

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DETERMINAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
NA PRODUÇÃO DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E DE
PROLINA EM LARANJEIRA

Bolsista: Ricardo Cruz da Silva Filho, FAPEAM

MANAUS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-A/0014/2013

DETERMINAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
NA PRODUÇÃO DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E DE
PROLINA EM LARANJEIRA

Bolsista: Ricardo Cruz da Silva Filho, FAPEAM

Orientador: Prof. Dr. José Ferreira da Silva

Colaborador: Gerlândio Suassuna Gonçalves

MANAUS

2014

RESUMO

Determinar o teor de clorofila e carotenoide é muito importante, pois estas determinações podem auxiliar na investigação sobre o estresse causado pela competição entre a cultura e as plantas daninhas. Essa competição pode reduzir significativamente a quantidade produzida destes pigmentos. A quantificação de prolina nas folhas também é muito importante, pois o acúmulo desse aminoácido nos tecidos tem um papel adaptativo em casos de tolerância ao estresse hídrico. O objetivo do trabalho foi avaliar a interferência das plantas daninhas em caracteres relacionados à fotossíntese e à adaptabilidade de laranjeiras ao estresse hídrico, em duas épocas (seca e chuvosa) e em diferentes períodos de controle. O estudo foi conduzido em uma área de produção comercial de citros, que está implantada na Fazenda F.M.I. Citros, localizada a 14 quilômetros da AM 010 do km 113 no município de Rio Preto da Eva – AM. O delineamento experimental é em blocos casualizados com oito tratamentos. O herbicida usado no controle das plantas infestantes foi o glifosato (1.440 g ha^{-1} e.a.). Os tratamentos foram: 1 - período de interferência de plantas infestantes com a cultura de outubro a janeiro (duas aplicações de herbicida: uma em fevereiro e uma em junho); 2 - fevereiro a maio (duas aplicações: uma em junho e uma em outubro); 3 - junho a setembro (duas aplicações: uma em outubro e uma em fevereiro); 4 - outubro a maio (uma aplicação em junho); 5 - outubro a janeiro e junho a setembro (uma aplicação em fevereiro); 6 - fevereiro a setembro (uma aplicação em outubro); 7 – janeiro a dezembro sem a interferência das plantas infestantes (três aplicações: fevereiro, junho e outubro); e 8 - testemunha com três roçadas mecanizadas e três aplicações de herbicida por ano. De acordo com as análises estatísticas não houve diferença significativa entre os tratamentos, para os teores de clorofila a e de b, nas duas épocas de amostragem. Porém, os teores de carotenoides, verificados em folhas de laranjeira coletadas no período de seca, diferiram significativamente entre os tratamentos. Os tratamentos sem convivência com plantas infestantes durante todo o ano (T7) e testemunha com três roçadas mecanizadas e três aplicações de herbicida por ano (T8) reduziram o teor de prolina.

Palavras-chave: Clorofila, carotenoide, prolina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5	CONCLUSÕES.....	15
6	REFERÊNCIAS.....	16
7	CRONOGRAMA EXECUTADO.....	18

1. INTRODUÇÃO

No estado no Amazonas, a citricultura representa uma das principais potencialidades da fruticultura, envolvendo diretamente 2.400 produtores e uma área plantada superior a 4.007 hectares entre laranja, limão e tangerina. Somente de Laranja, em 2011, a área plantada era de 3.498 hectares, e rendimento médio de 15.770 kg por hectare (IBGE, 2011). Um dos fatores que mais contribuem para a redução da produtividade em citros, além de fatores genéticos, é a habilidade competitiva das plantas daninhas ou oportunistas pelos fatores de produção como água, luz e nutrientes. A competição por estes fatores ocorre mais intensamente em alguns períodos do ano, em que estes elementos são críticos para o crescimento e o desenvolvimento dos frutos.

A competição também pode interferir na produção de pigmentos fotossintéticos, como a clorofila a e b, e carotenoides. As clorofilas são pigmentos fotossintéticos de cor verde e ocorrem em todos os eucariontes fotossintéticos e nas cianobactérias (CATUNDA et al., 2005).

Uma das mais bem estudadas respostas das plantas ao déficit hídrico é a acumulação de prolina nas células. A acumulação desse aminoácido é resultado do aumento no fluxo de glutamato, enzima que regula a taxa de biossíntese de prolina (HARE E CRESS, 1997), bem como de um decréscimo no catabolismo da prolina. Acumulação de osmólitos citoplasmático tem a finalidade de reduzir o potencial hídrico da célula abaixo do potencial hídrico externo. Este permite que a água se mova para dentro da célula e lá seja mantida. Além disso, a manutenção da pressão de turgescência celular é essencial para o crescimento contínuo celular.

Considerando que a competição com plantas daninhas causa alterações nas culturas, admite-se que as características fisiológicas relacionadas à fotossíntese e à adaptação das plantas a condições de estresse hídrico podem ser indicadores de nível de competição entre essas espécies e a cultura da laranjeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A redução do rendimento da laranjeira pode ocorrer por vários fatores, dentre os quais se pode destacar a interferência exercida pelas plantas infestantes. A interferência das plantas infestantes pode variar em função da região, da espécie, do grau de infestação, do tipo de solo, das condições climáticas reinantes no período de competição, e do estágio fenológico da cultura (BLANCO e OLIVEIRA, 1978).

A competição das plantas daninhas leva a uma menor oferta dos recursos do meio para a cultura (GALON et al., 2010). A disponibilidade de água é considerada um dos fatores limitantes mais importantes para obtenção de elevados rendimentos, especialmente em períodos quentes e secos, onde este componente torna-se mais escasso devido às baixas pluviosidades. Segundo MELO et al. (2009), o suprimento nutricional é também muito importante, assim como a quantidade de luz que chega às folhas (SHARKEY; RASCHKE, 1981), pois tendem a promover maiores taxas fotossintéticas, implicando aumento do rendimento. Menor eficiência na captura de determinado recurso do meio, desencadeado por algum estresse, pode levar a desequilíbrios em alguns processos fisiológicos das plantas como condutância estomática e concentração interna de gases, que podem afetar diretamente a atividade fotossintética da cultura.

O teor de clorofila e o de carotenoides, nas folhas, associados a outras determinações são características essenciais, que podem auxiliar nas investigações sobre estresses causados pela competição entre plantas (CATUNDA et al., 2005). A competição entre cultura e plantas daninhas pode reduzir significativamente a quantidade produzida destes pigmentos, tendo a clorose nas folhas como o primeiro sintoma expresso. Reduções foliares nas concentrações de clorofilas *a* e *b* e de carotenoides podem contribuir para menores taxas fotossintéticas, menor crescimento das plantas e, conseqüentemente, menor produtividade da cultura.

Outra característica que pode indicar situação de estresse na planta é o nível de acumulação de prolina nas células. A prolina é um aminoácido essencial para o metabolismo primário como um componente de proteínas e que é sintetizado principalmente a partir de glutamato (SZABADOS e SAVOURÉ, 2009). Acúmulo de prolina desempenha papéis adaptativos em casos de tolerância a estresse hídrico,

nutricional, salinidade extrema e outros como metais pesados, patógenos, poluição e radiação ultravioleta (VERBRUGGEN e HERMANS, 2008).

É geralmente aceito que, em condições de privação de água ou salinidade extrema, o acúmulo de prolina nas células serve como uma defesa contra a perda excessiva de água. O acúmulo deste aminoácido é uma resposta bioquímica bem característica de células vegetais ao déficit hídrico (DELAUNEY e VERMA, 1993).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área de produção comercial de citros, que está implantada na Fazenda F.M.I. Citros, localizada a 14 quilômetros da AM 010 do km 113 (02° 42' 35,4" de latitude sul e 59° 26' 07,8" de longitude oeste), no município de Rio Preto da Eva – AM. A área plantada com citros na propriedade é de aproximadamente 20 hectares.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito tratamentos, quatro repetições e parcelas (área superficial de 360 m²) com 15 plantas, das quais as três centrais são úteis.

O herbicida usado no controle das plantas infestantes foi o glifosato (1.440 g ha⁻¹ e.a.). Os oito tratamentos foram: 1 - período de interferência de plantas infestantes com a cultura de outubro a janeiro (duas aplicações de herbicida: uma em fevereiro e uma em junho); 2 - fevereiro a maio (duas aplicações: uma em junho e uma em outubro); 3 - junho a setembro (duas aplicações: uma em outubro e uma em fevereiro); 4 - outubro a maio (uma aplicação em junho); 5 - outubro a janeiro e junho a setembro (uma aplicação em fevereiro); 6 - fevereiro a setembro (uma aplicação em outubro); 7 - janeiro a dezembro sem a interferência das plantas infestantes (três aplicações: fevereiro, junho e outubro); e 8 - testemunha com três roçadas mecanizadas e três aplicações de herbicida por ano.

A aplicação do herbicida foi mediante o uso de pulverizador costal elétrico de 18 L, com bico tipo leque (110.02), com volume de aplicação de 300 L de calda por hectare ou 10 L por parcela (320 m²).

Antes da instalação do experimento em campo foi feita uma análise florística e fitossociológica da flora da área de estudo, a fim de identificar as principais espécies daninhas que competem com a cultura pelos fatores de produção. Para isto foram utilizados quadrados de madeira de 1,0 m² arremessados aleatoriamente, nas linhas e nas entrelinhas, por 20 vezes. Todas as plantas contidas no quadrado foram contadas e identificadas por classe, família, gênero, espécie e nome comum, tanto por comparação com o material existente no acervo do herbário da Universidade Federal do Amazonas, como também com auxílio de literatura especializada ou de especialistas. Prosseguiu-se com secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas para posterior medição da massa seca. Com os dados coletados foram calculados os

seguintes parâmetros fitossociológicos: número total de indivíduos densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, abundância absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, e índice de valor de importância. Para o cálculo desses parâmetros foram utilizadas as fórmulas propostas por (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e a análise de variância (ANOVA). Também será realizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) a fim de identificar a melhor época de controle.

3.1. Extração e determinação de pigmentos fotossintéticos

3.1.1 Clorofila a, b e carotenoides

Para esta determinação foi coletada a terceira folha de ramos produtivos, nos quatro quadrantes da planta, na altura de 1,5 m. Após a coleta, as folhas foram lavadas, acondicionadas em sacos ziploc com gelo e colocadas em uma caixa de poliestireno, para paralisação ou redução das atividades metabólicas e preservação de suas características por mais tempo. O material coletado foi conduzido ao Laboratório de Ciências das Plantas Daninhas, onde foi dado prosseguimento às análises.

Para determinação das clorofilas a, b e total foi utilizado um vazador para retirar quatro discos foliares de 1cm^2 de área de folhas selecionadas. Os discos, imediatamente após a retirada, foram pesados em balança de precisão e depositados em frascos, cor âmbar, envoltos com papel alumínio contendo solução de acetona p.a. a 80%. Pequena quantidade de MgCO_3 foi adicionada para evitar a feofitinação das clorofilas (STEFFENS et al., 1976). Os discos foram macerados em acetona 80% e depois centrifugado a 2.500 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi recolhido em um balão volumétrico de 10 mL, e neste, adicionada acetona 80% ao precipitado e agitado até o precipitado solta-se do tudo de ensaio. Em seguida, a amostra foi centrifugada da mesma forma das anteriores. O sobrenadante foi colocado no balão volumétrico e o volume final completado para 10 mL (ARNON, 1949). As absorbâncias dos extratos cetônicos foram determinadas em espectrofotômetro digital, nos comprimentos de onda de 663 nm para clorofila a, 645 nm para clorofila b e 480 nm para os carotenoides. Os teores de clorofila a e b foram feitos com base nos coeficientes de HENDRY e PRICE (1993) e expressos em microgramas por grama de folha.

3.2. Quantificação do acúmulo de Prolina

Amostras de 0,1 g de matéria seca de tecido foliar de laranjeira foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g. A extração foi feita com a adição de 5 mL de ácido sulfosalicílico a 3%. O extrato foi centrifugado por 10 minutos a 3000 rpm em temperatura ambiente. Foi retirado 0,3 mL do sobrenadante do centrifugado, transferido para um tubo de ensaio e adicionado 2 mL de ninidrina ácida e 2 mL de ácido acético glacial. A mistura foi colocada em banho-maria por 30 minutos a 100°C e depois resfriada em gelo. Em seguida foi adicionado 4mL de tolueno puro e agitado vigorosamente em vortex, por 30 segundos, para separação das fases (o tolueno extrai a substância cromófora formando um complexo com coloração avermelhada). Após a solução atingir a temperatura ambiente, a fração aquosa superior que contém o grupo cromóforo foi coletada e lida em espectrofotômetro a 520 nm.

O método utilizado é o descrito por (TORELLO e RICE, 1986). As absorbâncias obtidas foram comparadas com a curva-padrão de prolina e, os resultados obtidos expressos em microgramas de prolina por grama de material fresco.

3.3. Produtividade (toneladas de frutos ha⁻¹)

Determinada pela contagem manual de todos os frutos maduros ainda na planta, durante a época da colheita. Os frutos foram contados apenas nas plantas úteis da parcela, totalizando 96 plantas em todo o experimento. Em seguida os frutos foram pesados em balança de precisão. A partir dos dados de número de frutos por planta, do peso médio de frutos e do espaçamento da cultura foi calculada a produtividade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A convivência de plantas infestantes com as laranjeiras na época de seca não interferiu na produção de clorofilas a e b, porém, promoveu alterações na produção de carotenoides. A acumulação de prolina nas folhas de laranjeiras sofreu influência dos períodos de competição com plantas infestantes. O tratamento em que foi observada a maior produção deste aminoácido foi o out-maio, quando plantas infestantes e a cultura conviveram de outubro a maio do ano subsequente (Tabela 1).

Tabela 1: Teores de clorofilas, carotenoides e prolina em folhas de laranjeiras 'Pera' submetidas a diferentes períodos de controle de plantas infestantes na época seca de 2013.

Período de convivência	Teor de clorofila a ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Teor de clorofila b ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Carotenoide ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Clorofila total ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Prolina ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)
Out-jan	2,48 a	0,64 a	0,61 a	1,60 a	127,0 b
Fev-mai	2,31 a	0,56 a	0,37 b	1,31 a	107,1 b
Jun-set	2,45 a	0,50 a	0,44 ab	1,23 a	127,0 b
Out-mai	2,11 a	0,58 a	0,34 b	1,22 a	212,7 a
Out-jan/jun-set	2,55 a	0,58 a	0,57 a	1,49 a	149,1 b
Fev-set	2,59 a	0,53 a	0,49 ab	1,38 a	101,0 b
Sem convivência	2,47 a	0,58 a	0,44 ab	1,46 a	114,1 b
Testemunha	2,42 a	0,50 a	0,36 b	1,21 a	95,49 b
Média geral	2,42	0,56	0,45	1,36	129,23
DMS	0,48	0,19	0,17	0,48	55,09
CV (%)	8,42	14,29	15,81	14,84	17,97

significativo ao nível de 5% de probabilidade

A convivência de plantas infestantes com as laranjeiras na época de chuvas não interferiu na produção de clorofilas a e b, e de carotenoides. Porém, a produção de prolina foi significativamente afetada pelos períodos de convivência. O acúmulo de prolina nas folhas foi menor quando as plantas conviveram menos com as infestantes (Tabela 2).

Tabela 2: Teores de clorofilas e carotenoides em folhas de laranjeiras ‘Pera’ submetidas a diferentes períodos de controle de plantas infestantes na época chuvosa em 2014.

Período de convivência	Teor de clorofila a ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Teor de clorofila b ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Carotenoide ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Clorofila total ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	Prolina ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)
Out-jan	1.61 a	0,66 a	0,79 a	2,28 a	560,2 a
Fev-mai	1.72 a	0,72 a	0,86 a	2,44 a	469,7 a
Jun-set	1.46 a	0,64 a	0,75 a	2,10 a	466,0 a
Out-mai	1.81 a	0,76 a	0,95 a	2,58 a	541,9 a
Out-jan/jun-set	1.77 a	0,72 a	0,91 a	2,51 a	449,4 a
Fev-set	1.69 a	0,68 a	0,82 a	2,38 a	578,4 a
Sem convivência	1.78 a	0,65 a	0,87 a	2,44 a	278,0 b
Testemunha	1.72 a	0,71 a	0,86 a	2,44 a	221,7 b
Média geral	2.48	0,70	0,85	2,40	445,7
DMS	1.28	0,35	0,39	0,95	159,41
CV (%)	21.87	21.20	19.38	16,75	15,08

significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os períodos de convivência com plantas infestantes reduziram, significativamente, a produtividade da cultura. A interferência das plantas infestantes de outubro a maio foi a que ocasionou as maiores perdas de produtividade. A produtividade do tratamento sem interferência das plantas infestantes de janeiro a dezembro (Sem convivência) foi de $42,77 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto que a do tratamento com interferência de outubro a maio foi de $34,57 \text{ t ha}^{-1}$. Esses valores representam perda de $8,2 \text{ t ha}^{-1}$, equivalente a 19,17% da produtividade (Figura 1).

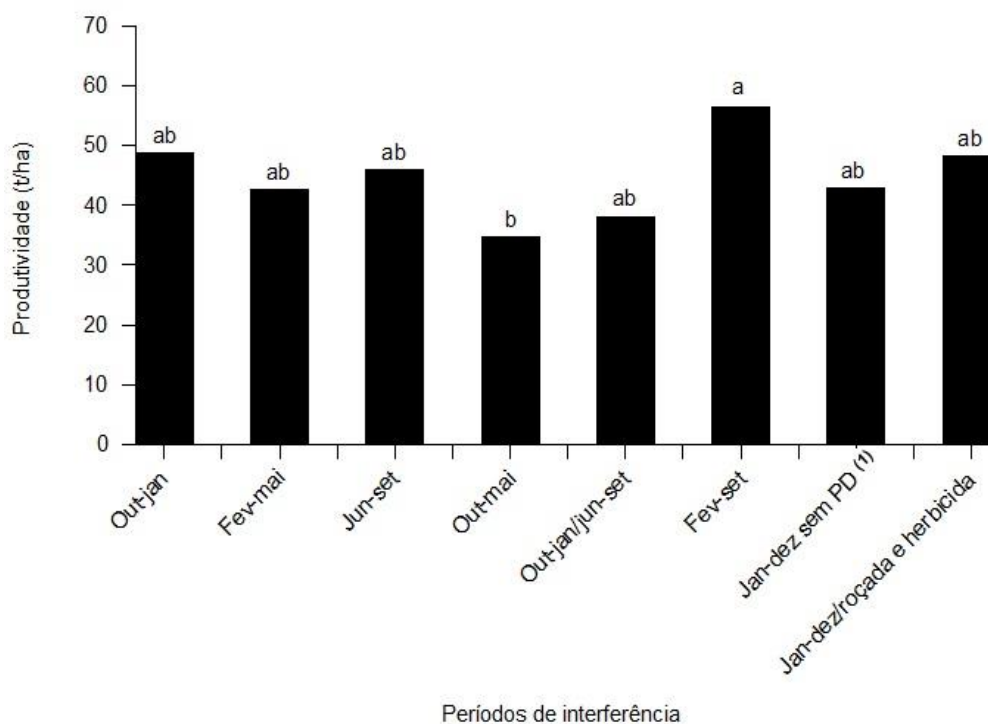


Figura 1: Produtividade de laranjeira “Pera” em diferentes períodos de interferência com plantas infestantes. PD⁽¹⁾ = sem convivência com plantas infestantes.

De acordo com os resultados de análise florística e fitossociológica, *Paspalum conjugatum* (Sw.) P. Beauv. foi a espécie com maior frequência na área estudada, apresentando uma densidade de aproximadamente 46 indivíduos m⁻² (tabela 3).

Outras espécies bastante representativas, verificadas no local de estudo foram: *Arachis pintoii*, *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze, *Pueraria phaseoloides*, apresentando densidades de aproximadamente nove, quatro e quatro indivíduos m⁻², respectivamente.

Tabela 3: Dados da análise florística e fitossociológica das plantas infestantes da área de estudo.

Espécie	DA	FA	AbA	DoA	DR	FR	AbR	DoR	IVI
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	0,25	5,00	5,00	0,78	0,34	1,00	2,52	0,32	3,86
<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.	8,75	30,00	29,17	52,98	11,74	6,00	14,73	21,60	32,47
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	3,80	85,00	4,47	16,98	5,10	17,00	2,26	6,92	24,36
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	0,30	15,00	2,00	0,37	0,40	3,00	1,01	0,15	4,41
<i>Cyperus sp.</i>	0,25	15,00	1,67	0,98	0,34	3,00	0,84	0,40	4,18
<i>Digitaria horizontales</i> Henrard	1,85	15,00	12,33	2,88	2,48	3,00	6,23	1,17	11,71
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	0,90	20,00	4,50	1,46	1,21	4,00	2,27	0,59	7,48
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	0,25	15,00	1,67	2,72	0,34	3,00	0,84	1,11	4,18
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	1,80	10,00	18,00	2,61	2,42	2,00	9,09	1,06	13,51
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl)	4,40	25,00	17,60	6,23	5,91	5,00	8,89	2,54	19,79
<i>Panicum sp.</i>	1	25,00	3,71	6,46	1,34	5	1,87	2,63	8,22
<i>Paspalum conjugatum</i>	45,75	95,00	48,16	133,01	61,41	19,00	24,32	54,24	104,73
<i>Poaceae sp2</i>	1,30	5,00	26,00	4,13	1,74	1,00	13,13	1,68	15,87
<i>Richardia sp.</i>	0,15	5,00	3,00	0,15	0,20	1,00	1,51	0,06	2,72
<i>Rolandra fruticosa</i> (L.) Kuntze	0,65	30,00	2,17	2,79	0,87	6,00	1,09	1,14	7,97
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl	0,05	5,00	1,00	0,03	0,07	1,00	0,50	0,01	1,57
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0,65	30,00	2,17	0,72	0,87	6,00	1,09	0,29	7,97
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	0,95	35,00	2,71	2,97	1,28	7,00	1,37	1,21	9,65
<i>Stilosanthes sp.</i>	0,15	5,00	3,00	0,18	0,20	1,00	1,51	0,07	2,72
<i>Waltheria corchorifolia</i>	0,30	5,00	6,00	0,22	0,40	1,00	3,03	0,09	4,43
Soma dos valores	74,50	500,00	198,04	245,23	100,00	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: DA – densidade absoluta (plantas m⁻²); DR – densidade relativa (%); FA – frequência absoluta; FR – frequência relativa (%); AbA – abundância absoluta; AbR – abundância relativa (%); DoA – dominância; DoR – dominância relativa (%); e IVI – índice de valor de importância (FR + AbR + DoR).

5. CONCLUSÕES

A convivência de plantas infestantes não reduziu os teores de clorofila em laranjeira.

A convivência de outubro a maio com plantas infestantes reduziu, significativamente, a produtividade da cultura.

A competição com plantas infestantes estimulou a produção de prolina nas folhas de laranjeiras.

6. REFERÊNCIAS

ARNON, D.I, Copper enzymes in isolated chloroplasts, Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, *Plant Physiology*, v, 24, n, 1, p, 1-5, Jan, 1949,

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.

CATUNDA, M,G,; FREITAS, S,P,; OLIVEIRA, J,G,; SILVA, C,M,M, Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*), *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v, 23, p, 115-121, 2005,

DELAUNEY, A,J,; VERMA, D,P,S, (1993), Proline biosynthesis and osmoregulation in plants, *Plant J* 4: 215–223,

GALON, L, et al, Eficiência de uso da água em genótipos de cana-de-açúcar submetidos a aplicação de herbicidas, *Planta Daninha*, v, 28, n, 4, p, 777-784, 2010,

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

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*, p, 148-152, London, Chapman & Hall, 1993,

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pi&tema=lavourapermanente2011>> Acesso em: 12 de março de 2013,

MELO, A, S, et al, Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação, *Cienc, Rural*, v, 39, n, 3, p, 733-741, 2009,

MUELLER-DOMBOIS, D, H, ELLENBERG, 1974, *Aims and Methods of Vegetation Ecology*, Wiley, New York, 547 p,

SHARKEY, T, D,; RASCHKE, K, Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L, *Plant Physiol.*, v, 68, n, 5, p, 1170-1174, 1981,

STEFFENS, D.P.; BLOS, J.; SCHOCH, S.; RUGIGER, W, Lichtabhaengigkeit der phytolakkumulation, Ein Beitrag zur Frage der Chlorophyll biosynthese, *Planta*, v, 130, p, 151-158, 1976,

SZABADOS, L, and SAVOURÉ, A, 2009, Proline: a multifunctional amino acid, *Trends in Plant Science*, vol, 15, no, 2, p, 89-97, PMID:20036181, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2009.11.009>,

TORELLO, W,A.; RICE, L,A, Effects of NaCl stress on proline and cation accumulation in salt sensitive and tolerant turfgrasses, *Plant and Soil*, v,93, p,241-247, 1986,

VERBRUGGEN, N, and HERMANS, C, 2008, Proline accumulation in plants: a review, *Amino Acids*, vol, 35, no, 4, p, 753-759, PMID:18379856, <http://dx.doi.org/10.1007/s00726-008-0061>

