO, L. J. **Estrutura fitossociológica de comunidades de plantas infestantes em pomares de laranjeira no estado do Amazonas**. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 2012, Campo Grande. XXVIII CBCPD. A Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia. São Paulo: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. v.1.

GONÇALVES, G.S., SILVA FILHO, R. C., MILEO, L. J., GAMA, L. A., GARCIA, M. V. B., CARVALHO, J. E. B., SILVA, J. F. **Pigmentos fotossintéticos e acúmulo de prolina em folhas de laranjeiras associados ao período crítico de interferência**. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2014, Gramado. Ciência das Plantas Daninhas, 2014.

GRAVOIS, K.A.; HELMS, R.S. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate. **Agronomy Journal**, v.84, n.1, p.1-4, 1992.

HARE, P.D.; CRESS, W.A. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. **Plant Growth Regulation**, v.21, p.79-102, 1997.

HU, C.A.; DELAUNEY, A.J.; VERMA, D.P.S. A bifunctional D1-enzyme pyrroline-5-carboxylate synthetase catalyzes the first two steps in proline biosynthesis in plants. **Proc Natl Acad Sci USA**, v.89, p.9354-9358, 1992.

HU, C.A.; LIN, W.W.; VALLE, D. Cloning, characterization and expression of cDNAs encoding human D1-pyrroline-5-carboxylate dehydrogenase. **Journal of Biological Chemistry**, v.271, p.9795-9800, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Estadual**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=to&tema=lavourapermanente2012>>. Acesso em: 15 out. 2014.

JORDAN, L.S. Efeito das plantas daninhas e seu controle nas plantas cítricas. In: Seminário Internacional de Citros, 2, 1992, Bebedouro. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargil, 1992. p.163-171.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

MAGGIO, A.; MIYAZAKI, S.; VERONESE, P.; FUJITA, T.; IBEAS, J.I.; DAMSZ, B.; NARASIMHAN, M.L.; HASEGAWA, P.M.; JOLY, R.J.; BRESSAN, R.A. Does proline accumulation play an active role in stress-induced growth reduction? **Plant Journal**, v.31, p.699-712, 2002.

MARIJUAN, M.P.; BOSCH, S.M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, v.18, p.660-666, 2013.

MARTINS, D.; PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim das águas: efeitos de espaçamentos, variedades e períodos de convivência. **Planta Daninha**, v.12, n.2, p.87-92, 1994.

MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. 929 p.

MELO, H.B.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ROCHA, V.S.; SILVA, C.M.M. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p. 187-191, 2001.

MEROTTO JR., A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; ALMEIDA, M.L. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.9-16, 2002.

MESCHEDE, D.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período anterior à interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.239-246, 2004.

MONTEIRO, G.F.P. **Período crítico de interferência de plantas daninhas na cultura dos citros no município de Manaus**. 49f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical na área de concentração de Produção Vegetal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

MONTEIRO, J.G.; CRUZ, F.J.R.; NARDIN, M.B.; SANTOS, D.M.M. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.49, n.1, p.18-25, 2014.

MUSSI, L. **Eficiência fotodinâmica das protoporfirinas IX de magnésio e zinco**. 2003. 73p. Dissertação (Mestrado em Química) - Curso de Pós-graduação em Química, Instituto de Química, Unicamp.

NASCIMENTO, M.N.; ALVES, J.D.; SOARES, Â.M.; CASTRO, E.M.; MAGALHÃES, M.M.; ALVARENGA, A.A.; SILVA, G.H. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiro associadas a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1300-1307, 2008.

NEVES, M.F; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. 2010. FEA/ USP Ribeirão Preto. [http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o\\_retrato\\_da\\_citricultura\\_brasileira\\_baixa.pdf](http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o_retrato_da_citricultura_brasileira_baixa.pdf).

NORDBY, D.E.; ALDERKS, D.L.; NAFZIGER, E.D. Competitiveness with weeds of soybean cultivars with different maturity and canopy width characteristics. **Weed Technology**, v.21, n.4, p.1082-1088, 2007.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, P.C.G.; FARIAS, P.R.S.; LIMA, H.V.; FERNANDES, A.R.; OLIVEIRA, F.A.; PITA, J.D. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo e da produtividade de citros na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.708-715, 2009.

PHANG, J. M. The regulatory functions of proline and pyrroline-5-carboxylic acid. **Current Topics in Cellular Regulation**, v.25, p.91-132, 1985.

PITELLI, R.A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, v.4, n.12, p.25-35, 1987.

PITELLI, R.A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal ConSerb**, v.1, n.2, p.1-7, 2000.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuária**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 37.

RAYAPATI, P.J.; STEWART, C.R.; HACK, E. Pyrroline-5-carboxylate reductase is in Pea (*Pisum sativum* L.) leaf chloroplasts. **Plant Physiol**, v.91, p.581-586, 1989.

REUTHER, W. **Citrus**. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. Ecophysiology of tropical crops. London: Academic Press, 1977, p.409-439.

RONCHI, C.P.; TERRA, A.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.219-227, 2003.

ROSA, L.C.; FEISTEL, P.R.; MEDEIROS, F.S.B.; LOPES, T.A.M. Barreiras dos Estados Unidos às exportações do suco de laranja brasileiro. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.37, p.27-57, 2013.

SARADHI, P.; ALIA, P.; ARORA, S.; PRASAD, K.V. Proline accumulates in plants exposed to UV radiation and protects them against UV induced peroxidation. **Biochem Biophys Res Commun**, v.209, p.1-5, 1995.

SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.361-371, 2002.

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

SIRIPORNADULSIL, S.; TRAIN, S.; VERMA, D.P.S.; SAYRE, R.T. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. **Plant Cell**, v.14, p.2837-2847, 2002.

SOARES, I.A.A.; FREITAS, F.C.L.; NEGREIROS, M.Z.; FREIRE, G.M.; AROUCHA, E.M.M.; GRANGEIRO, L.C.; LOPES, W.A.R.; DOMBROSKI, J.L.D. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade de cenoura. **Planta Daninha**, v.28, p.247-254, 2010.

SOUZA, D.R. **Avaliação da Utilização de Tecnologia da Informação em Propriedades de Citricultura**. São José do Rio Preto: (Tecnologia em Agronegócio). FATEC (Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto), 2010. 35 p.

SZÁBADOS, L.; KOVACS, H.; ZILBERSTEIN, A.; BOUCHEREAU, A. Plants in extreme environments: importance of protective compounds in stress tolerance. TURKAN, I (Ed.). **Plant responses to drought and salinity stress: developments in a postgenomic Era**. London: Elsevier, 2011. p.105-150. (Advances in botanical research, 57).

SZOKE, A.; MIAO, G.H.; HONG, Z.; VERMA, D.P.S. Subcellular location of D1-pyrroline-5-carboxylate reductase in root/nodule and leaf of soybean. **Plant Physiol**, v.99, p.1642-1649, 1992.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 693p.

TAZIMA, Z.H.; AULER, P.A.M.; NEVES, C.S.V.J.; YADA, I.F.U.; LEITE JÚNIOR, R.P. Comportamento de clones de laranja Valência na região norte do Paraná, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.970-974, 2008.

TOMASO, J.M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.491-497, 1995.

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

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo - RS: Embrapa Trigo, 2008. 779p.

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

VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799.

YORK, A.C., COBLE, H.D. Panicum interference in peanut. **Weed Science**, v.25, n.1, p.43-47, 1977.

YOSHIBA, Y.; KIYOSUE, T.; NAKASHIMA, K.; YAMAGUCHISHINOZAKI, Y.; SHINOZAKI, K. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress. **Plant and Cell Physiology**, v.38, p.1095-1102, 1997.



**CAPÍTULO I - PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
INFESTANTES EM LARANJEIRA 'PERA' NO AMAZONAS**

## RESUMO

A carência de informações sobre períodos críticos de interferência de plantas infestantes, no estado do Amazonas, não permite ao citricultor controlar as plantas infestantes na época mais adequada e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção da laranja. O objetivo deste trabalho foi identificar o período crítico de interferência de plantas infestantes na cultura da laranjeira e avaliar seus efeitos sobre a queda prematura de frutos, a produtividade, o rendimento em suco e suas características químicas. O experimento foi conduzido durante duas safras consecutivas no estado do Amazonas (2013 e 2014). Os tratamentos de interferência de plantas infestantes em laranjeira foram baseados no balanço hídrico da região com os seguintes períodos de interferência: de outubro a janeiro; fevereiro a maio; junho a setembro; de outubro a maio; outubro a janeiro e de junho a setembro; fevereiro a setembro; sem interferência das plantas infestantes – tratamento controle; e sem interferência com práticas de manejo do produtor. O controle das plantas infestantes foi obtido com glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1}$  e.a.). O tratamento com interferência das plantas infestantes no período de outubro a maio aumentou a queda de frutos prematuros e reduziu o número de frutos por planta e a produtividade. A interferência das plantas infestantes nesse período promoveu incremento dos sólidos solúveis (SS), da acidez total (AT) e reduziu os valores da relação SS/AT. O período crítico de interferência de plantas infestantes para a cultura da laranjeira foi de outubro a maio.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, plantas daninhas, produtividade, queda de frutos.

## ABSTRACT

The lack of information about critical period of weed interference in the state of Amazonas, does not allow the grower to control weeds in the most appropriate time and, consequently, reduce the orange production costs. The aim of this study was to identify the critical period of weed interference in the orange culture and the effects on premature fruit drop, productivity, juice and chemical characteristics of the fruit. The experiment was installed in October 2012 for two consecutive harvest times in the state of Amazonas, Brazil. The plant weed interference treatments in orange were based on hydroclimatological balance in the region with the following periods of interference: from october to january; february to may; june to september; october to may; october to january and june to september; from february to september; without interference of weed - control treatment; and without interference - producer management practices. The control of weed was obtained using the herbicide glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1} \text{ e.a.}$ ). Treatment with interference of weed in the period from october to may increased to fruit drop and reduced the number of fruits per plant and the productivity. Interference of weed during this period promoted increase in soluble solids (SS), total acidity (TA) and reduced the values of SS/TA ratio. The critical period of weed interference in the culture of orange was found to be from october to may.

**Key-words:** *Citrus sinensis*, weeds, productivity, fruit drop.

## 1 INTRODUÇÃO

O estado do Amazonas é o segundo maior produtor de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) da Região Norte do Brasil, com produção de 49.856 t em 2013, atrás do Pará com 197.766 t. A área colhida com citros é de aproximadamente 2.651 ha, com a maior produtividade média da região de 18,81 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014).

A competição exercida pelas plantas daninhas constitui um dos principais fatores que limitam a produtividade da laranjeira. A intensidade da competição normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produtividade ou pela redução no crescimento da planta cultivada em resposta à competição pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente, como CO<sub>2</sub>, água, luz e nutrientes (AGOSTINETTO et al., 2008). Além de causar prejuízos, a interferência de plantas infestantes deprecia a qualidade física e química do produto colhido (SOARES et al., 2010).

As escassas pesquisas sobre o período crítico de interferência das plantas infestantes em citros foram desenvolvidas nas regiões Nordeste e Sudeste do País. Ainda não existe um período crítico de interferência definido para o controle de plantas daninhas em citros para a Região Norte. De acordo com Pitelli (1985), o período crítico de prevenção à interferência indica o período crítico para aplicação de medidas de controle das plantas daninhas, que, se não for realizado, pode acarretar perdas intensas na produtividade. O autor afirma que o período crítico de interferência pode variar consideravelmente entre culturas, ambientes, climas e solos.

Para os estados da Bahia e de Sergipe, o período de interferência de plantas daninhas em citros é de setembro/outubro a abril/maio. A interferência das plantas infestantes nesse período reduziu a produtividade em 34% (CARVALHO et al., 2003a). Nas condições de São

Paulo, a interferência das plantas infestantes na citricultura no período de outubro/novembro a fevereiro/março ocasionou perda de 25% da produtividade (CARVALHO et al., 2003b).

Em outras culturas de interesse econômico, como seringueira (*Hevea brasiliensis* L.), no sudeste do Brasil, a competição com plantas infestantes do quarto ao nono mês após o plantio reduziu a altura das plantas, a área foliar e a massa seca das folhas em mais de 90% (GUZZO et al., 2014). Na cultura da mandioca, em Minas Gerais, as perdas de produtividade chegaram a 80% quando as plantas daninhas não foram controladas de 25 dias a 75 dias após a emergência (ALBUQUERQUE et al., 2008). No oeste do Paraná, a permanência de plantas infestantes no período de 66 dias a 91 dias após o plantio reduziu 90% da produção de raízes (COSTA et al., 2013).

Para a cultura do café (*Coffea arabica* L.), em Jaboticabal-SP, de acordo com DIAS et al. (2005), o período crítico de prevenção à interferência foi dos 15 dias aos 88 dias após o plantio. Também com *C. arabica*, em Monte Alegre-MG, a coexistência da cultura com plantas infestantes durante todo o ano reduziu a produção de frutos em mais de 85% no primeiro ano e 99% no terceiro ano de competição (LEMES et al., 2010). Para o eucalipto, em Piratininga-SP, o período crítico de prevenção à interferência foi dos 114 dias aos 166 dias após o plantio (TOLEDO et al., 2003). Porém, segundo Costa et al. (2004), esse período pode variar com as espécies de plantas infestantes na área e com a época de competição.

O objetivo desta pesquisa foi identificar o período crítico de interferência de plantas infestantes na cultura da laranjeira 'Pera' no estado do Amazonas e avaliar seus efeitos na queda prematura de frutos, na produtividade, no rendimento em suco e em suas características químicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de produção comercial de laranja variedade ‘Pera’, na Fazenda F. M. I. Citros, no município de Rio Preto da Eva, Estado do Amazonas (02°42’5,4” S, 59°26’07,8” W), durante os anos agrícolas de 2013 e 2014. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Af, quente úmido, temperatura constantemente alta, valores médios de 23,5°C e 31,2°C para mínima e máxima, respectivamente, e precipitações em torno de 2.200 mm ano<sup>-1</sup> (ALVARES et al., 2013). A distribuição mensal da precipitação pluviométrica e o balanço hídrico da região de estudo no período experimental estão descritos na figura 1.

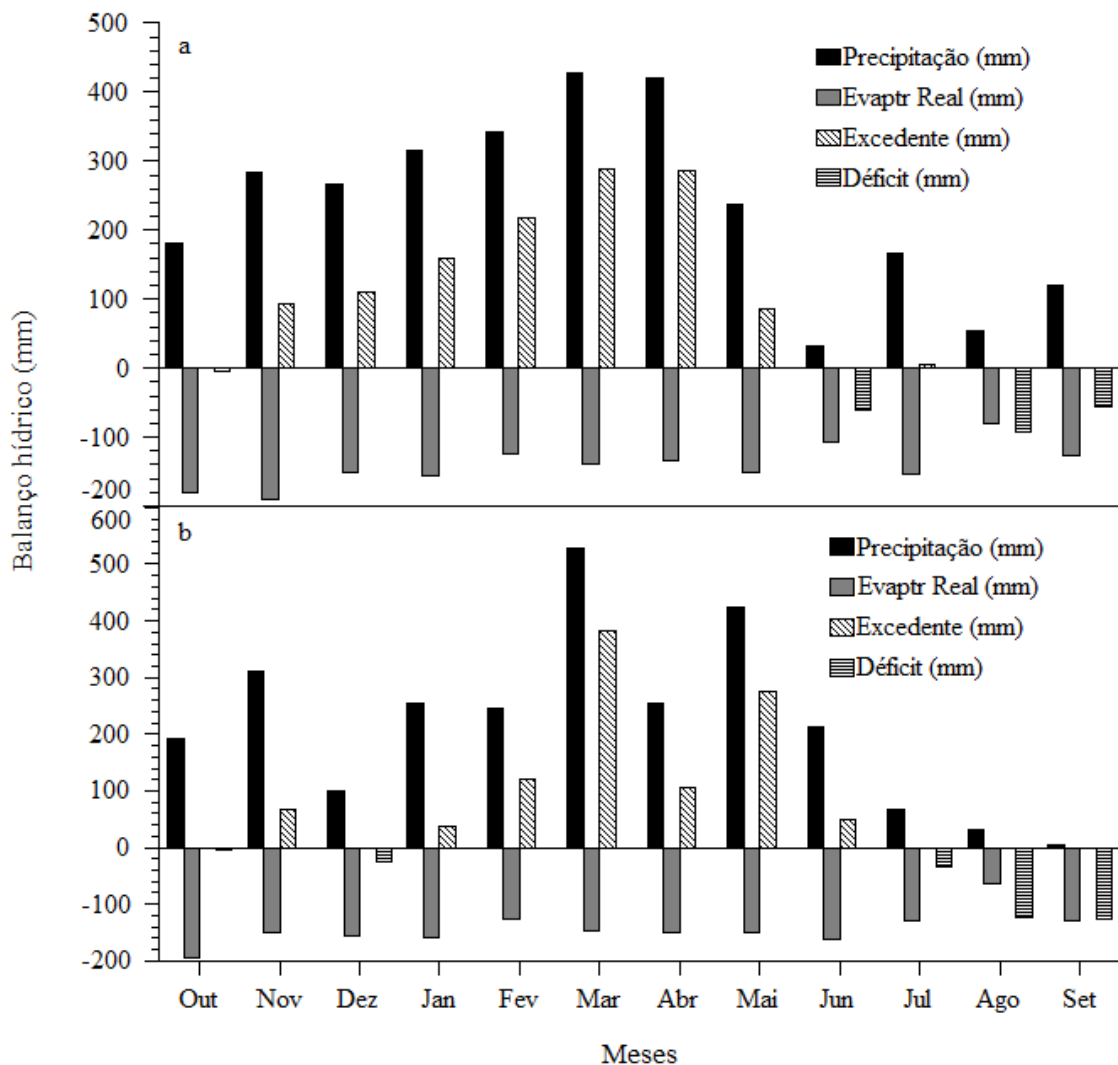


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais, nos anos agrícolas de 2013 (a) e de 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014.

O pomar de laranjeiras apresentava plantas com bom aspecto fitossanitário, espaçadas 6,0 m x 4,0 m, com nove anos de idade, aproximadamente. Segundo o proprietário da área experimental, o controle das plantas infestantes na propriedade era realizado com três aplicações de glifosato na dose de 1.720 g e.a. ha<sup>-1</sup> e duas a três roçadas mecanizadas por ano nas linhas de plantio. Ainda, segundo informações fornecidas pelo proprietário, sempre que necessário o solo era adubado e tinha sua acidez corrigida, conforme os resultados de análise de solo, e as plantas submetidas a tratos culturais como, poda de limpeza, eliminação de plantas doentes e indução floral.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos de interferência de plantas infestantes, com base no balanço hidroclimatológico da região (MOTA & MEDEIROS, 2002). Os tratamentos corresponderam a seis períodos de interferência (outubro a janeiro, fevereiro a maio, junho a setembro, outubro a maio, outubro a janeiro e de junho a setembro, e fevereiro a setembro); um tratamento - controle das plantas infestantes durante todo o ano agrícola; e o manejo exclusivo de plantas infestantes conforme práticas do produtor (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e períodos de controle (intervalo em branco). Manaus, AM, 2014.

Tratamentos	Períodos de interferência, em meses (outubro de 2012 a setembro de 2014)											
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
1	■				X <sup>(1)</sup>				X			
2	X				■				X			
3	X				X				■			
4	■								X			
5	■				X				■			
6	X			■								
7	X				X				X			

---

<sup>(1)</sup>Época de aplicação do glifosato.

O controle das plantas infestantes nos tratamentos foi obtido com glifosato na dose de 1.720 g e.a. ha<sup>-1</sup>, acrescido do adjuvante Assist a 0,5% v/v e pulverizado nas linhas de plantio das laranjeiras, em unidades amostrais compostas por 15 plantas, sendo as três centrais consideradas úteis.

A aplicação do produto foi feita com pulverizador costal elétrico, equipado com bico tipo leque 80.02. O pH da água de pulverização foi corrigido para 4,0 com adição de ácido fosfônico e aferido com auxílio de peagâmetro digital portátil. Sempre que necessário, foram roçadas as entrelinhas para facilitar os tratos culturais.

A análise de solo da área experimental classificado como Argissolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa na profundidade de 0 cm a 20 cm indicou os seguintes atributos: pH (H<sub>2</sub>O) 4,45; 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 36,0 mg dm<sup>-3</sup> de K; 0,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al; 5,03 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al; 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 3,64 dag kg<sup>-1</sup> de MO; 0,96 mg dm<sup>-3</sup> de Zn; 184 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 2,2 mg dm<sup>-3</sup> de Mn; 0,3 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 214 g kg<sup>-1</sup> de areia; 136 g kg<sup>-1</sup> de silte; e 650 g kg<sup>-1</sup> de argila.

As características avaliadas foram: número de frutos imaturos caídos, número de frutos colhidos por planta, produtividade, sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT e índice tecnológico (IT). Na estimativa dos frutos imaturos caídos, todos os frutos encontrados sob a copa das plantas úteis, antes da colheita, foram contados. As contagens foram feitas mensalmente e o resultado da última contagem foi somado ao resultado da anterior.

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 por planta e do número de plantas por ha, expressa em t ha<sup>-1</sup>.



Para as análises de rendimento em suco e suas características químicas, amostras de 15 frutos maduros, colhidos ao acaso, das plantas úteis, foram coletadas por unidade experimental. A extração de suco foi em extrator semi-industrial. O rendimento em suco (RS), conforme Tazima et al. (2009), expresso em porcentagem, foi estimado por meio da expressão:

$$RS = VS/PF \times 100$$

em que: VS = volume de suco de 15 frutos (mL) e PF = peso de 15 frutos (g). O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado pela leitura direta em refratômetro Instrutherm<sup>®</sup>, modelo dbr45. A acidez titulável (AT) foi 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. O índice tecnológico (IT) ou quantidade de sólidos solúveis no suco, em uma caixa de 40,8 kg (kg de SS caixa<sup>-1</sup>), foi calculado conforme a equação de Di Giorgi et al. (1993):

$$IT = [RS \times SS \times 40,8]/10.000$$

em que: RS = rendimento em suco; SS = sólidos solúveis. O resultado foi expresso em quilograma de sólidos solúveis totais por caixa. Para análise das características químicas em laboratório, homogeneizaram-se as laranjas dos blocos de campo por tratamento e o suco extraído foi analisado em quatro repetições.

Os dados de queda prematura de frutos, número de frutos por planta, produtividade, rendimento em suco e suas características químicas foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do *software* Assistat.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os anos agrícolas 2013 e 2014, a interferência causada pelas plantas infestantes na laranjeira só não influenciou o rendimento em suco (RS) e o índice tecnológico (IT) (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da Anova para queda prematura de frutos (QF), número de frutos planta<sup>-1</sup> (NFP), produtividade (PROD), rendimento em suco (RS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT e índice tecnológico (IT). Manaus, AM, 2014.

FV	GL	Valores do teste F							
		QF	NFP	PROD	RS	SS	AT	SS/AT	IT
Anos agrícolas 2013 e 2014									
Blocos	3	0,988 <sup>ns</sup>	5,435**	7,255**	0,763 <sup>ns</sup>	0,225 <sup>ns</sup>	2,579 <sup>ns</sup>	0,811 <sup>ns</sup>	0,568 <sup>ns</sup>
Ano (A)	1	14,110**	43,018**	32,507**	4,881 <sup>ns</sup>	86,778**	131,242**	216,020**	0,150 <sup>ns</sup>
Período (P)	7	6,854**	6,557**	2,824*	0,315 <sup>ns</sup>	33,227**	15,218**	10,192**	0,500 <sup>ns</sup>
A x P	7	2,782*	0,915 <sup>ns</sup>	0,510 <sup>ns</sup>	0,542 <sup>ns</sup>	17,071**	24,059**	15,364**	1,498 <sup>ns</sup>
Resíduo	45	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	63	-	-	-	-	-	-	-	-

(P) Períodos de interferência; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade; \* e \*\* significativos a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

A interferência reduziu a produtividade e o número de frutos por planta, aumentou a queda de frutos imaturos, os sólidos solúveis totais, a acidez titulável e a razão SS/AT (Figura 2 e Tabela 3).

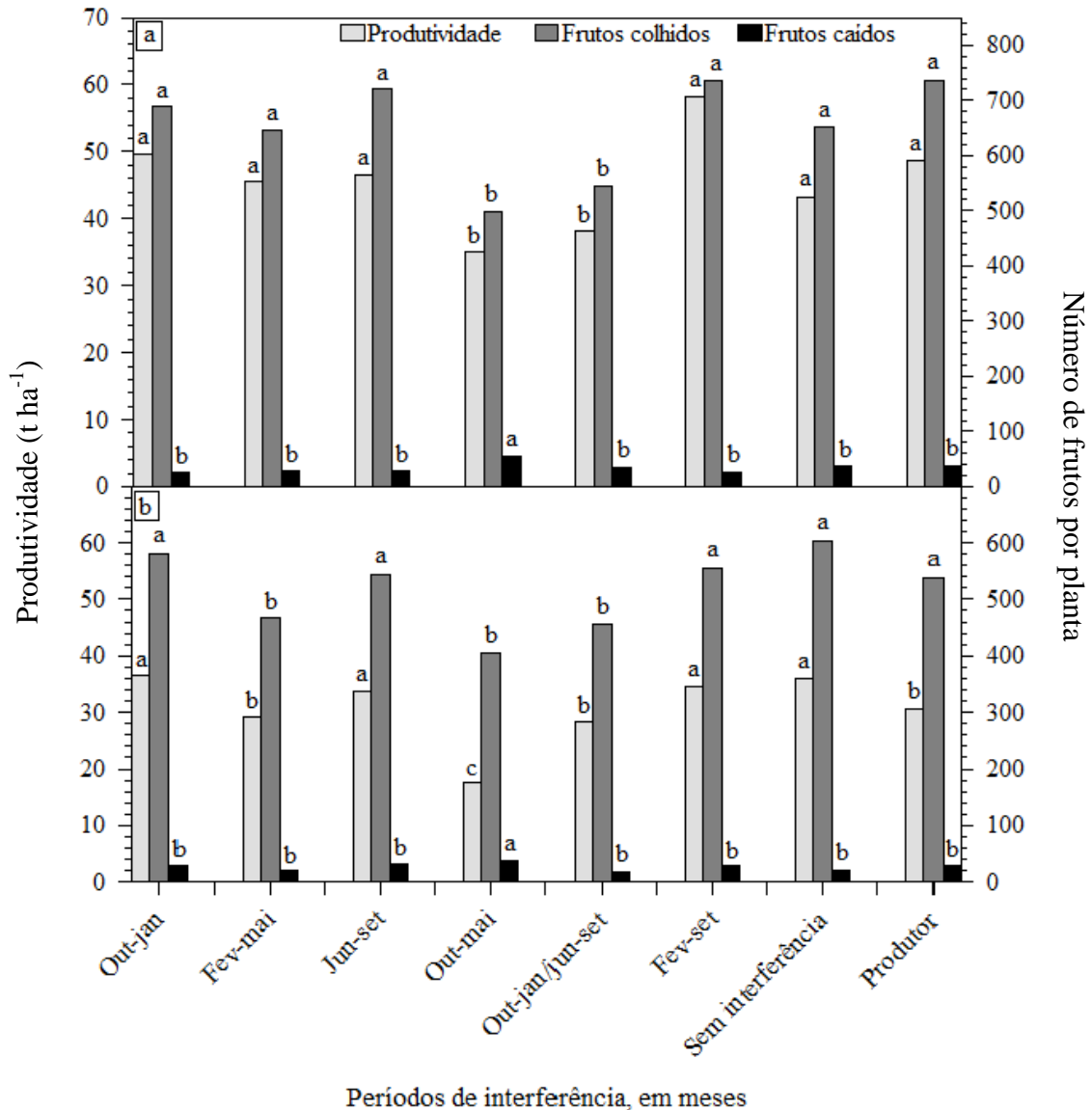


Figura 2 - Produtividade (t ha<sup>-1</sup>), número de frutos colhidos e frutos caídos por laranjeira submetida ou não a diferentes períodos de interferência de plantas infestantes para as safras 2013 (a) e 2014 (b). Letras iguais para a mesma característica não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Manaus, AM, 2014.

Tabela 3 - Características químicas do suco de frutos de laranjeiras 'Pera' submetidas ou não a diferentes períodos de interferência de plantas daninhas, nos anos agrícolas 2013 e 2014. Manaus, AM, 2014.

Tratamentos de interferência	Sólidos solúveis (SS)		Acidez titulável (AT)		SS/AT	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
	------%-----					
Out.-jan.	8,82 cB	9,12 cA	0,66 aA	0,61 dB	13,20 cB	14,89 bA
Fev.-mai.	8,40 dB	9,17 cA	0,64 bB	0,66 bA	13,09 cB	13,88 cA
Jun.-set	9,12 bA	8,97 dA	0,65 bA	0,65 bA	13,91 bA	13,61 cA
Out-mai.	9,45 aA	9,57 aA	0,63 cB	0,75 aA	14,52 aA	12,62 dB

Out.-jan./jun.-set	8,82 cA	8,62 eB	0,65 bA	0,58 dB	13,56 cB	14,85 bA
Fev.-set.	8,80 cB	9,12 cA	0,66 aA	0,59 dB	13,09 cB	15,24 aA
Sem interf.	8,90 cB	9,27 cA	0,67 aA	0,63 cB	12,12 cB	14,63 bA
Manejo-produtor	8,75 cB	9,37 bA	0,67 aA	0,63 cB	13,04 cB	14,72 bA
CV(%)	1,49	1,00	1,83	1,17	2,57	1,57

Valores na linha, seguidos de mesma letra maiúscula, e na coluna, de mesma letra minúscula, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

O fator ano afetou todas as características avaliadas, exceto o RS e o IT. A interação ano vs. período de interferência foi significativa para queda de frutos imaturos, SS, AT e razão SS/AT (Tabela 2).

A queda de frutos imaturos, nas duas safras, foi mais acentuada quando a interferência das infestantes ocorreu de outubro a maio do ano seguinte (Figura 2). A maior queda de frutos verificada nesse tratamento pode estar relacionada à maior produção endógena de ácido abscísico (ABA), cujos níveis apresentam-se altos em ovários em desenvolvimento e aumentam durante períodos de estresses ambientais (DAVIES et al., 2005; AGUSTÍ et al., 2007; GOREN, 2010). Em citros, a queda de frutos também tem sido relacionada ao aumento nos níveis endógenos de etileno. O etileno induz as enzimas celulases a degradar a parede celular da zona de abscisão, reduzindo a força que mantém o fruto preso ao ramo, facilitando seu desprendimento e queda (GOREN, 2010).

Em relação ao número de frutos colhidos por planta nos dois anos de produção, a menor contagem foi verificada em plantas que sofreram interferência das infestantes de outubro a maio do ano seguinte ou de outubro a janeiro e junho a setembro do mesmo ano (Figura 2). O tratamento interferência de outubro a maio, comparado ao tratamento controle – sem interferência –, reduziu a quantidade de frutos por planta em 24% para a safra de 2013 e em 32% para a safra de 2014 (Figura 2). O menor número de frutos colhidos por planta no período de interferência de outubro a maio (Figura 2) pode estar relacionado à maior queda de

frutos imaturos verificada neste tratamento, que pode ter ocorrido pela maior competição das plantas infestantes pelos nutrientes, e menor oferta destes recursos às plantas cultivadas.

Para a produtividade, nos dois anos agrícolas, os menores valores também foram obtidos no tratamento com interferência de outubro a maio. A produtividade da safra de 2013 foi significativamente maior do que a safra de 2014 (Figura 2). Em comparação ao tratamento controle – sem interferência –, a produtividade daquele tratamento foi 19% menor para a safra de 2013 e 51% menor para a safra de 2014 (Figura 2). A menor produtividade pode estar relacionada à menor produção de frutos por planta no referido tratamento de interferência. Segundo Oliveira et al. (2009), o número de frutos por planta é o principal fator de variação de produtividade em citros.

Para as condições dos estados da Bahia e de Sergipe, de acordo com Carvalho et al. (2003a), o período crítico de interferência em citros ocorre de setembro/outubro a abril/maio do ano subsequente. Consoante esses autores, para as condições do Nordeste, é neste período, considerado seco, que 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 da laranjeira.

Em contraste com os resultados obtidos nas condições do nordeste brasileiro, a maior interferência na produtividade ocorreu no período de maior disponibilidade hídrica no solo (Figuras 1 e 2). Isto pode ser um indicativo de que a produtividade em citros não é afetada unicamente pela disponibilidade de água no solo, mas também por outros estresses como escassez de nutrientes, alta temperatura, entre outros. Nessas condições, é de outubro a maio, com a chegada da estação chuvosa, que as infestantes encontram boas condições de crescimento e desenvolvimento (ALBERTINO et al., 2009), com maior demanda e competição dos recursos do meio, causando o seu exaurimento no solo, e estresse à cultura.

O rendimento em suco (RS) e o índice tecnológico (IT) não diferiram entre tratamentos nem entre anos de produção. O RS ficou acima de 45%, mínimo exigido pelo mercado para laranja 'Pera' (CEAGESP, 2011). O RS médio foi de 52,35% para a safra de 2013 e de 50,48% para a safra de 2014 (Tabela 3). O IT foi de 1,90 kg de sólidos solúveis caixa<sup>-1</sup> para a safra de 2013 e de 1,88 kg caixa<sup>-1</sup> para a de 2014. O IT, que determina o rendimento industrial, é influenciado por todos os fatores que afetam a produção (MIRANDA & CAMPELO JUNIOR, 2010).

Nos dois anos agrícolas, o maior valor de SS foi observado no tratamento de interferência de outubro a maio. Para esse tratamento, a porcentagem de SS nos frutos foi de 9,45% na safra de 2013 e de 9,57% na de 2014 (Tabela 3). Com exceção dos tratamentos de interferência de junho a setembro, de outubro a maio e outubro a janeiro e de junho a setembro, todos os outros tiveram significativo aumento na porcentagem de SS na safra de 2014. Os maiores valores de SS no tratamento de interferência de outubro a maio podem ter ocorrido porque a amostragem, nas duas safras, foi realizada na época de pouca disponibilidade hídrica no solo (final de setembro) (Figura 1) e neste tratamento, em virtude da maior competição das plantas infestantes, teria menos oferta da água para a cultura. De acordo com Cruse et al. (1982) a diminuição da disponibilidade de água causa aumentos sensíveis na concentração de SS do fruto e elevação da concentração interna de açúcares. Redução da precipitação durante a maturação causou aumento significativo no teor de SS em lima ácida 'Tahiti' (MIRANDA & CAMPELO JUNIOR, 2010). Em laranjeira 'Pera' no norte do Paraná, Tazima et al. (2010) observaram diminuição do teor de SS durante períodos de elevada precipitação, o que corrobora os resultados desta pesquisa.

O aumento do teor de SS nos frutos colhidos na safra de 2014 pode está relacionado a uma menor produção de frutos nessa safra, em comparação a de 2013, e uma maior concentração de açúcares nos mesmos. A redução na quantidade de frutos por planta também

aumentou o teor de SS em tangerina 'Ponkan' em trabalhos realizados por Cruz et al. (2009; 2010) e por Moreira et al. (2012).

Os valores de AT não atingiram 1% de ácido cítrico, ficando compreendidos no padrão mínimo estabelecido para frutos de mesa (CEAGESP, 2011). Na safra de 2013, os maiores valores de acidez foram observados nos tratamentos controle e práticas de manejo do produtor (0,67%). A AT do suco da safra 2014 foi elevada a 0,75% no tratamento com interferência das plantas infestantes de outubro a maio, diferindo significativamente dos demais tratamentos. O suco dos frutos dos tratamentos controle e manejo do produtor apresentaram 0,63% de acidez, diferindo significativamente da safra de 2013 (Tabela 3). Segundo Cruse et al. (1982), a escassez de água na planta aumenta a acidez do suco pelo efeito da concentração interna de ácido cítrico no fruto.

Para a razão SS/AT do suco da safra de 2013, os maiores valores foram observados nos tratamentos de interferência de junho a setembro (13,91) e de outubro a maio (14,52), que diferiram estatisticamente dos demais. Na safra de 2014, o aumento na concentração de ácido cítrico do suco no tratamento com interferência de outubro a maio resultou em redução significativa da razão SS/AT (Tabela 3). A elevação da acidez pode ser devida à menor disponibilidade de água no solo na época de amostragem, ao maior período de competição com plantas infestantes e à menor oferta de água às plantas cultivadas. Segundo Cruse et al. (1982), geralmente a escassez de água aumenta a concentração de sólidos solúveis totais no suco e, mais ainda, a acidez, resultando em menor valor da razão SS/AT.

#### **4 CONCLUSÃO**

O período de maior interferência das plantas infestantes no cultivo de laranjeira 'Pera' no estado do Amazonas é de outubro a maio, quando reduz a produtividade das plantas entre 23% a 34% e altera as características químicas de sólidos solúveis e acidez do suco.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, C.E.; TIRONI, S.P.; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, p.271-278, 2008.
- AGUSTÍ, J.; ZAPATER, M.; IGLESIAS, D.J.; CERCÓS, M.; TADEO, F.R.; TALON M. Differential expression of putative 9- cis-epoxycarotenoid dioxygenases and abscisic acid accumulation in water stressed vegetative and reproductive tissues of citrus. **Plant Science**, v.172, p.85-94, 2007.
- ALBERTINO, S.M.F.; MILÉO, L.J.; SILVA, J.F.; SILVA, C.A. Composição florística de plantas daninhas em um lago do Rio Solimões, Amazonas. **Planta Daninha**, v.27, p.1-5, 2009.
- ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARNEIRO, J.E.S.; CECON, P.R.; ALVES, J.M.A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v.26, p.279-289, 2008.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- CARVALHO, J.E.B.; ARAÚJO, A.M.A.; CALDAS, R.C. Período de controle de plantas infestantes na citricultura da Bahia e Sergipe. **Comunicado Técnico 87**, 4p., 2003a.
- CARVALHO, J.E.B.; PITELLI, R.A.; MONTEZUMA, M.C.; CALDAS, R.C. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre a produtividade dos citros em São Paulo. **Comunicado Técnico 86**, 4p., 2003b.
- CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de classificação de citros de mesa/CEAGESP**. São Paulo: CEAGESP, 2011. 12p.
- COSTA, A.G.F.; ALVES, P.L.C.A.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden). **Revista Árvore**, v.28, p.471-478, 2004.
- COSTA, N.V.; RITTER, L.; PERES, E.J.L.; SILVA, P.V.; VASCONCELOS, E.S. Weed interference periods in the “fécula branca” cassava. **Planta Daninha**, v.31, p.533-542, 2013.
- CRUSE, R.R.; WIEGAND, C.L.; SWANSON, W.A. The effect of rainfall and irrigation management on citrus juice quality in Texas. **Journal of American Society of Horticulture Science**. v.107, p.767-70, 1982.
- CRUZ, M.C.M.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, P.S. Qualidade de frutas de tangerineira ‘Ponkan’ submetidas ao raleio químico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.127-134, 2009.

CRUZ, M.C.M.; RAMOS, J.D.; OLIVEIRA, D.L.; MARQUES, V.B.; VILLAR, L. Características físico-químicas da tangerina 'Ponkan' submetida ao raleio químico em relação à disposição na copa. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.37-42, 2010.

DAVIES, W.J.; KUDOYAROVA, G.; HARTUNG, W. Long-distance ABA signalling and its relation to other signalling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plant's response to drought. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.24, p.285-295, 2005.

DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARCHI, R.J.; TRIBONI, H.R.; MARCHI, R.J. WAGNER, R.L. Qualidade da laranja para industrialização. **Laranja**, v.14, p.97-118, 1993.

DIAS, T.C.S.; ALVES, P.L.C.A.; LEMES, L.N. Períodos de interferência de *Commelina bengalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta Daninha**, v.23, p.397-404, 2005.

GOREN R. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in *Citrus*. **Horticultural Reviews**, v.15, p.145-182, 2010.

GUZZO, C.D.; CARVALHO, L.B.; GIANCOTTI, P.R.F.; ALVES, P.L.C.A.; GONÇALVES, E.C.P.; MARTINS, JOSÉ V.F. Impact of the timing and duration of weed control on the establishment of a rubber tree plantation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.86, p.495-504, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Estadual 2012**: situação em 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=to&tema=lavourapermanente2012>>. Acesso em: 15 out. 2014.

LEMES, L.N.; CARVALHO, L.B.; SOUZA, M.C.; ALVES, P.L.C.A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, p.1138-1143, 2010.

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

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; SILVA, F.O.R.; COSTA, A.C. Qualidade de tangerinas 'Ponkan' em função da regularidade no raleio químico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, p.303-309, 2012.

MOTA, M.R.; MEDEIROS, C.M. Balanço hídrico na região de Manaus - AM. **Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias**, UFAM, v.10, p.73-78, 2002.

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

OLIVEIRA, P.C.G.; FARIAS, P.R.S.; LIMA, H.V.; FERNANDES, A.R.; OLIVEIRA, F.A.; PITA, J.D. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo e da produtividade de citros na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.708-715, 2009.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**. v.11, p.16-27, 1985.

SOARES, I.A.A.; FREITAS, F.C.L.; NEGREIROS, M.Z.; FREIRE, G.M.; AROUCHA, E.M.M.; GRANGEIRO, L.C.; LOPES, W.A.R.; DOMBROSKI, J.L.D. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade de cenoura. **Planta Daninha**, v.28, p.247-254, 2010.

TAZIMA, Z.H.; NEVES, C.S.V.J.; STENZEL, N.M.C.; YADA, I.F.U.; LEITE JUNIOR, R. P. Produção e qualidade de frutos de cultivares de laranja-doce no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.474-479, 2009.

TAZIMA, Z.H.; NEVES, C.S.V.J.; YADA, I.F.U.; LEITE JÚNIOR, R.P. Produção e qualidade dos frutos de clones de laranjeira 'Pera' no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.189-195, 2010.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; BEZUTTE, A.J.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; VALLE, C.F.; ALVARENGA, S.F. *Brachiaria* sp. free periods and effects on the productivity of *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, v.63, p.221-232, 2003.

**CAPÍTULO II - TEORES DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E DE PROLINA  
EM FOLHAS DE LARANJEIRAS COMO INDICADORES DE PERÍODO CRÍTICO  
DE INTERFERÊNCIA**

## RESUMO

Alterações quantitativas de ordem fisiológica nos tecidos foliares de laranjeira podem ser um indicativo de interferência de plantas infestantes na cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da competição de plantas infestantes na produção de pigmentos fotossintéticos e de prolina em folhas de laranjeira e determinar o período crítico de interferência. O experimento foi conduzido de outubro de 2012 a outubro de 2014. Os tratamentos de interferência de plantas infestantes em laranjeira foram estabelecidos com base no balanço hídrico da região, com os seguintes períodos de interferência: de outubro a janeiro; fevereiro a maio; junho a setembro; de outubro a maio; outubro a janeiro e de junho a setembro; fevereiro a setembro; sem interferência das plantas infestantes – tratamento controle; e sem interferência com práticas de manejo do produtor. O controle das plantas infestantes foi com glifosato (1.720 g ha<sup>-1</sup> e.a.). As características avaliadas foram: teor de clorofila a, b, total, carotenoides e conteúdo de prolina nas folhas das laranjeiras. Os diferentes períodos de interferência de plantas infestantes não promoveram alterações significativas nos teores de clorofila a, b, total e de carotenoides em folhas de laranjeira, mas promoveram mudanças significativas no conteúdo de prolina livre nas folhas. O conteúdo de prolina livre nas folhas de laranjeira pode ser considerado um indicador de período crítico de competição com plantas infestantes.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, plantas daninhas, clorofila, carotenoides, estresse fisiológico.

## ABSTRACT

Quantitative changes of physiological order in orange 'Pera' leaf tissue may be indicative of interference of weed in the crop. The aim of this study was to evaluate the effects of competition of weed in the production of photosynthetic pigments and proline in leaves of orange tree and determine the critical period of weed interference. The experiment was installed in October 2012 and conducted until September 2014, in Rio Preto da Eva - AM. To define the treatments with and without interference of weeds in orange tree, was taken as reference the water balance in the region. The interference periods were defined considering the degree of water availability or absence in the soil: from October to January; February to May; June to September; October to May; October to January, June to September and February to September; without weeds interference (control treatment), and without interference - producer management practices. The control of weed was obtained using the herbicide glyphosate (1.720 g ha<sup>-1</sup> e.a.). The characteristics evaluated were: chlorophyll content a, b, total carotenoids and proline content in the leaves of orange trees. The different periods of weed interference did not promote significant changes in the contents of chlorophyll a, b, and total carotenoids in orange leaves, but promoted significant changes in free proline content in the leaves. The free proline content in citrus leaf can be considered an indicator of critical period of competition with weeds.

**Key-words:** *Citrus sinensis*, weeds, chlorophyll, carotenoids, physiological stress.

## 1 INTRODUÇÃO

Os frutos cítricos são os mais consumidos no mundo. O Brasil é o maior produtor mundial de laranja (*Citrus sinensis* L) (ROSA et al., 2013). No Brasil, a produção de citros se concentra principalmente no estado de São Paulo, onde a área colhida no ano de 2013 foi de 446.043 hectares. Em uma escala muito menor, com uma área colhida de 2.651 hectares, a laranja também é uma importante cultura para o estado do Amazonas (IBGE, 2014).

Há vários fatores que podem interferir na produção de laranja e dentre estes se destaca a interferência causada pelas plantas infestantes. A interferência ocorre quando o fornecimento de um ou mais fatores essenciais para o crescimento e desenvolvimento fica abaixo da demanda exigida pelas plantas (ANDERSON, 1996). Segundo Pitelli (1985), o grau de interferência de plantas infestantes em uma cultura pode estar relacionado à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (espaçamento, densidade e cultivar), ao ambiente (solo, clima e práticas de manejo adotadas) e, principalmente, ao período em que a interferência ocorre (época e duração).

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, 2002). A redução na oferta destes recursos pode provocar estresse fisiológico nas plantas, com alteração no teor de pigmentos fotossintéticos (clorofila e carotenoides) e no teor de prolina nas folhas de plantas estressadas.

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). Em culturas perenes estes estudos ainda são escassos, mas sabe-se que as plantas daninhas competem por nutrientes, especialmente o nitrogênio (N). Deficiência de N causa alterações na síntese e atividade da ribulose 1, 5 bifosfato carboxilase-

oxigenase (Rubisco), o que provoca reduções na taxa fotossintética (COSTA et al., 1988), com consequências no desenvolvimento e produtividade das culturas.

O teor de prolina nos tecidos foliares de plantas tem sido o foco de estudos de várias pesquisas (NASCIMENTO et al., 2008; CAMPOS et al., 2009; MONTEIRO et al., 2014). 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 sob estresse, o conteúdo de prolina pode aumentar até 100 vezes, em comparação ao observado em plantas cultivadas sob condições normais (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

Plantas cítricas, entre as quais a laranjeira, 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 & HANSON, 1997). Entretanto, não são conhecidos os efeitos da competição das plantas infestantes sobre o acúmulo de prolina nas folhas de laranjeiras nem se sabe se o período de competição interfere na acumulação de prolina nos tecidos.

Este estudo teve como objetivo avaliar a interferência da competição de plantas infestantes na produção de pigmentos fotossintéticos e na acumulação de prolina em folhas de laranjeira, assim como o período crítico de competição para essa cultura.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em área de produção comercial de laranja variedade ‘Pera’, na Fazenda F. M. I. Citros, no município de Rio Preto da Eva, Estado do Amazonas (02°42’5,4” S, 59°26’07,8” W), durante as safras de 2013 e 2014. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Af, quente úmido, temperatura constantemente alta, valores médios de 23,5°C e 31,2°C para mínima e máxima,



respectivamente, e precipitações em torno de 2.200 mm ano<sup>-1</sup> (ALVARES et al., 2013). A distribuição mensal da precipitação pluviométrica e o balanço hídrico da região de estudo no período experimental estão descritos na figura 1.

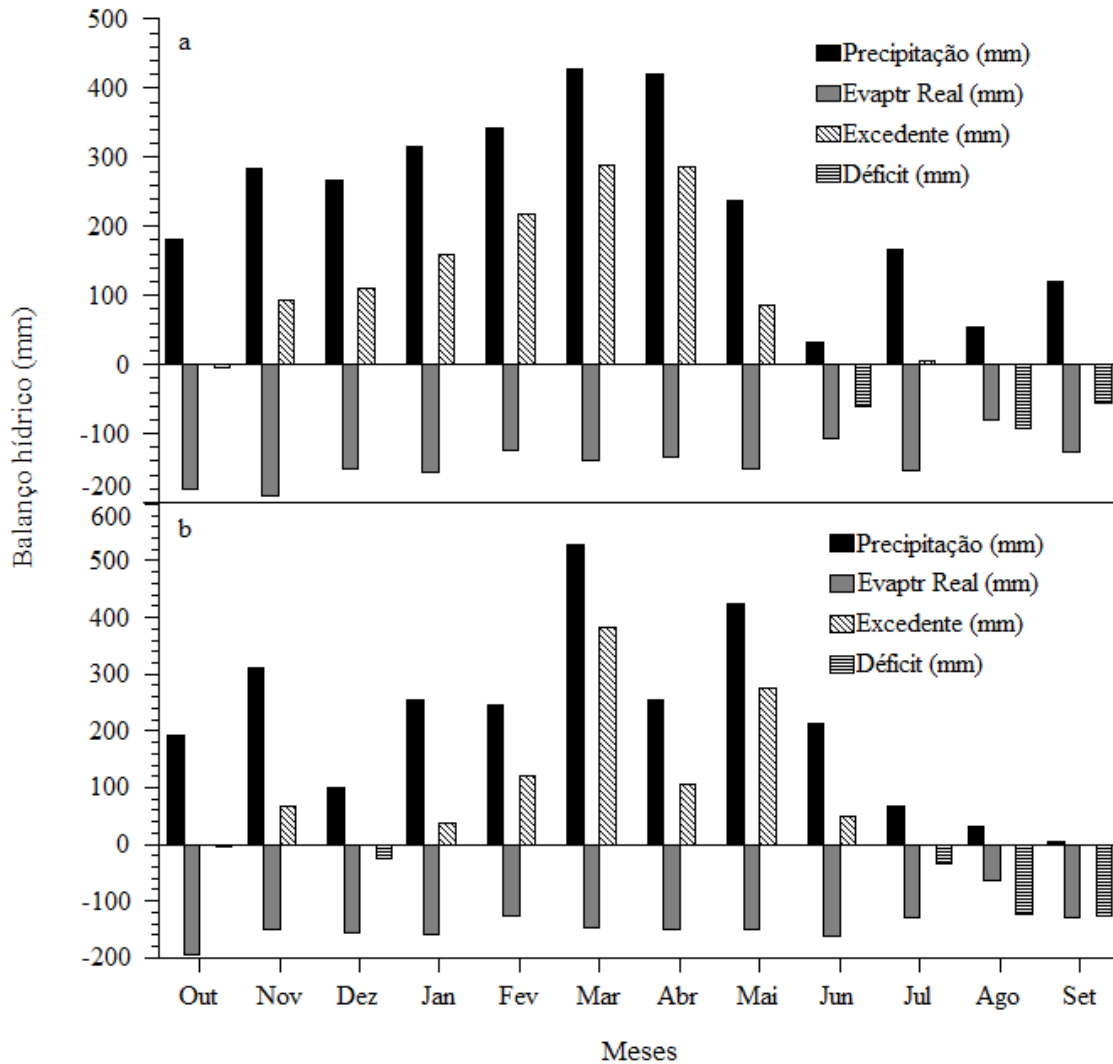


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante o período experimental – ano agrícola 2013 (a) e 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014.

O solo da área experimental, classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura muito argilosa na profundidade de 0 cm a 20 cm indicou os seguintes atributos (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Análises realizadas durante a implantação do experimento, um ano após, e no final da condução do experimento.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Fe	Zn	Mn	Cu
	H <sub>2</sub> O	g/kg	--mg/dm <sup>3</sup> --		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					-----mg/dm <sup>3</sup> -----		
Amostragem geral – outubro de 2012												
	4,45	36,40	5,0	36	2,10	0,80	0,15	5,03	184	0,96	2,20	0,30
Por tratamento – análise feita em outubro de 2013												
Tratamentos												
Outubro-janeiro	5,08	22,89	2,0	13	0,81	1,05	0,32	3,88	221	1,32	1,95	0,36
Fevereiro – maio	4,67	18,91	2,0	13	0,56	0,63	0,59	3,60	219	0,90	1,63	0,30
Junho – setembro	4,87	22,17	2,0	13	0,63	0,90	0,52	3,86	195	0,99	1,77	0,36
Outubro – maio	4,84	25,32	2,0	11	0,68	0,87	0,56	4,24	169	0,78	4,97	0,24
Out.-jan./jun.-set.	4,90	25,74	2,0	16	0,77	0,91	0,46	3,40	161	0,76	3,20	0,21
Fevereiro-setembro	4,63	18,87	2,0	11	0,46	0,55	0,66	3,09	169	0,75	1,19	0,21
Controle	5,27	25,19	2,0	11	0,80	1,15	0,14	3,10	144	1,03	2,01	0,22
Manejo do produtor	5,31	26,90	2,0	12	0,89	1,08	0,15	3,70	200	1,20	1,00	0,49
Por tratamento – análise feita em outubro de 2014												
Tratamentos												
Outubro-janeiro	5,07	26,22	4,0	13	0,79	0,85	0,41	2,38	141	1,03	1,00	0,19
Fevereiro – maio	5,10	25,46	4,0	12	0,75	0,76	0,42	1,70	133	0,75	1,33	0,13
Junho – setembro	4,44	24,02	2,0	12	0,71	0,90	0,20	1,04	120	0,50	1,00	0,09
Outubro – maio	4,98	23,75	2,0	11	0,66	0,80	0,49	1,72	148	0,72	0,87	0,06
Out.-jan./jun.-set.	5,00	28,65	3,0	13	0,65	1,00	0,39	1,91	156	0,83	0,96	0,10
Fevereiro-setembro	4,78	26,56	4,0	15	0,57	0,66	0,56	2,49	139	1,03	1,64	0,10
Controle	5,87	30,09	3,0	15	1,25	1,71	0,08	1,04	79	2,08	1,47	0,14
Manejo do produtor	5,57	33,83	3,0	13	1,27	1,52	0,16	1,49	113	0,83	2,17	0,06

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 8 com dois anos de produção (2013 e 2014) e oito períodos de interferência das plantas infestantes, com base no balanço hidroclimatológico da região (MOTA & MEDEIROS, 2002) e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a seis períodos de interferência (outubro a janeiro, fevereiro a maio, junho a setembro, outubro a maio, outubro a janeiro e de junho a setembro, e fevereiro a setembro); um tratamento-controle, sem interferência das plantas infestantes durante todo o ano agrícola; e o manejo exclusivo de plantas infestantes conforme práticas do produtor (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e período de controle (intervalo em branco).

Tratamentos	Períodos de interferência, em meses (outubro de 2012 a setembro de 2014)											
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
1	■				X <sup>(1)</sup>					X		
2	X				■					X		
3	X				X					■		
4	■								X			
5	■				X					■		
6	X	■										
7	X				X					X		
8	Manejo do produtor – três aplicações de herbicida e duas roçadas por ano											

<sup>(1)</sup>Época de aplicação do glifosato.

O controle das plantas infestantes nos tratamentos foi obtido com glifosato na dose de 1.720 g e.a. ha<sup>-1</sup>, acrescido do adjuvante Assist a 0,5% v/v e pulverizado nas linhas de plantio das laranjeiras, em unidades amostrais compostas por 15 plantas, sendo as três centrais consideradas úteis.

A aplicação do produto foi com pulverizador costal elétrico, equipado com bico tipo leque 80.02. O pH da água de pulverização foi corrigido para 4,0 com adição de ácido fosfônico e aferido com auxílio de peagâmetro digital portátil. Sempre que necessário, foram roçadas as entrelinhas para facilitar os tratos culturais.

Folhas completamente expandidas e sadias (terceira folha de ramos produtivos, nos quatro quadrantes das plantas úteis) foram coletadas na posição mediana da planta de laranjeira para determinação de nutrientes, de teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b e total e carotenoides) e de prolina livre.

A análise de nutrientes das folhas foi realizada em três ocasiões: primeira - amostragem geral com folhas coletadas durante a implantação dos tratamentos outubro de 2012; segunda - amostragem por tratamento realizada um ano após a instalação (outubro de 2013); e terceira - no final de condução do experimento (outubro de 2014). As análises foram

realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos e Plantas – LASP, da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos, utilizou-se a metodologia de ARNON (1949), e as leituras de absorbâncias obtidas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 480 nm para carotenoides, 645 nm para clorofila b e 663 nm para clorofila a. Para obtenção dos valores de clorofila a, b, e de carotenoides foram utilizadas as equações de Hendry & Price (1993), com valores expressos em  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de folha fresca.

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  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de material seco. As análises de pigmentos fotossintéticos e de prolina foram realizadas no Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas.

Os dados dos teores de pigmentos fotossintéticos e de prolina livre foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do *software* Assistat.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise foliar realizada durante a implantação do experimento, as plantas cítricas estavam nutricionalmente equilibradas para todos os nutrientes, exceto para Cu, Mn e Zn, que foram encontrados nas folhas abaixo da média, segundo a faixa de suficiência nutricional para folhas de laranjeira ‘Pera’ na Amazônia Central (DIAS et al., 2013). Na amostragem realizada um ano após a implantação do experimento (outubro de 2013), os nutrientes que estavam abaixo da faixa de suficiência foram Cu, Fe e Mn. Na última avaliação (outubro de 2014), as plantas só estavam supridas adequadamente em N, K e Mg, apresentando-se deficientes em P, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn (Tabela 3).

Tabela 3 - Teores de nutrientes em folhas de laranjeiras submetidas ou não a diferentes períodos de interferência de plantas infestantes.

	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
	Amostragem geral – outubro de 2012								
	28,8	1,6	6,8	26,1	4,2	3,7	131,6	5,7	12,3
Tratamentos	Por tratamento – análise feita em outubro de 2013								
Outubro – janeiro	29,38	2,75	13,19	35,66	5,92	4,07	51,48	4,94	16,73
Fevereiro – maio	29,31	2,75	14,00	33,15	5,22	3,82	49,88	4,48	15,53
Junho – setembro	29,17	2,61	10,71	36,92	6,14	3,46	50,10	4,29	19,03
Outubro – maio	30,64	2,79	11,91	38,02	6,03	3,44	53,59	4,22	15,43
Out. – jan./jun.-set.	29,40	2,35	10,38	32,31	5,73	3,36	46,18	4,25	17,32
Fevereiro – setembro	28,47	2,29	10,49	31,37	5,74	3,03	50,36	4,54	18,96
Controle	28,95	2,62	11,79	35,74	5,97	3,13	57,70	4,53	16,60
Manejo do produtor	28,38	2,54	11,30	32,80	5,93	2,93	55,42	4,55	16,72
	Por tratamento – análise feita em outubro de 2014								
Outubro – janeiro	27,3	1,6	7,0	26,7	4,5	5,0	77,5	5,6	22,5
Fevereiro – maio	29,2	1,7	9,4	22,0	3,9	4,2	75,4	4,6	20,9
Junho – setembro	26,9	1,5	7,4	24,4	4,8	4,0	61,7	4,7	13,6
Outubro – maio	27,1	1,7	9,2	20,6	4,0	4,5	66,6	3,9	13,1
Out. – jan./jun.-set.	29,1	1,6	9,9	23,4	4,3	4,0	68,9	3,4	12,0

Fevereiro – setembro	26,1	1,4	7,6	25,9	4,3	3,6	58,0	5,0	14,1
Controle	28,4	1,8	11,6	21,9	4,3	4,0	128,7	3,9	12,3
Manejo do produtor	26,1	1,4	8,2	24,5	4,6	4,0	62,0	4,6	13,2

Em todos os tratamentos de interferência avaliados, os macronutrientes mais requeridos pelas plantas de laranjeiras foram N, K e Ca e o menos exigido foi o P. Quanto aos micronutrientes, o Fe foi de longe o nutriente mais requerido, embora tenha sido encontrado nas folhas em quantidade crítica, segundo a faixa de suficiência para esta cultura (DIAS et al., 2013), na análise feita por tratamento, exceto no tratamento - controle no ano agrícola 2014. O Zn, exigido em quantidade muito menor, esteve suficientemente equilibrado nas plantas no ano agrícola de 2013, para todos os tratamentos, porém, para o ano agrícola de 2014, só esteve equilibrado nos tratamentos de interferência de outubro a janeiro, e de fevereiro a maio (Tabela 3).

De acordo com a análise foliar feita no ano agrícola 2014, verificou-se que os teores de todos os nutrientes, exceto Cu e Fe, foram sensivelmente reduzidos em relação à análise feita no mesmo período do ano anterior (Tabela 3).

O adequado teor de N nas folhas de laranjeira pode estar associado à forma empírica de como a área experimental foi manejada, com uso excessivo de N pelo produtor, ou ao teor de matéria orgânica do solo (Tabela 1), que, segundo a classificação de Alvares V. et al., (1999), foi considerado médio.

Os adequados teores de P, K e Mg nas folhas de laranjeiras, nos anos agrícolas de 2013 e 2014, podem estar relacionado à maior mobilidade destes nutrientes na planta (DUENHAS et al. 2007), visto que a disponibilidade de alguns deles, como P e K, no solo era baixa.

Os baixos teores de Cu, Mn e Zn nas folhas podem ser um reflexo da baixa disponibilidade destes nutrientes no solo (Tabela 1). Segundo DIAS et al. (2013), de forma

geral a disponibilidade de Fe, Cu, Mn e Zn para laranjeiras é regulada pelas condições do solo, como teor de matéria orgânica, textura e, principalmente o pH. Quando este último encontra-se em valores mais elevados, ocorre diminuição da solubilização e da absorção dos micronutrientes catiônicos.

Em relação aos pigmentos fotossintéticos e prolina livre, pelos resultados das análises estatísticas, a interferência causada pelas plantas infestantes não teve efeito sobre os teores de clorofila a, b, total e carotenoides, mas influenciou significativamente o teor de prolina. O fator ano teve influência sobre todas as características avaliadas, exceto sobre clorofila b. A interação ano vs tratamentos de interferência foi significativa apenas para o teor de prolina (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da Anova para clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e prolina livre.

Fonte de variação		Valor do teste F				
		Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Carotenoides	Prolina livre
2013						
Período	de	1,060 <sup>ns</sup>	1,850 <sup>ns</sup>	1,351 <sup>ns</sup>	0,669 <sup>ns</sup>	11,001 <sup>**</sup>
interferência						
2014						
Período	de	0,693 <sup>ns</sup>	0,349 <sup>ns</sup>	0,599 <sup>ns</sup>	0,679 <sup>ns</sup>	12,935 <sup>**</sup>
interferência						
2013/2014						
Ano (A)		9,663 <sup>**</sup>	0,082 <sup>ns</sup>	5,324 <sup>*</sup>	71,976 <sup>**</sup>	506,591 <sup>**</sup>
Período	de	0,384 <sup>ns</sup>	0,791 <sup>ns</sup>	0,539 <sup>ns</sup>	0,463 <sup>ns</sup>	18,538 <sup>**</sup>
interferência (P)						
A x P		1,101 <sup>ns</sup>	0,932 <sup>ns</sup>	1,092 <sup>ns</sup>	0,824 <sup>ns</sup>	5,928 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade ( $p \geq 0,05$ ); <sup>\*</sup>Significativo a 5% ( $p < 0,05$ ); e <sup>\*\*</sup>Significativo a 1% ( $p < 0,01$ ), pelo teste F.

Os diferentes tratamentos de interferência das plantas infestantes não reduziram os teores de clorofila nas folhas de laranjeira, porém os teores destes pigmentos variaram significativamente entre anos agrícolas, exceto clorofila b (Tabela 5).

Tabela 5 - Teores de clorofila em folhas de laranjeiras ‘Pera’ submetidas ou não a diferentes períodos de interferência. Resultados obtidos nos anos agrícolas de 2013 e 2014.

Períodos de interferência	Clorofila a			Clorofila b			Total		
	2013	2014	Média	2013	2014	Média	2013	2014	Média
	-----μmol g <sup>-1</sup> -----								
Outubro a janeiro	1,51 A	1,61 A	1,56	0,62 A	0,66 A	0,64	2,13 A	2,28 A	2,21
Fevereiro a maio	1,63 A	1,72 A	1,67	0,79 A	0,72 A	0,75	2,42 A	2,44 A	2,43
Junho a setembro	1,58 A	1,46 A	1,52	0,69 A	0,64 A	0,67	2,28 A	2,10 A	2,19
Outubro a maio	1,44 B	1,81 A	1,63	0,64 A	0,76 A	0,70	2,09 B	2,58 A	2,33
Out.-jan./jun.-set.	1,40 B	1,77 A	1,59	0,59 A	0,73 A	0,66	2,00 B	2,51 A	2,25
Fevereiro a setembro	1,58 A	1,69 A	1,63	0,76 A	0,68 A	0,72	2,34 A	2,38 A	2,36
Sem interferência	1,49 A	1,78 A	1,64	0,68 A	0,65 A	0,66	2,17 A	2,44 A	2,31
Manejo do produtor	1,53 A	1,72 A	1,63	0,73 A	0,71 A	0,72	2,27 A	2,44 A	2,35
CV(%)	14,84	16,14	13,95	14,29	20,33	18,21	14,26	15,83	14,18

Não ocorreu diferença significativa entre tratamentos de interferência. Valores na mesma linha, seguidos de mesma letra maiúscula, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

No ano agrícola de 2014, o teor de clorofila a e total das folhas de laranjeiras foi significativamente maior do que o das folhas do ano agrícola de 2013 somente para os tratamentos de interferência de outubro a maio e de outubro a janeiro/junho a setembro. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre anos agrícolas. O aumento no teor de clorofila observado nas plantas do ano agrícola de 2014 pode ter ocorrido devido a fatores relacionados à idade da planta ou ambientais. De acordo com Blackmer et al. (1993) e Hendry & Price (1993), o teor de clorofila nas folhas varia com a idade e teor de água na planta, cultivar, disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, estresse ambiental ou fatores biótipos. No presente trabalho, a semelhança entre os teores de clorofila, quando comparados os períodos de interferência, pode ser explicada pelo fato de que as plantas de laranjeiras estivessem, na ocasião de coleta de folhas, adequadamente supridas em nitrogênio, segundo a faixa de suficiência nutricional para laranjeira (DIAS et al., 2013). De acordo com GODOY et al. (2008), SOUZA et al. (2011), NOGUEIRA et al. (2013) e PEREIRA et al.



(2013), em estudos realizados com café, citros e amoreira-preta, respectivamente, o teor de clorofila está diretamente relacionado com o teor de N na folha. Isso é atribuído, principalmente, ao fato de 70% do N total da folha ser integrantes de cloroplastos, que participam da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila e influenciam o desenvolvimento e a produção das culturas (GIL et al., 2002).

Os teores de carotenoides também não diferiram entre tratamentos de interferência, porém, comparando os resultados de análises nos dois anos de pesquisa (2013 e 2014), o teor de carotenoides nas folhas aumentou significativamente no segundo ano de avaliação, com exceção do tratamento de interferência de junho a setembro (Tabela 6).

Tabela 6 - Teores de carotenoide e de prolina livre em folhas de laranjeiras ‘Pera’ submetidas ou não a diferentes períodos de interferência. Resultados obtidos nos anos agrícolas de 2013 e 2014.

Períodos de interferência	Carotenoides			Prolina		
	2013 <sup>(1)</sup>	2014 <sup>(1)</sup>	Média <sup>(1)</sup>	2013	2014	Média
	-----μmol g <sup>-1</sup> -----					
Outubro a janeiro	0,58 B	0,79 A	0,68	38,12 bB	96,22 aA	67,12 b
Fevereiro a maio	0,63 B	0,86 A	0,75	32,15 bB	93,45 aA	62,80 b
Junho a setembro	0,61 A	0,75 A	0,68	38,12 bB	78,66 aA	58,39 b
Outubro a maio	0,57 B	0,95 A	0,76	63,81 aB	102,73 aA	83,27 a
Out.-jan./jun.-set.	0,57 B	0,91 A	0,74	44,73 bB	89,39 aA	67,06 b
Fevereiro a setembro	0,61 B	0,82 A	0,71	30,31 bB	91,38 aA	60,85 b
Sem interferência	0,57 B	0,87 A	0,72	34,25 bB	58,04 bA	46,14 c
Manejo do produtor	0,60 B	0,86 A	0,73	28,64 bB	61,94 bA	45,29 c
CV(%)	10,07	18,33	16,78	17,65	10,80	13,09

<sup>(1)</sup>Não significativo entre tratamentos de interferência para a característica carotenoides. Valores na coluna, seguidos da mesma letra minúscula, e na linha, seguidos de mesma letra maiúscula, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (p<0,05).

A semelhança dos teores de carotenoides entre tratamento de interferência, pode ter ocorrido devido ao fato de as plantas dos tratamentos estarem adequadamente supridas em N na época de coleta de folhas. De acordo com Netto et al. (2005), o teor de carotenoides, assim

como do de clorofila tem relação direta e positiva com o teor de N na folha. À medida que os teores de N e de clorofila na folha aumentam, o teor de carotenoides também aumenta.

Em relação ao ano agrícola 2014, o incremento significativo nos teores de carotenoides pode ter ocorrido devido à maior resistência à degradação desses pigmentos a estresse ambiental. Segundo Vieira (1996), nas condições tropicais a clorofila é mais sensível à fotodegradação que os carotenoides, o que contribui para manutenção e incremento destes últimos no tecido foliar. Segundo Ort (2001), os carotenoides são de extrema importância para as plantas, pois desempenham papel significativo no sentido de proteger o aparelho fotossintético contra a fotodegradação dos fotossistemas.

Os teores de prolina livre nas folhas foram significativamente afetados pelos tratamentos de interferência e pelo fator ano agrícola. O tratamento de interferência de outubro a maio diferiu significativamente dos demais tratamentos, com maior teor de prolina nas folhas de laranjeiras (Tabela 6). O segundo ano de avaliação (2014) diferiu significativamente do primeiro (2013), com maiores teores de prolina livre nos tecidos. Nos dois anos de avaliação, os tratamentos em que se verificaram os menores teores deste aminoácido foram: o tratamento controle e o manejo do produtor (Tabela 6). O maior teor de prolina no tratamento de interferência de outubro a maio pode ter sido influenciada pela época de amostragem, final de setembro. Nesta época, a área de estudo é caracterizada por baixa precipitação e elevada evapotranspiração, que resulta em déficit hídrico no solo e baixa disponibilidade de água para as plantas. Além disso, a competição com plantas infestantes neste período pode reduzir ainda mais a disponibilidade de água para as plantas cultivadas. O déficit hídrico pode alterar o metabolismo das plantas de diferentes maneiras. Entre elas, pode-se citar o mecanismo de ajustamento osmótico, que é caracterizado pela manutenção da turgescência celular, em baixos potenciais hídricos, por meio da acumulação de prolina nos tecidos (MAESTRI et al., 1995).

Segundo Siripornadulsil et al. (2002) e Filippou et al. (2014), o acúmulo de prolina em plantas ocorre em resposta a estresses ambientais como alta salinidade, déficit hídrico, temperaturas extremas, metais pesados, presença de patógenos, anaerobiose, deficiência nutricional, poluição atmosférica e radiação UV. A presença do estresse induz a síntese de prolina e inibe a sua degradação, sendo que a concentração desse aminoácido nessas condições varia entre as espécies vegetais e depende do nível do estresse ao qual foram expostas (DELAUNEY & VERMA, 1993). Em plantas sob estresse, o conteúdo de prolina pode aumentar até 100 vezes, em comparação ao observado em plantas cultivadas sob condições normais (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

#### **4 CONCLUSÕES**

Os períodos de interferência de plantas infestantes não promoveram modificações significativas na produção de pigmentos fotossintéticos de plantas de laranjeira, mas aumentaram significativamente a produção de prolina livre nas folhas;

O teor de prolina livre pode ser considerado um indicador de período crítico de interferência de plantas infestantes em laranjeira.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- ANDERSON, W. P. **Weed science principles and applications**. 3rd ed. New York: West Publishing Company, 1996.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-5, 1949.
- BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v.39, p.205-207, 1973.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.24, n.17/18, p.2507-2516, 1993.
- CAMPOS, M.K.F. **Relações hídricas, trocas gasosas e atividade de enzimas antioxidantes em plantas transgênicas de citrumelo 'swingle' com alto acúmulo de prolina submetidas ao déficit hídrico**. 2009. 122p. Dissertação (Agronomia – área de concentração em Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná. 2009.
- COSTA, R.C.L. da; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.1371-1379, 1988.
- DELAUNEY, A.J.; VERMA, D.P.S. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. **Plant Journal**, v.4, p.215-223, 1993.
- DIAS, J.R.M.; TUCCI, C.A.F.; WADT, P.G.S.; SILVA, A.M.; SANTOS, J.Z.L. Níveis críticos e faixas de suficiência nutricional em laranjeira-pêra na Amazônia Central obtidas pelo método DRIS. **Acta Botânica**, v.43, n.3, p.239-246, 2013.
- DUENHAS, H.L.; VILLAS BOAS, R.L. SOUZA, C.M.P.; OLIVEIRA, M.V.A.M.; DALRI, A.B. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional de laranja valência sob fertirrigação e adubação convencional. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.154-160, 2005.
- FILIPPOU, P.; BOUCHAGIER, P.; SKOTTI, E.; FOTOPOULOS, V. 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**, v.97, p.1-10, 2014.
- GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.611-615, 2002.

GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional de nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, p.217-226, 2008.

HENDRY, G.A.F.; PRICE, A.H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G.A.F.; Grime, J.P. (eds.), **Methods in Comparative Plant Ecology**, London, Chapman & Hall, p.148-152, 1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Estadual**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=to&tema=lavourapermanente2012>>. Acesso em: 15 out. 2014.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Controle de plantas daninhas na cultura do milho-pipoca com herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta daninha**, v.23, n.3, p.509-516, 2005.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.365-372, 2002.

MAESTRI, M.; DA MATTA, F.M.; REGAZZI, A.J.; BARROS, R.S. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plants (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*). **Journal Horticultural Science**, v.70, n.2, p.229-233, 1995.

MONTEIRO, J.G.; CRUZ, F.J.R.; NARDIN, M.B.; SANTOS, D.M.M. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.49, n.1, p.18-25, 2014.

MOTA, M.R.; MEDEIROS, C.M. Balanço Hídrico na Região de Manaus - AM. Revista da Universidade do Amazonas. **Série Ciências Agrárias**, UFAM, v.10, n.1-2, p.73-78, 2002.

MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto, v.59, p.651-681, 2008.

NASCIMENTO, M.N.; ALVES, J.D.; SOARES, Â.M.; CASTRO, E.M.; MAGALHÃES, M.M.; ALVARENGA, A.A.; SILVA, G.H. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiro associadas a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1300-1307, 2008.

NETTO, A.T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J.G.; BRESSAN-SMITH, R.E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.1, p.199-209, 2005.

NOGUEIRA, N.O.; MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A.; ANDRADE, F.V.; PASSOS, R.R. Teor de nitrogênio, clorofila e relação clorofila-carotenoide em café arábica em solo submetido a diferentes corretivos de acidez. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.390-395, 2013.

NOLTE, K. D.; HANSON, A. D. Proline accumulation and methylation to proline betaine in Citrus: Implications for genetic engineering of stress resistance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.22, n.1, p.8-13, 1997.

ORT, D. When there is too much light. **Plant Physiology**, v.125, n.1, p.29-32, 2001.

PEREIRA, I.S.; PICOLOTTO, L.; MESSIAS, R.S.; POTES, M.L.; ANTUNES, L.E.C. Adubação nitrogenada e características agronômicas em amoreira-preta. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.4, p.373-380, 2013.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuária**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

ROSA, L.C.; FEISTEL, P.R.; MEDEIROS, F.S.B.; LOPES, T.A.M. Barreiras dos estados unidos às exportações do suco de laranja brasileiro. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n.37, p.27-57, 2013.

SIRIPORNADULSIL, S.; TRAIN, S.; VERMA, D.P.S.; SAYRE, R.T. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. **Plant Cell**, v.14, p.2837-2847, 2002.

SOUZA, T.R.; SALOMÃO, L.C.; ANDRADE, T.F.; VILLAS BÔAS, R.L.; QUAGGIO, J.A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.33, n.3, p.993-1003, 2011.

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

VIEIRA, G. **Gap dynamics in managed Amazonian forest: Structural and ecophysiological aspects**. 1996. 162p. Tese (Doutorado em Ecologia Tropical) - University of Oxford, Grã-Bretanha. 1996.

**CAPÍTULO III - ACÚMULO DE BIOMASSA E TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS INFESTANTES DE ÁREA CULTIVADA COM LARANJEIRA**

## RESUMO

Estudos sobre produção de biomassa e absorção de nutrientes por plantas infestantes em pomares cítricos são importantes indicadores de competição, além de fornecer informações sobre quais as espécies são mais eficientes e os nutrientes mais exigidos por estas espécies. O objetivo desta pesquisa foi identificar as espécies de plantas infestantes que interferem em área cultivada com laranjeiras e determinar a acumulação de biomassa e de nutrientes pelas principais espécies. O experimento foi conduzido de outubro de 2012 a outubro de 2014. Os tratamentos de interferência de plantas infestantes em laranjeira foram baseados no balanço hídrico da região com os seguintes períodos de interferência: de outubro a janeiro; fevereiro a maio; junho a setembro; de outubro a maio; outubro a janeiro e de junho a setembro; fevereiro a setembro; sem interferência das plantas infestantes – tratamento controle; e sem interferência com práticas de manejo do produtor. O controle das plantas infestantes foi obtido com glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1}$  e.a.). Para amostragem das plantas utilizou-se um retângulo de madeira, com área interna de  $0,12 \text{ m}^2$ , arremessado aleatoriamente duas vezes na linha de plantio das unidades amostrais de cada tratamento. As plantas foram cortadas rente ao solo, separadas, contadas e identificadas. Foram identificadas 30 espécies e 14 famílias botânicas. *Conyza bonariensis* L. e *Spermacoce latifolia* Aubl. estiveram presentes em todos os tratamentos de interferência. *C. bonariensis*, *S. latifolia* e *Waltheria corchorifolia* Pers. detiveram 62% do total de matéria seca produzido. As espécies mais importantes foram *S. latifolia*, *C. bonariensis*, *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth *Mollugo verticillata* L., *Peperomia pellucida* L., *Euphorbia heterophylla* L., *W. corchorifolia* e *Paspalum multicaule* Poir. A espécie que mais produziu biomassa foi *C. bonariensis*; esta espécie foi a mais eficiente na absorção de N, P, K, Ca, B e Cu; *P. pellucida* foi mais eficiente na absorção de Mg, Fe, Mn e Zn; e *S. latifolia*, na absorção de S.



**Palavras-chaves:** *Citrus sinensis* L., plantas daninhas, produtividade de biomassa, acúmulo de nutrientes.

## ABSTRACT

Studies on biomass production and nutrient uptake by weed in citrus orchards are important indicators of competition, in addition to providing information about the most efficient species and nutrients more heavily for these species. The aim of this study was to identify the species of weed that interfere in area cultivated with Orange 'Pera' and determine the accumulation of biomass and nutrients by main species. The experiment was installed in October 2012 and conducted until September 2014, in Rio Preto da Eva - AM. To define the treatments with and without interference of weeds in orange tree, was taken as reference the water balance in the region. The interference periods were defined considering the degree of water availability or absence in the soil: from October to January; February to May; June to September; October to May; October to January, June to September and February to September; without weeds interference (control treatment), and without interference - producer management practices. The control of weed was obtained using the herbicide glyphosate ( $1.720 \text{ g ha}^{-1} \text{ e.a.}$ ). For sampling of the plants used a wooden rectangle with internal area of  $0,12 \text{ m}^2$ , thrown randomly twice in the rows of sample units of each treatment. The plants were cut close to the ground, separated, counted and identified. 30 species and 14 plant families were identified. *Conyza bonariensis* L. and *Spermacoce latifolia* Aubl. were present in all treatments interference. *C. bonariensis*, *S. latifolia* and *Waltheria corchorifolia* Pers. reduced 62% of total dry matter. The most important species were *S. latifolia*, *C. bonariensis*, *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth, *Mollugo verticillata* L., *Peperomia pellucida* L., *Euphorbia heterophylla* L., *W. corchorifolia* and *Paspalum multicaule* Poir. The species that produced the most biomass was *C. bonariensis*; This species was more efficient in the absorption of N, P, K, Ca, B and Cu; *P. pellucida* was more efficient in the absorption of Mg, Fe, Mn and Zn; and *S. latifolia*, the absorption of S.

**Key-words:** *Citrus sinensis* L., weed, biomass productivity, nutrients of accumulation.

## 1 INTRODUÇÃO

Os frutos cítricos são os mais consumidos no mundo. O Brasil é o maior produtor mundial de laranja (*Citrus sinensis* L) (ROSA et al., 2013), com participação superior a 80% no comércio internacional de suco concentrado congelado. Os valores da exportação deste produto, junto com outros derivados, têm gerado mais de 1,8 bilhões de dólares para o setor citrícola brasileiro (NEVES et al., 2010). Dentre as cultivares comerciais, a “Pera” destaca-se por atender tanto as exigências da indústria quanto ao mercado *in natura* (QUAGGIO et al., 2011; SANTANA et al., 2007).

Muitas espécies de plantas infestantes crescem no mesmo ambiente que as plantações de citros. Entre estas espécies, são encontradas com grande frequência *Paspalum conjugatum* Berg (Poaceae), *Peperomia pellucida* (L.) Kunth (Piperaceae), *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. (Fabaceae), *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), *Spermacoce latifolia* Aubl. (Rubiaceae). Outras menos frequentes são *Stachytarpheta cayennensis* (Rach.) Vahl (Verbenaceae) e *Paspalum multicaule* (Poaceae) (MONTEIRO, 2011). Porém, segundo Cruz et al. (2009), a composição florística da comunidade infestante pode variar de acordo com os tipos e intensidade de manejo do solo e das plantas infestantes.

As plantas infestantes competem com as plantas de citros por água, CO<sub>2</sub>, espaço e por nutrientes. A competição por nutrientes é um dos principais fatores que limita o crescimento e a produção (PITELLI, 1985). Os padrões dos efeitos da competição por nutrientes são determinados, em parte, pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas (PITELLI et. al., 1983).

Plantas infestantes, geralmente, são mais competitivas que as cultivadas devido a sua maior eficiência na absorção e utilização de recursos do meio, principalmente os nutrientes (TOMASO, 1995). No entanto, segundo Fialho et al. (2012), os teores de nutrientes nas folhas

de plantas infestantes variam conforme à espécie, indicando capacidade diferenciada de ciclagem de nutrientes. *Digitaria horizontalis*, por exemplo, é muito eficiente na absorção de P e Fe, *Brachiaria plantaginea* na acumulação de P, Mg, Mn e Zn, e *Merrenia aterrima* de N, Ca e Zn. Estas plantas possuem elevada capacidade de extrair nutrientes do solo, podendo ser altamente competitivas com os cultivos e, como consequência, reduzir a produtividade agrícola.

Para cultivos perenes, estudos relacionados às distintas capacidades de competição por nutrientes com plantas infestantes estão restritas a alguns cultivos como café (*Coffea arabica*), pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e guaraná (*Paullinia cupana*) (FIALHO et al., 2012; FERREIRA et al., 2013; FONTES & NASCIMENTO FILHO, 2013). Comparada às plantas de guaraná, *Amaranthus retroflexus* acumula 2,38 vezes mais N, P (3,87), K (4,97), Ca (6,7), Mg (3,96) e S (3,69). *Pueraria phaseoloides*, N (2,2), P (1,87), K (4,17), Ca (2,51), Mg (1,92) e S (1,8) (FONTES & NASCIMENTO FILHO, 2013). Comparadas às plantas de café, *Bidens pilosa* pode acumular N em quantidade 5,53 vezes, P (15,42), K (6,73), Ca (6,77), Mg (9,36) e S (20,86). *Sida rhombifolia*, N (2,1), P (6,27), K (4,56), Ca (5,58), Mg (2,55) e S (3,41) (RONCHI et al., 2003).

Estudos comparativos do acúmulo de massa seca e de nutrientes entre plantas infestantes e cultivadas possibilitam analisar o potencial de crescimento e a absorção de nutrientes de cada espécie. A partir desta comparação pode-se inferir a respeito da capacidade competitiva de uma espécie com outra por recursos do meio (CARVALHO et al., 2014).

Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi identificar as espécies de plantas infestantes em área cultivada com laranjeiras e determinar a acumulação de matéria seca e o teor de nutrientes nas espécies de maior valor de importância.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de produção comercial de laranja variedade Pera, na Fazenda F.M.I. Citros, no município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas (02°42'5,4"S, 59°26'07,8"W e 73 m de altitude), durante as safras de 2013 e 2014. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Af, quente úmido, temperatura constantemente alta, valores médios de 31,2°C e 23,5°C para máxima e mínima, respectivamente, e precipitações em torno de 2.200 mm/ano (ALVARES et al., 2013). A distribuição mensal da precipitação pluviométrica e o balanço hídrico da região de estudo no período experimental estão descritos na figura 1.

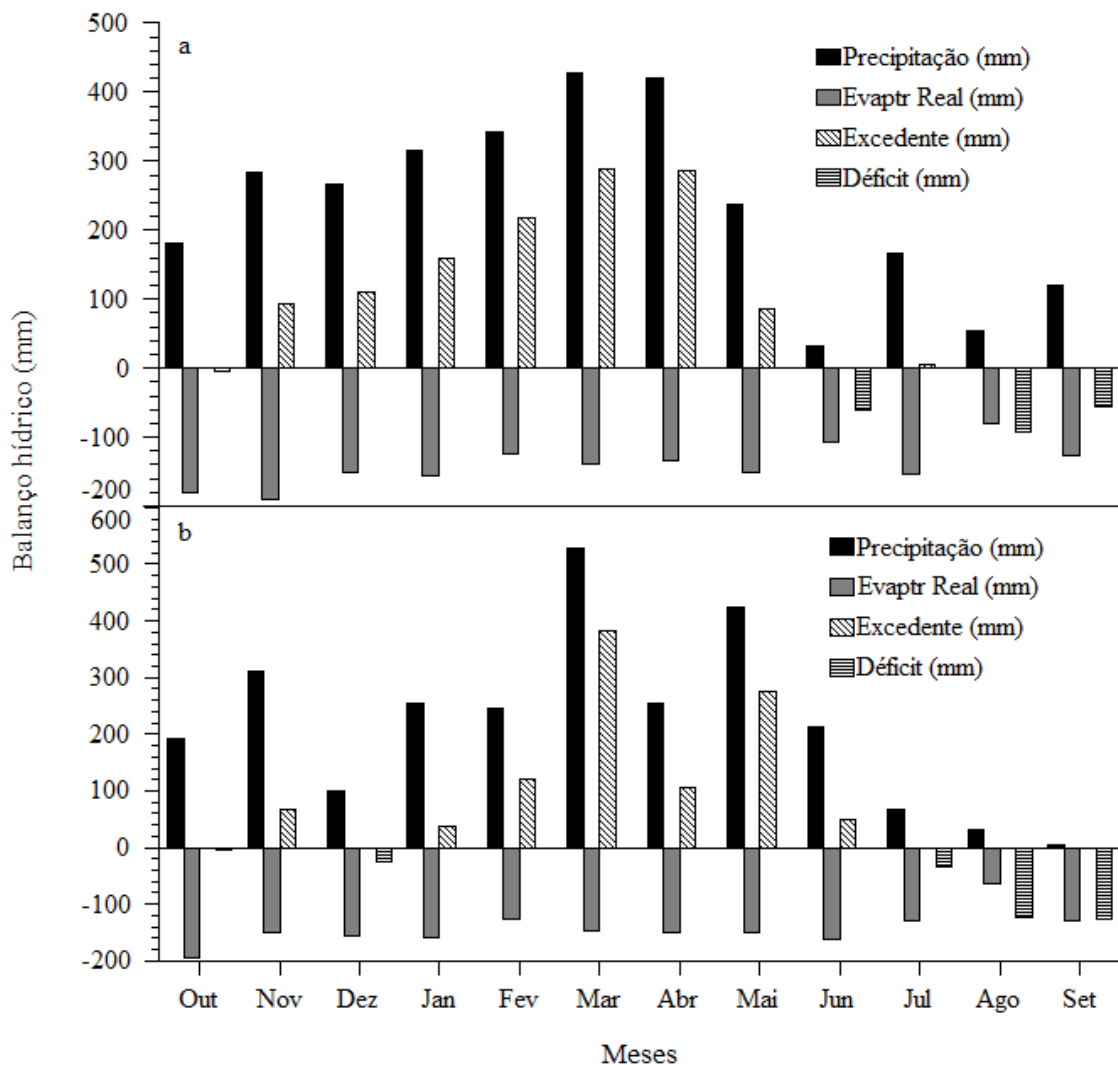


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante o período experimental – ano agrícola 2013 (a) e 2014 (b). Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2014.

O solo da área experimental, classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura muito argilosa na profundidade de 0 cm a 20 cm indicou os seguintes atributos (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Análises realizadas durante a implantação do experimento, um ano após, e no final da condução do experimento.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Fe	Zn	Mn	Cu
	H <sub>2</sub> O	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>					mg/dm <sup>3</sup>		
Amostragem geral – outubro de 2012												
	4,45	36,40	5,0	36	2,10	0,80	0,15	5,03	184	0,96	2,20	0,30
Por tratamento – análise feita em outubro de 2013												
Tratamentos												
Outubro-janeiro	5,08	22,89	2,0	13	0,81	1,05	0,32	3,88	221	1,32	1,95	0,36
Fevereiro – maio	4,67	18,91	2,0	13	0,56	0,63	0,59	3,60	219	0,90	1,63	0,30
Junho – setembro	4,87	22,17	2,0	13	0,63	0,90	0,52	3,86	195	0,99	1,77	0,36
Outubro – maio	4,84	25,32	2,0	11	0,68	0,87	0,56	4,24	169	0,78	4,97	0,24
Out.–jan./jun.–set.	4,90	25,74	2,0	16	0,77	0,91	0,46	3,40	161	0,76	3,20	0,21
Fevereiro-setembro	4,63	18,87	2,0	11	0,46	0,55	0,66	3,09	169	0,75	1,19	0,21
Controle	5,27	25,19	2,0	11	0,80	1,15	0,14	3,10	144	1,03	2,01	0,22
Manejo do produtor	5,31	26,90	2,0	12	0,89	1,08	0,15	3,70	200	1,20	1,00	0,49
Por tratamento – análise feita em outubro de 2014												
Tratamentos												
Outubro-janeiro	5,07	26,22	4,0	13	0,79	0,85	0,41	2,38	141	1,03	1,00	0,19
Fevereiro – maio	5,10	25,46	4,0	12	0,75	0,76	0,42	1,70	133	0,75	1,33	0,13
Junho – setembro	4,44	24,02	2,0	12	0,71	0,90	0,20	1,04	120	0,50	1,00	0,09
Outubro – maio	4,98	23,75	2,0	11	0,66	0,80	0,49	1,72	148	0,72	0,87	0,06
Out.–jan./jun.–set.	5,00	28,65	3,0	13	0,65	1,00	0,39	1,91	156	0,83	0,96	0,10
Fevereiro-setembro	4,78	26,56	4,0	15	0,57	0,66	0,56	2,49	139	1,03	1,64	0,10
Controle	5,87	30,09	3,0	15	1,25	1,71	0,08	1,04	79	2,08	1,47	0,14
Manejo do produtor	5,57	33,83	3,0	13	1,27	1,52	0,16	1,49	113	0,83	2,17	0,06

O pomar de laranjeiras, com aproximadamente nove anos de idade, apresentava plantas com bom aspecto fitossanitário e espaçamento de 6,0 x 4,0 m. Segundo o proprietário da área experimental, o controle das plantas infestantes na propriedade era realizado com três aplicações de glifosato na dose de 1.720 g e.a. ha<sup>-1</sup> e duas a três roçadas mecanizadas por ano.

Ainda, segundo informações fornecidas pelo proprietário, sempre que necessário o solo era adubado e tinha sua acidez corrigida, conforme os resultados de análise de solo, e as plantas submetidas a tratamentos culturais como, poda de limpeza, eliminação de plantas doentes e indução floral.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 8 com dois anos de produção (2013 e 2014) e oito períodos de interferência das plantas infestantes, com base no balanço hidroclimatológico da região (MOTA & MEDEIROS, 2002) e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a seis períodos de interferência (outubro a janeiro, fevereiro a maio, junho a setembro, outubro a maio, outubro a janeiro e de junho a setembro, e fevereiro a setembro); um tratamento-controle, sem interferência das plantas infestantes durante todo o ano agrícola; e o manejo exclusivo de plantas infestantes conforme práticas do produtor (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamentos de interferência (intervalo em preto) de plantas infestantes na cultura da laranjeira e período de controle (intervalo em branco).

Tratamentos	Períodos de interferência, em meses (outubro de 2012 a setembro de 2014)												
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	
1	■				X <sup>(1)</sup>				X				
2	X				■				X				
3	X				X				■				
4	■								X				
5	■				X				■				
6	X			■									
7	X				X				X				
8	Manejo do produtor – três aplicações de herbicida e duas roçadas por ano												

<sup>(1)</sup>Mês de aplicação do glifosato.

O controle das plantas infestantes nos tratamentos foi obtido com glifosato na dose de 1.720 g e.a. ha<sup>-1</sup>, acrescido do adjuvante Assist a 0,5% v/v e pulverizado nas linhas de plantio

das laranjeiras, em unidades amostrais compostas por 15 plantas, sendo as três centrais consideradas úteis.

A aplicação do produto foi com pulverizador costal elétrico, equipado com bico tipo leque 80.02. O pH da água de pulverização foi corrigido para 4,0 com adição de ácido fosfônico e aferido com auxílio de peagâmetro digital portátil. Sempre que necessário, foram roçadas as entrelinhas para facilitar os tratamentos culturais.

Análise foliar das laranjeiras ao final da condução do experimento (outubro de 2014), no tratamento controle (sem interferência), indicou os seguintes teores: 28,4 g kg<sup>-1</sup> de N; 1,8 g kg<sup>-1</sup> de P; 11,6 g kg<sup>-1</sup> de K; 21,9 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 4,3 g kg<sup>-1</sup> de Mg; 4,0 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; 128,7 mg kg<sup>-1</sup> de Fe; 3,9 mg kg<sup>-1</sup> de Mn; e 12,3 mg kg<sup>-1</sup> de Zn. As análises, de solo e de folhas, foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos e Plantas – LASP, da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

Ao final de cada safra foi feita análise florística das espécies infestantes. Para amostragem das plantas utilizou-se um retângulo vazado de madeira, com área interna de 0,12 m<sup>2</sup>, arremessado aleatoriamente duas vezes na linha de plantio das unidades amostrais de cada tratamento. As plantas da área delimitada pelo retângulo foram cortadas rente ao solo, separadas, contadas e identificadas. O sistema de classificação adotado como base foi o Angiosperm Phylogeny Group (2003). As espécies coletadas foram identificadas por comparações com espécimes da coleção do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com bibliografias especializadas e auxílio de especialistas. A identificação foi feita por nome científico, comum e família.

As plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 72°C, até atingir peso constante. O peso da matéria seca total das plantas foi expresso em g por planta e em toneladas por hectare.



A fitossociologia das plantas infestantes foi realizada com a finalidade de identificar aquelas mais representativas da área de estudo. Os parâmetros avaliados foram: densidade, frequência, abundância, dominância e índice de valor de importância (IVI). No cálculo das variáveis, foram utilizadas as equações descritas a seguir por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974): Densidade (Den) = (total de indivíduos da espécie)/(área total coletada); Frequência (Fre) = (parcelas que contém a espécie)/(total de parcelas amostradas); Abundância (Abu) = (total de indivíduos por espécie)/(total de parcelas contendo a espécie); Dominância (Dom) = (massa seca da espécie)/(área total amostrada); Densidade Relativa (DR) = (densidade da espécie x 100)/(densidade total de todas as espécies); Frequência Relativa (FR) = (frequência da espécie x 100)/(frequência total de todas as espécies); Abundância Relativa (AR) = (abundância da espécie x 100)/(abundância total de todas as espécies); Dominância Relativa (DoR) = (peso da matéria seca da espécie)/( $\Sigma$  do peso da matéria seca de todas as espécies); e Índice de Valor de Importância (IVI) = (FrR + AbR + DoR).

A partir do cálculo do IVI foram identificadas as infestantes mais representativas, as quais foram trituradas em moinho para extração e determinação de macro e micronutrientes. As análises também foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Plantas – LASP, da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

Para a interpretação dos resultados de acumulação de nutrientes pelas plantas infestantes, estimou-se o teor relativo de nutrientes na sua parte aérea (RONCHI et al., 2003), atribuindo-se o valor de 100% ao conteúdo de nutrientes das folhas de laranjeira do tratamento sem interferência das plantas infestantes – controle.

Os dados de macro e micronutrientes foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o auxílio do *software* Assistat.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento florístico foram encontrados 1341 indivíduos, distribuídos em 30 espécies e 14 famílias botânicas. As famílias mais representativas, em número de espécies, foram Asteraceae, Euphorbiaceae e Poaceae que juntas contiveram 40% das espécies identificadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Espécies de plantas infestantes identificadas no levantamento florístico na área experimental, organizadas por família, nome científico, nome comum e código.

Família	Espécies	Nome comum	Código
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Carrapicho	ACNHI
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Menstrato	AGECO
	<i>Conyza bonariensis</i> L.	Buva	ERIBO
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Serralhinha	EMISO
Brassicaceae	<i>Cleome affinis</i> DC.	Mussambê	CLEAF
Convolvulaceae	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Corda-de-viola	IPOTR
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> spp.		
	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Estrelinha	DICCI
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> L.	Erva-de-santa-luzia	EPHHI
	<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small	Quebra-pedra-rasteira	EPHPT
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Leiteira	EPHHL
	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quebra-pedra	PYLNI
Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Puerária	
	<i>Stylosanthes</i> sp.		
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Arapabaca	SPKAN
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma	SIDRH
	<i>Waltheria corchorifolia</i> Pers.	Malva	WALCO
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Mofungo	MOLVE
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> L.	Erva-de-jabuti	

	<i>Piper peltatum</i> L.	Capeba	
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Digitária	DIGHO
	<i>Eleusine indica</i> L.	Capim-pé-de-ganinha	ELEIN
	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Capim-azedo	PASCO
	<i>Paspalum multicaule</i> Poir.	Taripucu	PASPA
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	Poaia-do-campo	BOILF
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Vassourinha-de-botão	BOIVE
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Maria-pretinha	SOLAM
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	SOLPA
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Gervão	STCDI
	Verbenaceae sp.		

*C. bonariensis*, *S. latifolia*, *P. pelucida* e *P. phaseoloides* estiveram presentes em todos os tratamentos de interferência, porém, as duas últimas não foram observadas no período de interferência de outubro a janeiro (Tabela 4).

Tabela 4 - Lista de espécies infestantes observadas em cada tratamento de interferência, no levantamento florístico. O numeral 1 (um) indica presença da espécie no tratamento e 0 (zero), ausência.

Espécies	Tratamentos de interferência, em períodos de meses						
	Out. a jan.	Fev. a mai.	Jun. a set.	Out. a mai.	Out.-jan./jun.-set.	Fev. a set.	Produtor
<i>A. conyzoides</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>A. hispidum</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>C. affinis</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>C. bonariensis</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. hirta</i>	0	0	1	1	1	0	1
<i>C. prostrata</i>	0	0	0	0	0	0	1
Ciperaceae sp.	1	0	0	0	0	1	0
<i>D. horizontalis</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>E. heterophylla</i>	1	0	1	1	1	0	1

<i>E. indica</i>	1	0	1	0	0	0	0
<i>E. sockifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>I. triloba</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>M. verticillata</i>	1	0	1	0	1	0	1
<i>P. conjugatum</i>	1	1	1	1	1	1	0
<i>P. multicaule</i>	1	1	0	1	0	0	1
<i>P. niruri</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>P. peltatum</i>	0	0	1	1	0	0	0
<i>P. pelucida</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>P. phaseoloides</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>R. nervosa</i>	0	1	1	1	1	0	0
<i>S. americanum</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>S. anthelmia</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>S. cayennensis</i>	1	0	0	0	1	0	0
<i>S. latifolia</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. paniculatum</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>S. rhombifolia</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>S. verticillata</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stylosanthes</i> sp.	0	0	1	1	0	0	0
Verbenaceae	0	1	0	0	1	1	1
<i>W. corchorifolia</i>	1	1	1	1	0	1	0

A produção de matéria seca foi dominada por três espécies de plantas infestantes que detiveram 62% do total produzido: *C. bonariensis*, *S. latifolia* e *W. corchorifolia*, com, respectivamente, 36, 17 e 9%. A maior produção de matéria seca foi verificada quando a interferência das infestantes ocorreu de outubro a maio, tendo como as espécies mais representativas *C. bonariensis* e *P. phaseoloides*, que acumularam, respectivamente, 2,08 e 0,19 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de biomassa por hectare das duas espécies infestantes mais representativas que ocorreram nos tratamento de interferência.

Tratamento de interferência	Espécie	t ha <sup>-1</sup>
Outubro a janeiro	<i>C. bonariensis</i>	0,42
	<i>P. conjugatum</i>	0,17
Fevereiro a maio	<i>C. bonariensis</i>	0,18
	<i>S. latifolia</i>	0,18
Junho a setembro	<i>S. latifolia</i>	0,69
	<i>C. bonariensis</i>	0,65
Outubro a maio	<i>C. bonariensis</i>	2,08
	<i>P. phaseoloides</i>	0,19
Out.-jan./jun.-set.	<i>C. bonariensis</i>	0,46
	<i>S. cayennensis</i>	0,15
Fevereiro a setembro	<i>S. latifolia</i>	0,77
	<i>W. corchorifolia</i>	0,71
Manejo do produtor	<i>C. bonariensis</i>	0,18
	<i>D. horizontalis</i>	0,12

A maior produção de biomassa acumulada por *C. bonariensis*, principalmente no tratamento de interferência de outubro a maio, pode ser devido à grande infestação desta espécie nas unidades amostrais. A infestação por *C. bonariensis* na área pode estar relacionada à ocorrência de biótipos resistentes ao herbicida glifosato, que contribui para formação de populações mais numerosas, sobretudo de indivíduos adultos, produzindo mais biomassa. Biótipos resistentes de *C. bonariensis* também foram constatados em pomares de citros no estado de São Paulo (MOREIRA et al., 2007). Esta espécie forma infestações densas devido à elevada produção de sementes, cerca de 110.000 por planta (WU & WALKER, 2015).

De acordo com a análise fitossociológica, as espécies mais densas e mais frequentes na área de estudo foram *C. bonariensis* e *S. latifolia* com 11 e 10 indivíduos m<sup>-2</sup>, presentes em 60,3% e em 41,2% das unidades amostrais, respectivamente. As espécies mais abundantes

foram *M. verticillata* e *P. pellucida* com 7,8 e 6,3 indivíduos por unidade amostral, enquanto as dominantes foram *S. latifolia* e *P. phaseoloides*, com 15,2 e 12,5 g m<sup>-2</sup>. Já, as dez espécies com maior IVI foram *S. latifolia* (38,5), *C. bonariensis* (37,4), *P. conjugatum* (33,3), *P. phaseoloides* (30), *M. verticillata* (20,4), *P. pellucida* (15,8), *E. heterophylla* (13,3), *W. corchorifolia* (13,3), *P. multicaule* (11,2) e *R. nervosa* (11,1) (Tabela 6).

Tabela 6 - Características fitossociológicas da comunidade infestante na área de laranjeira estudada.

Espécies	Den	Fre	Abu	Dom	DR	FR	AbR	DoR	IVI
	Plantas m <sup>-2</sup>	%	Plantas parcela <sup>-1</sup>	g m <sup>-2</sup>	%	%	%	%	
<i>S. latifolia</i>	10,0	41,2	4,8	15,2	18,6	9,9	7,9	20,6	38,5
<i>C. bonariensis</i>	11,0	60,3	4,3	10,3	19,8	14,5	7,1	16,1	37,7
<i>P. conjugatum</i>	7,0	45,1	3,8	11,3	15,2	10,8	6,9	15,5	33,3
<i>P. phaseoloides</i>	2,0	35,2	1,0	12,5	3,5	8,5	1,9	19,7	30,0
<i>M. verticillata</i>	3,0	14,2	7,8	1,6	10,1	3,4	14,2	2,8	20,4
<i>P. pellucida</i>	3,0	20,9	6,3	0,8	4,4	5,0	9,7	1,1	15,8
<i>E. heterophylla</i>	2,0	18,7	2,5	2,5	3,8	4,5	4,5	4,3	13,3
<i>W. corchorifolia</i>	1,0	19,6	2,9	1,8	4,2	4,7	5,8	2,8	13,3
<i>P. multicaule</i>	1,0	19,5	1,5	2,2	2,4	4,7	3,0	3,4	11,2
<i>R. nervosa</i>	2,0	20,0	2,8	1,5	3,9	4,8	4,3	1,9	11,1
<i>A. hispidum</i>	1,0	6,5	2,3	1,5	2,6	1,6	4,8	2,5	8,8
<i>P. peltatum</i>	1,0	10,0	3,3	0,4	3,0	2,4	5,6	0,3	8,3
<i>D. horizontalis</i>	1,0	12,0	1,4	1,0	3,0	2,9	2,8	1,7	7,4
<i>S. cayennensis</i>	1,0	5,5	2,0	1,1	0,9	1,3	4,1	1,7	7,1
<i>C. hirta</i>	1,0	14,3	1,1	0,6	1,5	3,4	2,1	1,0	6,5
<i>S. rhombifolia</i>	1,0	10,9	1,2	0,8	2,1	2,6	2,2	1,2	6,0
<i>A. conyzoides</i>	1,0	6,6	1,5	0,8	1,1	1,6	3,0	1,1	5,7
<i>Stylosanthes</i> sp.	1,0	6,5	1,5	0,4	1,4	1,6	3,3	0,3	5,2
<i>E. indica</i>	1,0	6,6	1,2	1,0	0,7	1,6	2,1	1,3	5,0
<i>E. sonchifolia</i>	1,0	3,2	1,0	0,4	0,5	0,8	2,2	0,6	3,5
<i>C. prostrata</i>	1,0	3,3	1,5	0,2	0,5	0,8	2,6	0,1	3,5
<i>P. niruri</i>	1,0	3,2	1,0	0,1	0,5	0,8	2,2	0,1	3,1
<i>S. paniculatum</i>	1,0	3,3	1,0	0,6	0,2	0,8	1,5	0,7	3,0
<i>I. triloba</i>	1,0	3,3	1,0	0,6	0,2	0,8	1,5	0,7	3,0

<i>S. americanum</i>	1,0	3,3	1,0	0,3	0,2	0,8	1,5	0,4	2,7
<i>C. affinis</i>	1,0	3,3	1,0	0,3	0,2	0,8	1,5	0,2	2,5
<i>S. verticillata</i>	1,0	3,3	1,0	0,3	0,2	0,8	1,5	0,2	2,5
<i>S. anthelmia</i>	1,0	3,3	1,0	0,3	0,2	0,8	1,5	0,2	2,5
<i>Cyperus</i> spp.	1,0	9,9	1,6	0,5	0,9	2,4	2,9	0,7	6,0
Verbenaceae sp.	1,0	3,2	1,0	0,2	0,5	0,8	2,2	0,1	3,1

Den = densidade; Fre = frequência; Abu = abundância; Dom = dominância; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; AbR = abundância relativa; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância.

Cavalcante et al. (2010), em área cultivada com citros, no município de Manaus-AM, identificaram como mais importantes as seguintes espécies: *P. elucida* (101,28), *Commelina diffusa* Burm. f. (63,71), *Digitaria fuscescens* (J. Presl) Henrard (30,39), *P. multicaule* (18,92), *C. affinis* DC. (16,61) e *Desmodium juruenense* Hoehne (13,22). Matheis (2008) estudou comunidades de plantas infestantes em áreas de citros, no município de Piracicaba-SP, e identificou como mais importantes as espécies: *Cyperus ferax*, *Bidens pilosa*, *Conyza bonariensis*, *Lepidium virginicum*, *Triumfetta bartramia* e *Emilia sonchifolia*. Segundo Oliveira & Freitas (2008), a variação no grau de importância de uma ou mais espécies, num determinado momento, pode estar associada às práticas agrícolas adotadas como manejo do solo e tratos culturais.

O IVI é a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com finalidade de atribuir um valor para elas dentro da comunidade vegetal a que pertencem (MATTEUCCI & COLMA, 1982). Este índice permite uma visão mais ampla da posição da espécie na comunidade. Valores de IVI semelhantes para diferentes espécies registradas indicam uma igualdade ou similaridade de composição florística, estrutura e dinâmica na comunidade (BRAUN-BLANQUET et al., 1979).

De acordo com os resultados de análise foliar, as plantas de *Citrus sinensis* apresentavam-se adequadamente supridas em relação aos macronutrientes nas folhas e

acumulou 28,4 g de N por kg de folha seca. *C. bonariensis* (30,7 g kg<sup>-1</sup>) e *P. phaseoloides* (30,8 g kg<sup>-1</sup>) foram as infestantes que mais acumularam N (Tabela 7).

Tabela 7 - Teor de macronutrientes na parte aérea das plantas infestantes mais importantes da área de estudo.

Espécies	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g kg <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	%
<i>C. sinensis</i>	28,4b	100	1,8b	100	11,6c	100	21,9a	100	4,3e	100	2,4f	100
<i>C. bonariensis</i>	30,7a	108	3,1a	177	21,2a	183	12,6b	57	4,6e	107	2,6e	110
<i>D. horizontalis</i>	13,1i	46	1,0c	59	13,0b	112	2,9d	13	4,6e	107	1,2h	51
<i>E. heterophylla</i>	27,4c	97	3,4a	195	12,0c	103	11,1b	51	4,0e	93	3,3d	135
<i>M. verticillata</i>	18,0f	63	1,5c	83	7,2d	62	7,2c	33	16,6b	388	2,3f	96
<i>P. conjugatum</i>	14,4h	51	1,8b	100	8,6d	74	4,4d	20	5,4e	126	1,8g	76
<i>P. pellucida</i>	16,1g	57	2,9a	165	15,9b	137	11,2b	51	19,3a	452	3,6c	149
<i>P. phaseoloides</i>	30,8a	109	2,1b	118	7,2d	62	11,6b	53	5,1e	120	1,9g	78
<i>S. latifolia</i>	19,7e	69	1,8b	105	5,2e	45	13,2b	60	6,0e	141	6,1a	254
Verbenaceae sp.	27,4c	97	2,2b	124	21,2a	183	11,6b	53	8,6c	200	3,9b	161
<i>W. corchorifolia</i>	20,9d	74	2,9a	168	5,0e	43	12,7b	58	6,4d	149	2,4f	101
C.V. (%)	10,60		16,46		12,95		14,99		19,05		10,07	

Valores na coluna seguidos de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

O N pode ser redistribuído na planta, contribuindo para formação de raízes, folhas, flores e frutos. Por esse motivo, o decréscimo da disponibilidade de N pode não afetar a produção de frutos de imediato. Contudo, quando as doses de N forem inferiores à exportação pelas colheitas, poderão ocorrer perdas na produção de frutos em anos posteriores (BOARETTO et al., 2007).

Na absorção de P, *C. bonariensis*, *P. pellucida*, *S. latifolia*, *E. heterophylla*, *W. corchorifolia*, *P. phaseoloides* e Verbenaceae sp. e *P. conjugatum* foram tanto ou mais eficientes que a laranjeira (Tabela 7). Quanto à absorção de K, *C. bonariensis* e Verbenaceae sp. absorveram quase duas vezes mais que citros. A absorção de Ca pelas plantas infestantes, principalmente pelas gramíneas, foi menos eficiente quando comparada à da cultura. Porém,



para o Mg, com exceção de *E. heterophylla*, todas as plantas infestantes foram mais eficientes na absorção desse elemento. Em relação à absorção do S, *S. latifolia* foi a mais eficiente, acumulando duas vezes e meio mais nutriente em relação à laranjeira. As infestantes menos exigentes na absorção de S foram as gramíneas e *P. phaseoloides*.

Fontes & Nascimento Filho (2013) estudaram o acúmulo de nutrientes minerais em plantas infestantes comuns na cultura do guaraná (*Paullinia cupana*) e concluíram que as espécies *Alternanthera tenella*, *Amaranthus retroflexus*, *Commelina erecta*, *Lantana camara*, *Pueraria phaseoloides* e *Stachytarpheta cayennensis* mostraram-se bem mais eficientes na absorção de macro e de micronutrientes. Segundo Pitelli (1985), a habilidade de retirar nutrientes do solo e a quantidade requerida variam consideravelmente entre as espécies infestantes envolvidas, entre o tipo de nutriente absorvido e com o grau de competição das espécies.

Em relação aos micronutrientes nas folhas dos citros, o nível de B está adequado; o de Cu, baixo; Fe, alto; e Mn e Zn, deficientes. Nenhuma espécie infestante se mostrou mais eficiente na absorção de B do que as laranjeiras, com destaque para as gramíneas que foram menos eficientes (Tabela 8).

Tabela 8 - Teor de micronutrientes na parte aérea das plantas infestantes mais importantes na área de estudo.

Espécie	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	mg kg <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	%
<i>C. sinensis</i>	89,0a	100	4,0f	100	128,7d	100	3,9d	100	16,60f	100
<i>C. bonariensis</i>	61,5b	69	15,7a	391	3969,1b	3085	25,0b	645	89,6c	857
<i>D. horizontalis</i>	13,7i	15	5,3e	132	1173,0c	912	22,9b	592	54,4d	521
<i>E. heterophylla</i>	38,2f	43	8,2d	205	1699,2c	1321	13,2c	341	41,7e	399
<i>M. verticillata</i>	39,8e	45	3,8f	94	1442,0c	1121	13,2c	340	112,5b	1076
<i>P. conjugatum</i>	18,9h	21	7,1d	177	1673,4c	1301	15,0c	388	68,9d	660
<i>P. pellucida</i>	38,3f	43	13,1b	329	6632,5a	5155	45,0a	1163	155,7a	1490
<i>P. phaseoloides</i>	46,2c	52	8,7c	217	1611,5c	1253	13,6c	350	39,1e	374

<i>S. latifolia</i>	25,8g	29	10,1c	253	3518,5b	2735	26,0b	672	52,5d	502
Verbenaceae sp.	39,8e	45	5,7e	142	1489,3c	1158	9,5c	244	46,2d	442
<i>W. corchorifolia</i>	45,9d	52	8,5c	212	1842,9c	1432	20,8b	538	58,6d	560
C.V. (%)	10,01		11,93		26,74		19,05		17,42	

Valores na coluna seguidos de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Na absorção de Cu, com exceção de *M. verticillata*, todas as infestantes foram mais eficientes que a laranjeira ( $4 \text{ mg kg}^{-1}$ ), com destaque para *C. bonariensis* e *P. pellucida*, que acumularam em seus tecidos  $15,7 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $13,1 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. A grande demanda exercida pelas plantas infestantes em relação ao Cu pode ter contribuído para que este elemento fosse encontrado em baixa concentração nas folhas cítricas.

Nas folhas de laranjeira, o Fe foi encontrado na concentração de  $128 \text{ mg kg}^{-1}$ , valor considerado alto para essa cultura. Porém, todas as espécies infestantes foram bem mais eficientes na acumularam de Fe em seus tecidos do que as plantas de citros (Tabela 8).

Mn e Zn foram encontradas em quantidades insuficientes ( $3,9 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $10,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente) nas folhas das laranjeiras. Porém, todas as infestantes acumularam esses nutrientes em quantidade bem superior à da cultura, o que pode ter diminuído a oferta destes elementos no solo e, conseqüentemente, reduzido sua absorção pelas plantas cítricas e seu teor nos tecidos.

A infestante que mais acumulou Fe, Mn e Zn em suas folhas foi *P. pellucida*, planta herbácea da família Piperaceae conhecida como erva-de-jabuti. Esta espécie cresce com facilidade em áreas úmidas, sombreadas e abundantes em matéria orgânica (SILVA et al., 2013). Sob a copa das plantas cítricas, ela encontra condições adequadas ao seu crescimento e compete fortemente, principalmente por micronutrientes, limitando a oferta destes elementos à cultura e provocando redução na produção.

#### 4 CONCLUSÕES

*C. bonariensis* e *S. latifolia* foram as espécies infestantes mais eficientes na acumulação de matéria seca e na absorção de nutrientes do solo;

*C. bonariensis*, *S. latifolia* devem ser controladas quando ocorrerem em cultivo de laranjeiras por serem muito competitivas na absorção de nutrientes do solo em relação às plantas cítricas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n.141, p.399-436, 2003.

BOARETTO, R.M.; MATTOS JUNIOR, D.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (15N) aplicado em pomar jovem de laranja. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.29, n.3, p.600-605, 2007.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia**: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3. Ed. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.

CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.1, p.99-107, 2014.

CAVALCANTE, D.P.; SILVA, J.F.; MONTEIRO, G.F.P.; ALBERTINO, S.M.F.; GALVÃO, A.K.L. **Plantas daninhas e fitossociologia na cultura da laranja em Manaus, AM**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, XXVII, 2010, Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP, Responsabilidade social e ambiental no manejo de plantas daninhas, 2010. p.624-628.

CRUZ, D.L.S.; RODRIGUES, G.S.; DIAS, F.O.; MARIA, J.; ALVES, A.; ALBUQUERQUE, J.A.A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v.3, n.1, p.58-63, 2009.

DIAS, J.R.M.; TUCCI, C.A.F.; WADT, P.G.S.; SILVA, A.M.; SANTOS, J.Z.L. Níveis críticos e faixas de suficiência nutricional em laranja-pêra na Amazônia Central obtidas pelo método DRIS. **Acta Amazonica**, v.43, n.3, p.239-246, 2013.

FERREIRA, E.A.; SILVA, E.B.; CARVALHO, F.P.; SILVA, D.V.; SANTOS, J.B. Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-mansão. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p.3788-3798, 2013.

FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; FARIA, A.T.; TORRES, L.G.; ROCHA, P.R.R. e SANTOS, J.B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.1, p.65-73, 2012.

FONTES, J.R.A.; NASCIMENTO FILHO, F.J. Acúmulo de nutrientes minerais em plantas daninhas de ocorrência comum em guaranazais. **Circular Técnica (CPAA)**, Manaus, v.38. p.1-6, 2013.

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

MATHEIS, H.A.S.M. **Uso contínuo de coberturas vegetais em citros**: influência no banco de sementes, na comunidade infestante e nas características químicas do solo. 96f. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia na área de concentração de Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: D.C.: OEA, 1982. 167f.

MONTEIRO, G.F.P. **Período crítico de interferência de plantas daninhas na cultura dos citros no município de Manaus**. 49f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical na área de concentração de Produção Vegetal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.1, p.157-164, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley. 1974. 547f.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Citrus BR, 2010. 137p.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa, v.26 n.1, p.33-46, 2008.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuária**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C.; BENEDETTI, N.J. Estudo de competição inter e intraespecífica envolvendo *Glycine max* (L.) Merrill e *Cyperus rotundus* (L.), em condições de casa de vegetação. **Planta Daninha**, Viçosa, v.6, n.2, p.129-137, 1983.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R.M. Sources and rates of potassium for sweet orange production. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.369-375, 2011.

RONCHI, C.P.; TERRA, A.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.219-227, 2003.

ROSA, L.C.; FEISTEL, P.R.; MEDEIROS, F.S.B.; LOPES, T.A.M. Barreiras dos estados unidos as exportações do suco de laranja brasileiro. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.37, p.27-57, 2013.

SANTANA, J.G.; LEANDRO, W.M.; NAVES, R.V.; CUNHA, P.P.; ROCHA, A.C. Estado nutricional da laranja pêra na região central do estado de Goiás avaliada pelas análises foliar e do solo. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.40-49, 2007.

SILVA, R.M.F.; RIBEIRO, J.F.A.; FREITAS, M.C.C.; ARRUDA, M.S.P.; NASCIMENTO, M.N.; BARBOSA, W.L.R.; ROLIM NETO, P.J. Caracterização físico-química e análises por espectrofotometria e cromatografia de *Peperomia pellucida* L. (H.B.K.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v.15, n.4, p.717-726, 2013.

TOMASO, J.M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.491-497, 1995.

WU, H.; WALKER, S. **Fleabane**: Fleabane biology and control. 2004. Disponível em: <<http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso indiscriminado de herbicidas, fora do período crítico, e a competição das plantas infestantes, são fatores que limitam a produtividade da cultura da laranja no Amazonas. O manejo inadequado dessas plantas aumenta o custo de produção e pode causar empobrecimento do solo devido à falta de cobertura vegetal, deixando esse recurso exposto à erosão.

O pouco conhecimento do produtor sobre as consequências do uso frequente do mesmo herbicida pode gerar problemas de difícil solução como a resistência de plantas infestantes a herbicidas. Nesta pesquisa, o uso pelo produtor do herbicida glifosato desde a formação do pomar induziu resistência a buva (*C. bonariensis*) (Figura 1).



Figura 1. Biótipos de *C. bonariensis* resistentes ao glifosato 20 dias após aplicação do produto.

A determinação do período de convivência e do período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de plantas daninhas em laranjeira pode diminuir o número de aplicações de herbicidas durante o ano, reduzir a quantidade de insumos utilizados no controle, assim como o custo de produção e contribuir para o aumento da produtividade da cultura.

A disponibilização dessas informações aos produtores pode impactar diretamente a produção de citros no Estado, pois pode limitar o período de controle das plantas daninhas, diminuir a deposição de produtos químicos nas áreas agrícolas e a contaminação ambiental, reduzir os custos com a aplicação, mantendo ou aumentando a produtividade.

Nesta pesquisa, o conteúdo de prolina livre no tecido foliar das laranjeiras aumentou com o aumento do estresse provocado pela convivência com plantas infestantes. Diante disso, aumentos significativos nos teores de prolina livre nas folhas de laranjeira podem ser um indicativo de PCPI.

Diante da dinâmica das plantas daninhas e dos diferentes períodos de interferência avaliados, assim como suas associações, pretende-se dar continuidade a esta linha de pesquisa

com a realização de outros estudos para melhor compreensão das interações estabelecidas e seus efeitos sobre a interferência de plantas daninhas nas culturas.