

MARIA JOSÉ HATEM DE SOUZA

**ANÁLISES DO MANEJO DE ÁGUA, GRAUS-DIA, RADIAÇÃO INTERCEPTADA
E PRODUTIVIDADE NA LIMA ÁCIDA 'TAHITI'**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001**

MARIA JOSÉ HATEM DE SOUZA

**ANÁLISES DO MANEJO DE ÁGUA, GRAUS-DIA, RADIAÇÃO
INTERCEPTADA
E PRODUTIVIDADE NA LIMA ÁCIDA 'TAHITI'**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”

Aprovada: 22 de novembro de 2001.

Prof. Dalmo Lopes Siqueira
(Conselheiro)

Prof. Luiz Cláudio Costa
(Conselheiro)

Prof. Luiz Carlos C. Salomão

Prof. Elias Fernandes de Souza

Prof. Márcio Mota Ramos
(Orientador)

**Aos meus pais Geraldo e Rosa
a meu filho Jonas
e meu esposo Arnaldo.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Aos meus pais, Geraldo e Rosa, pela minha vida.

A meu esposo, Arnaldo, meu filho, Jonas, e minha amiga, Rita, pelo apoio e dedicação.

Ao Professor Márcio Mota Ramos, pela orientação, e pelo auxílio durante a elaboração e execução deste trabalho.

Ao Professor Everardo Chartuni Mantovani, pelo incentivo e sugestões.

Aos Professores Dalmo Lopes de Siqueira e Luiz Carlos C. Salomão, pelas valiosas sugestões e dedicação durante todo o trabalho.

Ao engenheiro agrônomo, Arnaldo José Moura Lhamas, pela grande participação neste trabalho.

Ao Professor Luiz Cláudio Costa, pelo empréstimo do ceptômetro e pela preciosa orientação.

Ao Senhor José do Carmo, técnico agrícola, pela grande dedicação e apoio aos trabalhos de campo.

A todos os estudantes, colegas e funcionários que me auxiliaram nos trabalhos de campo e de laboratório.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Maria José Hatem de Souza, filha de Geraldo José de Souza e de Rosa Hatem de Souza, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, no dia 10 de junho de 1967.

Em junho de 1991, graduou-se em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa.

Em janeiro de 1996, concluiu o curso de “Mestrado em Meteorologia Agrícola” na Universidade Federal de Viçosa, na área de Radiação Solar.

Durante o curso de Mestrado, exerceu a função de monitora, nível II, da disciplina Meteorologia e Climatologia, ENG 210, do departamento de Engenharia Agrícola. E em 1996 atuou como Professora Substituta desta mesma disciplina.

Em agosto de 1997, iniciou o Doutorado em Engenharia Agrícola, na área de Irrigação e Drenagem.

No dia 22 de novembro de 2001, defendeu tese, requisito indispensável para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Histórico.....	4
2.2. Planta e fruto.....	4
2.3. Floração.....	6
2.4. Produção e produtividade.....	7
2.5. Necessidades hídricas.....	8
2.6. Irrigação.....	11
2.7. Porcentagem de área molhada (Pw).....	12
2.8. Déficit hídrico.....	15
2.9. Avaliação do estresse hídrico.....	17
2.10. Penetração da radiação na copa das árvores.....	19
2.11. Necessidades térmicas.....	21
2.12. Graus-dia (GD).....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Localização e caracterização climática.....	27
3.2. Delineamento experimental.....	28
3.3. Características físico químicas do solo da área experimental.....	29
3.4. Sistema de Irrigação.....	30
3.5. Manejo da Irrigação.....	33
3.6. Duração dos períodos de estresse hídrico.....	34
3.7. Monitoramento da umidade do solo.....	35
3.8. Radiação interceptada pelas árvores.....	35
3.9. Avaliação das características comerciais dos frutos.....	37

3.10	.Determinação dos graus-dia necessários desde a antese até o ponto de colheita para a lima ácida ‘Tahiti’.....	39
4	RESULTDOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	.Dados climáticos.....	42
4.2	.Retenção de água no solo.....	44
4.3	.Umidade do solo durante o período de estresse hídrico.....	46
4.4	.Acúmulo de graus-dia desde a antese até o ponto de colheita.....	50
4.5	.Produção.....	55
4.6	.Peso médio dos frutos.....	67
4.7	.Características comerciais dos frutos.....	71
4.8	.Radiação interceptada e refletida pelas árvores.....	74
5.	RESUMO	
	CONCLUSÕES.....	81
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	APÊNCICE.....	90

E

RESUMO

SOUZA, Maria José Hatem de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2001. **Análises do Manejo de Água, Graus-dia, Radiação Interceptada e Produtividade na Lima Ácida 'Tahiti'**. Orientador: Márcio Mota Ramos. Conselheiros: Luiz Cláudio Costa, Dalmo Lopes de Siqueira e Everardo Chartuni Mantovani.

Avaliaram-se, neste trabalho, a influência do manejo da água na distribuição temporal da produção da lima ácida 'Tahiti', e o efeito de três porcentagens de área molhada na produção, durante novembro de 2000 a novembro de 2001. O experimento foi conduzido em Visconde do Rio Branco – MG. Determinaram-se, os graus dias necessários desde a antese até o ponto de colheita da lima ácida 'Tahiti'. Os tratamentos constituíram-se de quatro níveis de estresse hídrico: sem estresse, SE; estresse leve, EL; estresse moderado, EM; e, estresse severo, ES; os quais foram proporcionados por quatro períodos sem irrigação: 0, 7, 10 e 13 semanas; durante os meses de junho a agosto de 2000, e durante os meses de maio a julho de 2001; e de três porcentagens de área molhada: 15, 31 e 46%, e a testemunha, totalizando 13 (12 + 1) tratamentos. Avaliaram-se a umidade do solo e a radiação interceptada e refletida, durante os dois períodos de estresse. As características comerciais dos frutos também foram avaliados. Para a determinação dos graus dias necessários da antese ao ponto de colheita, marcaram-se flores nas 78 árvores do experimento. Os graus-dia foram determinados a partir da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura basal inferior, considerada 13 °C. O acúmulo de graus-dia (GD), necessários desde a abertura da flor até a colheita, para a lima ácida 'Tahiti', irrigada, são 1493 GD, situando a lima ácida 'Tahiti' entre as variedades precoces, que requerem 1600 a 1800 GD. Os frutos, das árvores não irrigadas, necessitam de maior acúmulo de graus-dias, 1585 GD, para atingir o ponto de colheita. O estresse hídrico reduziu a produção de frutos das árvores durante o período de aplicação do estresse hídrico e aumentou a produção nos meses subsequentes ao estresse. A duração do estresse hídrico teve influência na

época e na produtividade sazonal da lima ácida, porém não influenciou significativamente na produção total. A duração do estresse hídrico deslocou a época das maiores produções nos tratamentos de estresse. O estresse térmico, ocorrido durante os meses do inverno, também influenciou a produção de frutos nos meses subsequentes. A porcentagem de área molhada não afetou a produção das árvores de lima ácida 'Tahiti'. A irrigação aumentou a produção de frutos e afetou as características comerciais dos frutos. As árvores que não sofreram estresse hídrico interceptaram maior quantidade de radiação. A radiação refletida foi superior nas árvores do tratamento não-irrigado. Para novembro e dezembro de 2000, meses da entressafra, o tratamento EM foi o que maior produção proporcionou. Para os meses de outubro e novembro de 2001, o tratamento de EL foi o que proporcionou maior produção. Para a região da Zona da Mata, para obtenção de uma maior produção nos meses da entressafra, o estresse hídrico deve ter a duração de 7 a 10 semanas, dependendo da precipitação ocorrida no período, a partir do mês de abril ou maio.

ABSTRACT

SOUZA, Maria José Hatem de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, November 2001. **Analyses of water management, degrees-day, intercepted radiation and the productivity in acid lime 'Tahiti'**. Adviser: Márcio Mota Ramos. Committee members: Luiz Cláudio Costa, Dalmo Lopes de Siqueira and Everardo Chartuni Mantovani.

This study was carried out in Visconde do Rio Branco county- MG, aiming to evaluate the influence of the water management on temporary yield distribution of the acid lime 'Tahiti', as well as the effects from three percentages of wetted area on the yield over the period from November 2000 to November 2001. The degrees-day necessary from anthesis to the harvesting time in the acid lime 'Tahiti' were determined. The treatments consisted of four levels of hydric stress: without stress (WS), light stress (LS), moderate stress (MS), and severe stress (SS), which were provided by four periods without irrigation: 0, 7, 10 and 13 weeks; during the months from June to August 2000, and from May to July 2001; and of three percentages of wetted area: 15, 31 and 46%, and the control, totaling 13 (12 + 1) treatments. The soil moisture and the intercepted and reflected radiation were evaluated over both hydric stress periods. The commercial characteristics of the fruits were also appraised. For determination of the degrees-day necessary from anthesis to time harvesting, some flowers were marked, and later the established fruits were identified tagged in all 78 experimental trees. The degrees-day were determined from the difference between the average daily temperature and the lower basal temperature considered as 13°C. The accumulation of the degrees-day (GD) necessary from flower opening until harvesting in the irrigated acid lime 'Tahiti' are 1493 GD, so including the acid lime 'Tahiti' among the precocious varieties requiring 1600 to 1800 GD. The fruits of nonirrigated trees need higher accumulation of degrees-day (1585 GD) to attain the harvesting time. The hydric stress reduced the fruit yield of the trees during the period of hydric stress application, and increased it in the months subsequent to the hydric stress. The duration of the hydric stress affected the yield time and the seasonal productivity of the acid lime, but had no

significant influence upon total yield. The duration of the hydric stress altered the time of the highest yield in the stressed treatments. The thermal stress occurring over the winter months also affected the fruit yield in the subsequent months. The percentage of wetted area did not significantly affect the yield of the acid lime trees. However, the irrigation increased the yield of the acid lime yield, and affected the commercial characteristics of the fruits. The trees not submitted to hydric stress intercepted a higher amount of radiation. The reflected radiation was higher in those trees in nonirrigated treatment. For November and December 2000 (months between one harvesting and another one) the MS treatment provided the highest yield, whereas for October and November 2001 the LS treatment provided the highest yield. To obtain a higher yield for Zona da Mata region, during the months between one harvest and another one, the hydric stress should have a 7 to 10 week duration, depending on the occurrence of precipitation over the period, from the month of April or May.

1 – INTRODUÇÃO

A lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), conhecida comercialmente como limão ‘Tahiti’, é uma fruta de origem tropical que se tornou economicamente conhecida no final do século XIX, quando surgiu na Califórnia (EUA). No Brasil, ela destaca-se como uma das frutas cítricas de maior importância comercial, apresentando inúmeras formas de aproveitamento.

O suco da lima ácida é de excelente qualidade para o preparo de limonadas e de licores de aguardente de cana, tradicionalmente usados no Brasil com a designação de “caipirinha” (KOLLER, 1994). Atualmente, algumas indústrias têm produzido suco concentrado, refrigerantes, erva-mate e chá-mate composto.

Na culinária, a lima ácida ‘Tahiti’ pode ser utilizada para preparo de doces e tortas e tempero de carnes, bem como desinfetante de verduras e frutas devido à sua ação antisséptica, dentre outras formas de aproveitamento.

Seu óleo tem sido utilizado na aromaterapia, servindo para vários fins medicinais, tais como tratamento de bronquites, aftas, acne, assim como nas indústrias de cosméticos e de material de limpeza.

O Brasil, no contexto mundial, destaca-se como um dos principais produtores de lima ácida ‘Tahiti’, sendo precedido apenas pelo México, Estados Unidos (Flórida), Egito, Índia e Peru (COELHO, 1993). Exporta lima e limão, principalmente, para os Países Baixos, Inglaterra, Alemanha, França, Portugal e Canadá. Em 1999, o Brasil, exportou 5.336 toneladas, e em 2000, até o mês de julho, a exportação foi de 6.641 toneladas de limas e limões (AGRIANUAL, 2001).

Segundo dados do IBGE, em 1998, São Paulo foi o principal estado produtor, sendo responsável por 81,3% da produção brasileira, seguindo-se o Rio de Janeiro (4,2%), Rio Grande do Sul (2,7%), Bahia (2,4%), e Minas Gerais (1,2%). Neste mesmo ano, a produção nacional foi 666.762 toneladas (AGRIANUAL, 2001).

Nas regiões tropicais, devido às condições térmicas a que está exposta, a lima ácida 'Tahiti' apresenta um desenvolvimento mais acentuado durante o período de plena disponibilidade de água. A temperatura determina o ritmo de crescimento vegetativo, a evolução e a qualidade final dos frutos e a duração do período que vai da antese, abertura da flor, até a colheita do fruto. Em locais que apresentam temperaturas mais elevadas, ou seja, maior número de graus-dias anuais, os frutos atingem o ponto de colheita mais cedo do que em locais com temperatura mais baixas.

Os graus-dias (GD) são parâmetros utilizados para quantificar a duração do período da antese ao ponto de colheita dos frutos de diversos cultivares de citros, podendo ser empregado para estimar o tempo que decorrerá do florescimento até a maturação dos frutos.

PEDRO JUNIOR (1991) comenta que os valores médios GD, necessários à maturação das variedades precoces é 2.500 GD, das variedades médias 3.100 GD e das tardias 3.600 GD. KOLLER (1994) comenta que as laranjas de cultivares precoces requerem 1600 a 1800 GD, enquanto as cultivares tardias requerem 1800 a 2000 GD, e os pomelos 3100 GD. Não foi encontrado, na literatura, trabalho referente à determinação dos graus-dia necessários desde a antese até o ponto de colheita da lima ácida 'Tahiti'.

Em relação aos preços da lima ácida 'Tahiti', nem sempre eles são compensadores em virtude da oferta concentrada no período de safra, que vai de março a maio na região Sudeste. Entretanto, o preço pode ser cinco a dez vezes maior no período da entressafra. Segundo os dados fornecidos pelo CEAGESP-SP, apresentados no AGRIANUAL de 1999, o preço médio mensal da lima ácida 'Tahiti', no período de 1992 a 1998, no Estado de São Paulo, variou de 180 US\$/t, em maio, a 1.210 US\$/t em outubro. Tal fato incentiva a procura de alternativas, que possibilitem alterar a época de floração no sentido de favorecer a produção na entressafra. Dentre as alternativas viáveis, destacam-se o uso de reguladores de crescimento (CAETANO et al., 1981; SOUTHWICK e DAVENPORT, 1987; MARCONDES e COELHO,1996), o uso de outros porta-enxertos, além do limão 'Cravo' (PESAGRO-RIO, 1999), a utilização de irrigação e o manejo da água de irrigação (VIEIRA, 1988a, 1988b; COELHO,1993).

Nos citros, um período de repouso é essencial para a floração, pois a duração deste período determina a quantidade de flores produzidas. O período de repouso pode ser induzido tanto por meio de temperaturas baixas de inverno (em torno de 10° C), nas zonas subtropicais, quanto por um período de déficit hídrico nas zonas tropicais (DOORENBOS e KASSAM, 1979). Segundo SOUTHWICK e

DAVENPORT (1986), quando a lima ácida 'Tahiti' é exposta a um período de estresse hídrico ou de baixas temperaturas, a floração torna-se mais acentuada.

As sucessivas brotações da lima ácida dão origem a várias floradas que, por sua vez, podem resultar em diversas colheitas ao longo do ano. Mas, as flores e frutos perdem-se em virtude da seca e dos veranicos. A aplicação sistemática de um programa de irrigação, evitará essa ocorrência, possibilitando a obtenção de uma boa produção fora da safra (VIEIRA, 1988a). No vale do Rio São Francisco, o manejo da irrigação durante o cultivo da lima ácida 'Tahiti', associado a adubações mais pesadas e pulverizações com micronutrientes efetuadas no primeiro semestre, tem permitido maiores produções na entressafra (COELHO, 1993).

Atualmente, os sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) têm sido utilizados para irrigação de fruteiras, por proporcionarem um uso mais eficiente da água. Dependendo das características dos emissores neles utilizados, estes sistemas proporcionam diferentes porcentagens de área molhada. Esta área, juntamente com o perfil de molhamento do solo, pode afetar a produção da cultura, uma vez que ambos afetam o volume molhado de solo e, assim, a disponibilidade de água para as raízes e, conseqüentemente, o desenvolvimento do sistema radicular e da cultura.

No Brasil, para a obtenção de uma produção satisfatória na entressafra, é necessário que estudos sejam conduzidos no sentido de avaliar a influência do manejo da água sobre a indução floral, em citros.

Assim, este trabalho teve como objetivo principal:

a) Estudar o manejo da água, visando obter uma floração mais precoce e, com isso, aumentar a produção na entressafra.

E como objetivos específicos:

a) Avaliar os efeitos da duração do estresse hídrico e da porcentagem de área molhada sobre a indução floral, a produtividade e a qualidade do fruto da lima ácida 'Tahiti'.

b) Determinar os graus-dias acumulados, necessários desde a antese ao ponto de colheita da lima ácida 'Tahiti'.

c) Avaliar os efeitos de diferentes níveis de disponibilidade de água sobre a radiação interceptada pelas árvores.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Histórico

Popularmente conhecido como limão, o ‘Tahiti’ foi classificado como uma nova espécie de lima ácida, por Tanaka, pesquisador de citros do Japão. É considerado também como de origem híbrida, por autores americanos (DONADIO et al., 1995).

Monoembriônica, a lima ácida ‘Tahiti’ é um dos poucos citros triplóides, razão pela qual raramente produz sementes, pois, seus frutos são produzidos por partenocopia, não necessitando de fecundação.

Embora o exato centro de sua origem seja desconhecido, admite-se que ela seja proveniente do Tahiti, donde o seu nome (Campbell, s. d., citado por COELHO 1993). Esta lima foi introduzida na Califórnia através do Tahiti, por volta 1875 (COELHO, 1993). Um outro nome pelo qual ela é conhecida é “lima da Pérsia”, possivelmente pelo fato de ter vindo da Pérsia, atual Irã, pelo Mediterrâneo (DONADIO et al., 1995).

2.2 - Planta e fruto

A árvore da lima ácida ‘Tahiti’ apresenta folhagem densa e folhas verde-escuras. A folhagem apresenta folhas lanceoladas e com pecíolos alados. As folhas novas e brotos, em geral, têm coloração verde-clara. As flores, normalmente com cinco pétalas, não apresentam pólen viável. A floração ocorre durante todo o ano, principalmente nos meses de setembro a outubro (COELHO, 1993).

Os frutos são ovais, oblongos, ou levemente elípticos com a base usualmente arredondada, têm ápice redondo, e a superfície aureolar é elevada num pequeno monte. As

sementes são raras ou ausentes. Em geral, a casca é fina, com superfície lisa e cor amarelo-pálido na maturação (COELHO, 1993).

A cor usual para colheita é verde ou verde-claro brilhante, e se o fruto não for colhido poderá tornar-se amarelo e apresentar uma peculiar degeneração ao redor do ponto estilar, que leva à sua deterioração e queda, anomalia esta conhecida como podridão estilar (DONADIO et al., 1995).

Segundo informações de Marcondes (1991), citado por COELHO (1993) e FIGUEIREDO (1980), os frutos atingem o ponto de colheita 120 dias após a florada, apresentando aproximadamente dez segmentos, com eixo pequeno e usualmente sólido, e polpa de cor pálida, amarelo-esverdeada, tenra, succulenta e muito ácida.

Os frutos têm suco abundante, cerca de 50% do peso do fruto, com teores médios de 9% de sólidos solúveis (TSS), 6% de acidez, 1,5 de 'ratio' (relação entre TSS/acidez) e o teor de ácido ascórbico varia entre 20 e 40 mg/100 mL (FIGUEIREDO, 1980). Seu peso médio é de 70 g, enquanto o comprimento varia de 5,5 a 7 cm e o diâmetro de 4,7 a 6,3 cm.

Segundo GAYET et al. (1995), os frutos da lima ácida 'Tahiti' podem ser classificados em grupos A, B e C, em função do teor de suco, do tamanho, da acidez e do TSS. A título de exemplo, o autor apresenta uma foto com os três grupos, em que os frutos do grupo A possuem teor de suco entre 30 e 35%, os do grupo B entre 42 e 50% e os do grupo C acima de 55%.

Os frutos ideais para exportação pertencem ao grupo B, sendo que, em seu ponto de colheita, a acidez situa-se entre 6 e 8%, o teor de ácido ascórbico entre 20 e 40 mg/100 mL de suco, e o conteúdo de sólidos solúveis entre 7 e 8%.

Os frutos ideais para os consumidores são do grupo C, porém, após a colheita, eles não resistem por muito tempo, pois, a maturação está mais avançada. Os do grupo A são impróprios para comercialização (GAYET et al, 1995).

Quanto ao desenvolvimento radicular, as árvores de citros, têm potencial genético para um extenso desenvolvimento (AVILÁN et al., 1986). Em condições edáficas favoráveis, o sistema radicular dos citros pode alcançar oito a dez metros de extensão, a partir do tronco, e uma profundidade de cinco a seis metros (MONTENEGRO, 1980). Mas em geral, a porção ativa do sistema radicular dos citros situa-se entre a superfície do solo e a profundidade de 1 a 1,5 m. Algumas raízes encontram-se em profundidades maiores, mas o maior percentual de raízes absorventes (70%) situa-se próximo à superfície, comparativamente ao sistema radicular de outras fruteiras (MONTENEGRO, 1980).

O seu alcance horizontal e vertical é influenciado pelo porta-enxerto e pela relação cultivar-porta-enxerto. Dentre alguns porta-enxertos, utilizados no Brasil, estão: o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), o limoeiro 'Volcameriano' (*Citrus*

volkameriana Ten. & Pasq.) , a laranjeira ‘Caipira’ (*Citrus sinensis* L. Osb.), algumas tangerineiras, o *Poncirus trifoliata*, dentre outros (KOLLER, 1994).

O limoeiro ‘Cravo’ e o limoeiro ‘Volcameriano’ apresentam um sistema radicular mais amplo e profundo do que a laranjeira ‘Caipira’ e o *Poncirus trifoliata* (KOLLER, 1994).

Vários fatores afetam o desenvolvimento do sistema radicular, tais como a fertilidade, a aeração e a temperatura do solo, bem como a profundidade e a disponibilidade de água no solo. Segundo Cahoon e colaboradores (1957), citados por MARSH (1973), a disponibilidade de água no solo é o fator ambiental de maior importância para o crescimento e saúde das raízes. A irrigação modifica a disponibilidade de água no solo, além de afetar indiretamente as condições de aeração, temperatura e salinidade (MARSH, 1973).

2.3 – Floração

A indução floral ocorre, aproximadamente, entre 60 a 120 dias antes da florada, por meio de estímulos que chegam às gemas. Isso ocorre, em geral, nos meses de junho a agosto. A ocorrência de chuvas, a adubação nitrogenada e a queda de folhas, dentre outros fatores que resultam na redução das reservas da planta, são indesejáveis nesta fase (LIMA, 1989).

Nos citros, um período de repouso é essencial para a floração. A duração deste período determina a quantidade de flores produzidas. O período de repouso, preferivelmente com dois meses de duração, pode ser induzido tanto por meio de temperaturas baixas de inverno (em torno de 10° C) nas zonas subtropicais, quanto por um período de déficit hídrico nas zonas tropicais (DOORENBOS e KASSAM, 1979). O período de repouso resulta em um acúmulo de reservas, pela planta, as quais são rapidamente consumidas na florada, durante o desenvolvimento das estruturas reprodutivas (LIMA, 1989).

SOUTHWICK e DAVENPORT (1986), estudaram os efeitos do estresse hídrico e da temperatura sobre a indução floral da lima ácida ‘Tahiti’. Eles mostraram que temperaturas de 10°C à noite e 18°C durante o dia provocaram uma resposta de florescimento mais significativa do que um estresse hídrico moderado. Segundo HALL et al. (1977), temperaturas diurnas de 20°C e noturnas de 15°C proporcionaram um maior número de flores no cultivar de laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck), quando comparadas com temperaturas de 30°C de dia e 15°C à noite. Avaliaram também o efeito da temperatura do solo sobre o florescimento, mostrando que, ao contrário da temperatura do ar,

temperaturas mais elevadas no solo (25°C) induziram um maior número de flores do que as mais baixas (15°C).

2.4 – Produção e produtividade

A lima ácida 'Tahiti' é uma das espécies de citros mais precoces, que, em geral, apresenta significativa produção a partir do terceiro ano. Segundo Gayet (1991), citado por COELHO (1993), as plantas com três anos de idade produzem anualmente de 8 a 15 kg, quatro anos de 23 a 37 kg, cinco anos de 64 a 86 kg, seis anos de 68 a 141 kg, e com sete anos produzem de 98 a 177 kg.

Na região do Recôncavo Baiano, a produtividade de um pomar com quatro anos de idade é, em média, 10,7 t/ha/ano, atingindo 40,4 t/ha/ano aos 11 anos (COELHO, 1993). Segundo VIEIRA (1988b), a produtividade da lima ácida, irrigada, varia de 30 a 40 t/ha/ano.

A época de produção concentra-se no primeiro semestre do ano, principalmente nos meses de março a maio, podendo variar um pouco de uma região para outra, em função de fatores climáticos (KOLLER, 1994).

Os meses de menor produção são os que apresentam os preços mais elevados. A Figura 1 ilustra a variação anual de preços da lima ácida 'Tahiti' para o Estado de São Paulo, durante os anos de 1992 a 1998 (dados fornecidos pelo CEAGESP-SP, apresentados no AGRIANUAL de 1999). Nesta figura, observa-se que, no primeiro semestre, os preços são bem inferiores aos apresentados no segundo semestre, sendo que nos meses de setembro, outubro e novembro, a lima atinge os preços mais altos.

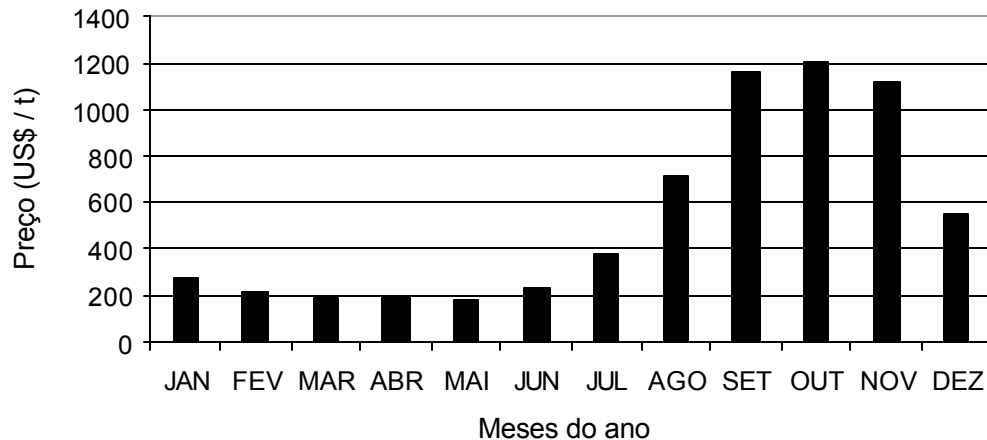


Figura 1 - Preço médio da lima ácida 'Tahiti' no Estado de São Paulo, de 1992 a 1998.

2.5 – Necessidades hídricas

As árvores de citros são perenefólias e, por conseguinte, transpiram durante o ano todo. As necessidades hídricas, para se obter uma boa produção, variam de acordo com o clima, com a cobertura do terreno, com a limpeza do terreno ou controle de ervas daninhas e, ainda, com a espécie e o porta-enxerto. Geralmente, as necessidades hídricas totais dos citros variam de 900 a 1.200 mm por ano (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

Os valores do coeficiente de cultivo (k_c), que relacionam a ET_c (evapotranspiração da cultura) dos citros com a evapotranspiração de referência (ET_o), são apresentados por DOORENBOS e PRUITT (1977) no Quadro 1, em que os valores de k_c referem-se a climas secos do tipo mediterrâneo. Para os cultivos jovens, que possuem uma porcentagem de cobertura vegetal reduzida, os valores de k_c são dados por coberturas em torno de 20 a 50%. Em caso de irrigação ou chuvas freqüentes, os valores de k_c em condição de cultivo isento de ervas daninhas aproximam-se daqueles obtidos sem o programa de controle de ervas daninhas. Vale ressaltar que, para o limão e o pomelo, os valores de k_c são 10 a 15% superiores aos apresentados neste quadro (DOORENBOS e PRUITT, 1977).

Como se pode observar no Quadro 1, o coeficiente de cultivo depende do tamanho da planta, da relação entre a área sombreada e aquela ocupada pela planta, bem como da presença ou ausência de ervas daninhas. Portanto, no caso de um programa de controle de ervas daninhas com utilização de herbicidas ou de capina, estes fatores deveram ser considerados na escolha do coeficiente.

O clima é um outro fator que influencia os valores do coeficiente de cultivo. Em climas subtropicais com chuvas de inverno, os valores de kc, para os citros, são ligeiramente superiores àqueles do clima predominantemente seco (Quadro 1). Este fato pode ser verificado no Quadro 2, apresentado por DOORENBOS E KASSAM (1979).

Quadro 1 - Valores de kc correspondentes aos citros (cultivados em zonas predominantemente secas, com ventos fracos a moderados - Meses do Hemisfério Sul)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Árvores com cobertura vegetal superior a 70%												
Cultivo isento de ervas daninhas	0,60	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55	0,60
Sem controle de ervas daninhas	0,85	0,85	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,85
Árvores com cobertura vegetal de 50%												
Cultivo isento de ervas daninhas	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55
Sem controle de ervas daninhas	0,85	0,85	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,85
Árvores com cobertura vegetal inferior a 20%												
Cultivo isento de ervas daninhas	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45
Sem controle de ervas daninhas	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,85	0,85	0,90	0,90	0,90	0,95

Fonte: DOORENBOS e PRUITT (1977).

Quadro 2 - Valores de kc correspondentes aos citros (cultivados em zonas subtropicais com chuvas de inverno - Meses do Hemisfério Sul)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Árvores com cobertura vegetal superior a 70%												
Cultivo isento de ervas daninhas	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70
Sem controle de ervas daninhas	0,90	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Fonte: DOORENBOS E KASSAM, 1979.

Outro parâmetro que influencia a evapotranspiração da cultura (ETc) é a umidade do solo. Para solos que se encontram mais secos, a ETc terá valor reduzido. Quanto mais próxima a umidade do solo estiver da capacidade de campo, mais próxima da taxa máxima de evapotranspiração a cultura estará. Se o turno de rega adotado for pequeno, como é o caso da irrigação localizada, a umidade do solo estará sempre próxima à capacidade de campo e a planta estará, quase sempre, evapotranspirando à taxa máxima.

O sistema de irrigação adotado também influenciará a evapotranspiração da cultura. Na irrigação localizada, quando aplicada em culturas bem espaçadas e pomares jovens, haverá uma redução na ETc, já que se molhará uma pequena proporção de superfície de solo e a evaporação deste ficará limitada à zona que se mantém úmida próxima a cada planta ou árvore. Em caso de pomares jovens

com cobertura vegetal em torno de 20 a 30% e em solos arenosos leves, sob condições de elevada evaporação que requerem irrigações muito freqüentes, observa-se uma redução de até 60% na ET_c em comparação com os sistemas de irrigação por gravidade e por aspersão. Esta redução da ET_c será consideravelmente inferior, no caso de solos de textura média a pesada, ou quando existir uma demanda evaporativa baixa requerendo irrigações muito menos freqüentes (DOORENBOS e PRUITT, 1977).

Na irrigação localizada, a evapotranspiração da cultura (ET_c) deve ser multiplicada pela porcentagem de área molhada (P_w) a fim de obter a evapotranspiração na área irrigada por gotejamento - ET_g - (BERNARDO, 1995). A porcentagem de área molhada em relação à área total irrigada, na irrigação por cova, como é o caso de fruteiras, é a razão percentual entre a área molhada e área de projeção da copa.

Em pomares, onde a cobertura do solo é incompleta, a evapotranspiração é intensificada pela contribuição da energia refletida pela parte não-sombreada, e, em menor escala, pela contribuição da energia advectiva proveniente de áreas entre as fileiras irrigadas.

Para avaliar essas contribuições energéticas no processo de evapotranspiração, BENASHER e SAMMIS (1978) conduziram experimento em que foram feitas medições da radiação global, da radiação refletida, do saldo (ou balanço) de radiação e sua dissipação acima da planta. Estas medições foram realizadas nas partes iluminada e sombreada do solo, durante a primavera e o verão de 1975, em Yuma, Arizona, em um limoeiro (*Citrus limon* L. Lisbon) com cinco anos de idade. Os resultados mostram que a razão de ET por unidade de área, na irrigação por gotejamento, não é proporcional ao saldo de radiação médio. A ET por unidade de área de uma árvore isolada é maior que a evaporação no tanque Classe A, enquanto a contribuição energética da área seca é muito significativa no processo de ET da área molhada, contribuindo com cerca de 30% para o processo, sendo os 70% restantes provenientes do balanço de radiação (BENASHER e SAMMIS 1978).

SEPASKHAH e KASHEFIPOUR (1995), estudando o coeficiente de cultivo (K_c) para a lima doce (*Citrus limetta*, Swing) sob irrigação localizada, em Shiraz – Irã, obtiveram um K_c máximo de 1,17, sendo este valor muito superior aos das outras espécies de citrus (0,75), quando cultivadas por irrigação localizada.

2.6 – Irrigação

No Brasil, a irrigação em citricultura vem sendo utilizada desde meados de 1970, proporcionando bons resultados (VIEIRA, 1988b). Mediante o suprimento adequado de água às plantas cítricas, a irrigação pode assegurar-lhes os seguintes benefícios: maior pegamento de flores e frutos, garantindo, assim, maior produtividade; melhor qualidade dos frutos, com maior tamanho e peso, e coloração acentuada; maior quantidade de óleo na casca (Vieira 1991, citado por PIRES, 1992), além de permitir em determinadas condições, a colheita fora da época normal (VIEIRA, 1984). No estado de São Paulo, a produção anual de citros está em torno de 2 caixas, com 40,8 kg cada, por planta, em pomares não irrigados, enquanto naqueles irrigados a produção pode superar 12 caixas por planta (VIEIRA, 1984).

Basicamente, a irrigação na citricultura é feita, utilizando-se os sistemas de irrigação por aspersão e localizada, mas também pode ser utilizada a irrigação por sulcos ou em bacias (MARSH, 1973; ROTH, et al., 1995), e por pivô central.

A irrigação localizada caracteriza-se por aplicar pequenas vazões e pequenas lâminas de irrigação e fertilizantes diretamente na zona radicular das plantas, por meio de dispositivos de distribuição ou emissores, tais como os gotejadores, pequenos orifícios, tubos porosos (VERMEIREN e JOBLING, 1980), e outros, como os microaspersores.

O método de irrigação localizada adapta-se a diferentes tipos de topografia, solos, culturas e climas. Na maioria dos casos, tem sido empregado em irrigação de frutíferas e olerícolas e no cultivo de flores.

Em locais onde a água é recurso limitante, o uso do método de irrigação localizada pode ser o mais adequado em razão de sua maior eficiência de irrigação (geralmente acima de 90%) e da necessidade de irrigar apenas parte da área cultivada, como é o caso de irrigação de árvores frutíferas.

As principais vantagens da irrigação localizada são: melhor controle da quantidade de água a ser fornecida à planta, baixo consumo de energia elétrica, possibilidade de funcionamento 24 horas por dia, elevada eficiência de aplicação d'água, manutenção da umidade próximo à capacidade de campo, menor desenvolvimento de ervas daninhas entre linhas de plantio, facilidade de distribuição de fertilizantes e outros produtos químicos junto à água de irrigação, pouca mão-de-obra e facilidade de automação, e possibilidade de uso de águas salinas (VERMEIREN e JOBLING, 1980 e BERNARDO, 1995).

As principais limitações da irrigação localizada são: a possibilidade de entupimento de emissores, principalmente no caso do uso de gotejadores que, além de requerer filtragem altamente eficiente, podem apresentar problemas de

desuniformidade de distribuição, comprometendo, assim, a produção e o manejo do sistema após a instalação (MARSH, 1976); e o elevado investimento inicial, quando comparado com outros métodos de irrigação.

A microaspersão é um sistema muito utilizado na irrigação de pomares e apresenta menores problemas relacionados ao entupimento, quando comparado com o sistema de gotejamento. Desta forma, o custo de implantação do sistema de microaspersão em pequenas áreas pode ser inferior ao custo de implantação do sistema de gotejamento, uma vez que o custo do cabeçal de controle no gotejamento é bem superior ao custo do cabeçal de controle na microaspersão. A irrigação feita por microaspersão pode apresentar o inconveniente de molhar o caule da planta, facilitando, assim, o surgimento de doenças fúngicas.

2.7 – Porcentagem de área molhada (Pw)

Quando se utiliza a irrigação localizada para aplicação de água nas culturas, ao redor da planta forma-se uma área molhada, que geralmente é expressa em porcentagem de área molhada (Pw). A Pw é a razão percentual entre a área molhada e os espaçamentos da cultura ou, no caso de árvores, a razão percentual entre a área molhada e área de projeção da copa.

O conhecimento da porcentagem de área molhada e do perfil de molhamento do solo são extremamente importantes para o dimensionamento e manejo da irrigação localizada. Além disso, ambos podem afetar a produção da cultura, uma vez que afetam o crescimento tanto do sistema radicular quanto da cultura. Tanto a porcentagem de área molhada quanto o perfil de molhamento do solo variam em função do tipo de solo, do tipo de emissor, do espaçamento entre emissores e da vazão do emissor (VERMEIREN e JOBLING, 1980; Keller e Karmeli, 1975, citado por RAMOS et al., 1992), do tempo de aplicação da água e da lâmina de água aplicada (BERNARDO, 1995).

BIELORAI (1982) estudou os efeitos da porcentagem de área molhada (Pw) na zona radicular sobre a produção, a eficiência do uso da água e qualidade do fruto, em pomelo submetido à irrigações por gotejamento e aspersão. O estudo foi conduzido de 1976 a 1979, na região semi-árida de Negev (31° 30'N, 34° 30'E, 150 m de altitude). O experimento consistiu de nove tratamentos com irrigação, sendo três com irrigação por gotejamento com uma lateral (Pw de 30%), três com irrigação por gotejamento com duas laterais (Pw de 40%) e três com irrigação por aspersão (Pw de 70%). Em cada regime de irrigação, a porcentagem de água aplicada variou entre 100% (803 mm) e 80% (632 mm) da

necessidade hídrica sazonal da cultura. Na irrigação por gotejamento, os intervalos de irrigação foram três e sete dias, enquanto na irrigação por aspersão foram 14 e 21 dias.

Neste experimento, o tratamento que proporcionou a maior produtividade (média dos quatro anos estudados) foi o irrigado por gotejamento com duas laterais (Pw de 40%) e que recebeu uma lâmina de água de 100%, com um intervalo de irrigação de sete dias, apresentando uma produtividade de 107,1 t/ha. O tratamento que proporcionou a menor produtividade (83,2 t/ha) foi o irrigado por aspersão (Pw de 70%), a intervalos de 14 dias, com uma lâmina de água de 80% das necessidades hídricas da planta.

O perfil de distribuição das raízes, determinado após o término dos quatro anos de irrigação, mostrou que a densidade das raízes foi levemente superiores nas áreas irrigadas por gotejamento, quando comparadas com as áreas irrigadas por aspersão. Para um mesmo sistema de irrigação e um mesmo turno de rega, a densidade das raízes também foi maior nos tratamentos que receberam 100% de água, quando comparados aos que receberam 80%. Para o tratamento de irrigação por gotejamento com duas laterais, a densidade de raízes foi maior, quando comparado com aquele de uma lateral (BIELOAI, 1982).

A maior parte das raízes se concentrou na zona molhada: 74 e 70% para a irrigação por gotejamento com uma e duas laterais, respectivamente, e 71% na irrigação por aspersão. Cerca de 75 a 80% das raízes se concentraram na camada de 0 a 90 cm de profundidade, esta camada contribuiu com 85 a 90% da água absorvida pelas árvores (BIELOAI, 1982).

Quanto à qualidade dos frutos, observou-se que os tratamentos que receberam uma lâmina de água de 100% apresentaram maior teor de suco, menor TSS (teor de sólidos solúveis) e menor acidez, quando comparados com os que receberam uma lâmina de 80% (BIELOAI, 1982).

Esse mesmo autor, em outro trabalho com pomelo irrigado, em Negev, estudou o efeito de duas porcentagens de área molhada na irrigação por gotejamento, em que os tratamentos consistiram irrigar com uma lateral (Pw de 30%) e com duas laterais (Pw de 50%), e uma lâmina anual de 750 e 856 mm, respectivamente. As plantas foram irrigadas, baseando-se na evapotranspiração de cada tratamento, que foi determinada conforme o conteúdo de água no solo. A variação cíclica do conteúdo de água no solo ficou confinada a 1,1 m de profundidade, no tratamento irrigado com uma lateral, e a 1,4 m no tratamento com duas laterais. A concentração de raízes foi ligeiramente superior no tratamento irrigado com duas laterais. A produção foi 58 e 70 t/há, em 1976, e 65 e 74 t/ha em 1977, para os tratamentos irrigados com uma e com duas laterais,

respectivamente. O tamanho dos frutos também foi afetado pelos tratamentos, sendo que o irrigado com uma lateral apresentou frutos menores (BIELORAI, 1985).

CASTEL (1994) avaliou a resposta de árvores jovens de tangerina 'Clementina' (*Citrus clementine*, Hort. ex Tan) a diferentes tratamentos de irrigação por gotejamento, variando a quantidade de água aplicada (50, 80, 110 e 140% da evapotranspiração das árvores plantadas em um lisímetro de balança) e o número de emissores (dois e quatro por árvore). O trabalho foi conduzido de 1990 a 1992, em Moncada, Valencia, Espanha (39° 30'N, 0° 24'E, 68 m de altitude). A produção das árvores não foi significativamente afetada pelo número de emissores, mas, sim, pela quantidade de água aplicada. A maior produção foi obtida com aplicação de água correspondente a 140% da evapotranspiração das árvores do lisímetro, resultando um maior número de frutos por árvore. Para os tratamentos que receberam entre 50 e 80% da evapotranspiração das árvores do lisímetro, os frutos apresentaram maior espessura de casca e maior teor de sólidos solúveis (TSS).

A literatura cita que, para cada tipo de cultura, existe um índice aconselhável de Pw como, por exemplo, para árvores e parreiras Pw varia de 33% a 67%; por outro lado, se a região apresentar suplementação de chuvas, a Pw pode ser menor que 33% para solos de textura média (KELLER e BLIESNER, 1990). BERNADO (1995) comenta que, para regiões áridas, a Pw deve ser, no mínimo, de 33%, e em regiões sujeitas a maiores precipitações seu valor mínimo pode ser 20%.

Estes valores são questionáveis, uma vez que em regiões que têm estação chuvosa bem definida, como nos climas tropicais, ou nos climas úmidos, em que a chuva concentra-se no verão, o sistema radicular das árvores provavelmente apresentará um desenvolvimento mais acentuado, quando comparado aqueles das árvores de climas árido ou semi-árido. Em regiões que têm estação chuvosa bem definida, se a Pw utilizada para o sistema for pequena, durante a estação seca a planta pode ficar estressada, do ponto de vista hídrico, mesmo sendo irrigada. Nas regiões áridas, em que a irrigação é praticamente a única fonte de água para a cultura, o sistema radicular fica confinado à região do bulbo molhado, não sofrendo estresse.

ZEKRI e PARSONS (1989), trabalhando com pomelo irrigado, na Flórida Central, observaram que, em climas áridos, as raízes das árvores ficam confinadas em um pequeno volume de solo, adaptando-se bem ao pequeno volume molhado pelos emissores. No entanto, na Flórida, onde o clima é úmido e chuvoso, as raízes não ficam confinadas nas áreas próximas aos emissores. Em

regiões chuvosas, uma P_w pequena pode ser suficiente para árvores jovens, mas não para as adultas.

Outro aspecto importante é que em regiões áridas, como o sistema radicular fica confinado a uma região restrita, a estabilidade da planta fica comprometida, estando sujeita a tombamentos em presença de ventos fortes.

2.8 - Déficit hídrico

A falta de água, para os cultivares de citros pode causar sérios danos à cultura. CASTRO (1994) relatou alguns efeitos da seca no Estado de São Paulo, no inverno de 1994, afetando a região citrícola do Planalto Ocidental. A seca promoveu grande utilização das reservas das árvores, de forma que as plantas pudessem tolerar o déficit hídrico. Em alguns pomares, a grande perda de água pelas plantas causou períodos de murchamento foliar e intensa competição de água entre as folhas e os frutos, que se apresentaram murchos devido ao carreamento de água pelas folhas. O déficit hídrico levou à queda de muitas folhas e de frutos. As condições edafoclimáticas e das árvores levaram ao florescimento precoce, em algumas áreas, e ao florescimento tardio em outras. Muitos frutos oriundos da primeira florada foram abortados. Os frutos desenvolvidos em algumas áreas sofreram abscisão, em virtude do impacto das chuvas no equilíbrio da planta, principalmente ao nível da região de abscisão do pedúnculo. O autor observou que, quando utilizado o limoeiro 'Cravo', as plantas mostraram-se menos debilitadas com a falta de água. O déficit hídrico restringiu o efeito do calcário aplicado, o que levou a uma deficiência de Ca e Mg durante o período seco.

Dependendo do período de ocorrência do déficit hídrico, este pode ser favorável à planta. No caso da lima ácida 'Tahiti', um período de repouso induz à floração. Este período de repouso, preferivelmente com dois meses de duração, pode ser induzido tanto mediante temperaturas baixas de inverno, nas zonas subtropicais, ou por um período de déficit hídrico nas zonas tropicais. A iniciação das gemas florais ocorre durante o período de repouso, quando o crescimento vegetativo é mínimo (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

Os déficits hídricos, entretanto, podem causar alguns efeitos prejudiciais na produção da cultura a longo prazo, em comparação com o que ocorre quando o repouso é provocado por um período de frio. Uma vez terminado o período de repouso, é necessário um suprimento adequado de água porque os déficits prolongados não só retardam a floração, como também provocam uma produção excessiva de flores. Isso pode resultar

em menores rendimentos na próxima temporada e, possivelmente, nas temporadas subsequentes a um ciclo bienal de produção de frutos (DOORENBOS e KASSAM, 1979). No caso de limões, para a Zona da Mata, o período de déficit hídrico, deve ocorrer por volta de abril a junho, ou seja final de outono e início de inverno, para que seja possível.

SOUTHWICK e DAVENPORT (1986), estudando os efeitos do estresse hídrico e de baixas temperaturas sobre a indução floral da lima ácida 'Tahiti', concluíram que tanto o estresse hídrico cíclico, quanto o contínuo de quatro a cinco semanas induziram a floração da lima ácida. As baixas temperaturas (10°C à noite e 18°C durante o dia) também aumentaram o número de flores.

SANCHEZ et al. (1989) avaliaram os efeitos de três tratamentos de irrigação sobre a formação de flores e queda de frutos jovens, no limoeiro 'Vema' (*Citrus limon* L.), no período de 1982 a 1986, em Beniján (Múrcia, Espanha). Dois tratamentos consistiram em irrigar por inundação, sendo que um tratamento (T1) foi irrigado nos meses de março, julho, setembro e novembro, enquanto o outro (T2) foi irrigado durante todos os meses do ano. O terceiro tratamento (T3) foi irrigado, diariamente, utilizando-se um sistema de irrigação localizada na linha com quatro emissores dispostos em cada árvore. Quanto ao número de flores, o tratamento que proporcionou o maior número foi o T1, quando comparado com os tratamentos T2 e T3. O tratamento que provocou o maior número de frutos caídos foi o T3. Este fato mostra a influência do déficit hídrico sobre o número de flores formadas, uma vez que o tratamento T1 sofreu com períodos de déficit hídrico, enquanto os tratamentos T2 e T3 não sofreram, pois, foram irrigados durante todo o ano. O déficit hídrico, que foi acompanhado pela medição do potencial hídrico no solo e na planta, induziu uma floração mais precoce e mais intensa.

Durante a floração, a planta é muito sensível aos déficits hídricos, podendo apresentar queda de flores, o que reduz diretamente a produção de frutos. Durante este período, a nutrição, também é essencial, especialmente o nitrogênio, sendo ainda necessário dispor de água suficiente para que os nutrientes tomem-se disponíveis à cultura.

Os déficits hídricos, durante o início de formação do fruto até a colheita, podem aumentar a queda de frutos e reduzir seu ritmo de crescimento, além de afetar o tamanho final dos frutos. O aumento do tamanho do fruto até o ponto de colheita depende muito da absorção de água, sendo o ritmo de crescimento do fruto novo uma indicação da necessidade de irrigação. Quando os solos são de textura fina, a ocorrência de déficits hídricos moderados após a formação inicial dos frutos possibilita melhor aeração ao solo, podendo prevenir doenças como a podridão das raízes (*Phytophthora* sp.), DOORENBOS e KASSAM (1979).

2.9 – Avaliação do estresse hídrico

O estresse hídrico afeta a temperatura do dossel vegetativo, uma vez que está relacionado ao potencial hídrico da planta e sua transpiração (IDSO et al., 1981). OLUFAYO et al. (1996), trabalhando com sorgo irrigado, em Montpellier, França, mostraram que a diferença entre a temperatura do dossel e a temperatura do ar foi de até 7°C para os tratamentos não irrigados, enquanto para os irrigados esta diferença foi de 0°C. BERGONCI et al. (1999), avaliando a diferença de temperatura dossel-ar como indicador de déficit hídrico em milho, em Eldorado do Sul – RS, verificaram uma diferença de temperatura dossel-ar de até 6°C entre o tratamento irrigado e o não irrigado. KHERA e SANDHU (1986), trabalhando com cana irrigada, na Índia, verificaram que a temperatura do dossel foi de 2 a 7°C menor no tratamento irrigado, quando comparado com o não irrigado, para um dia de céu limpo.

A emitância radiante da superfície de uma cultura é função da temperatura da folhagem ou do dossel, e pode ser medida, utilizando-se um termômetro infravermelho. Segundo PRINTER e REGINATO (1982), as principais vantagens da termometria a infravermelho sobre outras técnicas de detecção do estresse hídrico nas plantas, são a facilidade e a rapidez com que as medidas de temperatura na planta são efetuadas, além da possibilidade de ser utilizada como um indicativo de irrigação, CLAWSON e BLAD (1982) estudaram a necessidade de irrigação e a diferença entre a temperatura da folha e a do ar, no milho, utilizando um termômetro de infravermelho como indicador da irrigação.

GLENN et al. (1989), estudando as técnicas de medição da temperatura do dossel, em pessegueiros, obtiveram uma relação quadrática entre a diferença da temperatura da folha e a do ar com o déficit de pressão de vapor, enquanto IDSO e CLAWSON (1986) obtiveram uma relação linear para soja e alfafa.

Diversos modelos baseados na temperatura do dossel vegetal, obtidos por termometria a infravermelho, têm sido desenvolvidos no sentido de obter um indicador do estresse hídrico das culturas, permitindo um monitoramento mais eficaz da irrigação. IDSO e CLAWSON (1986) propuseram um Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI, Crop Water Stress Index) como indicador do estado hídrico da cultura. SILVA et al. (1995) determinaram, para o algodão, em Ipanguançu-RN, que este índice é 0,3, sendo este valor um indicativo da época propícia para irrigar. Já NETO et al. (1996), em estudos sobre o feijão irrigado, obtiveram os seguintes valores de CWSI: -0,06 a 0,053, para uma tensão de água no solo de 0,04 MPa, -0,041 a 0,221 (0,06 MPa) e 0,038 a 0,108 (0,08

MPa). Para o trigo, no Arizona, este índice foi 0,37 e 0,30, para os anos de 1986 e 1987, respectivamente (GARROT Jr. et al., 1994).

GARCIA et al. (2000) fizeram uma comparação entre três modelos para avaliação do estresse hídrico em culturas de nectarina, em Atalaia, Portugal. Os três modelos - Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI), CWSI Modificado e Método da Variabilidade da Temperatura do dosel (CTV) - apresentaram resultados semelhantes quanto ao estresse hídrico em culturas de nectarina, sendo que o CWSI Modificado indicou o início do estresse um dia antes dos demais modelos, constituindo-se o modelo mais apropriado para o monitoramento da irrigação de nectarina, nas condições edafoclimáticas do estudo (GARCIA et al., 2000).

SEPASKLAH e KASHEFIPOUR (1995), estudaram a relação entre a evapotranspiração diária, média mensal, da lima doce (*Citrus limetta*, Swing), e a diferença de temperatura do ar (T_a) e da cultura (T_c), para a região de Shiraz, Irã, e obtiveram a equação $ET_c = 3,02 - 0,94 (T_c - T_a)$, com um r^2 de 0,90.

Outro parâmetro que se destaca em estudos fisiológicos, como um indicador de déficit hídrico, é a condutância foliar ou condutância estomática. Inúmeros trabalhos têm utilizado este parâmetro como um indicador do estado hídrico da planta (DAVIES, 1977; HATTENDORF et al., 1990). Os estômatos são sensíveis ao estado hídrico da folha, tendendo a fechar com o decréscimo do potencial de água na folha. Da mesma forma, o aumento do potencial de água foliar desencadeia o processo de sua abertura. Turner (1974), citado por BERGONCI et al. (2000), em estudos com milho, fumo e sorgo, observaram que a partir de um determinado potencial de água na folha ocorria um grande aumento na resistência foliar, sendo que, para o milho, esse potencial foi -1,7 MPa.

BERGONCI et al. (2000), trabalhando com milho irrigado em Eldorado do Sul-RS, observaram que os maiores valores de condutância estomática ocorreram às 10 horas nas plantas irrigadas, sendo que esse comportamento não foi verificado em plantas não irrigadas, as quais mantiveram um valor de condutância praticamente constante ao longo do dia. Observaram ainda que a condutância foliar máxima tem relação linear direta com o potencial mínimo de água na folha ($r^2 = 0,72$) e uma relação quadrática com a diferença de temperatura entre a folha e o ar ($r^2 = 0,76$).

A medição do potencial de água na folha (BOYER, 1967), bem como a taxa de troca do CO_2 (IDSO e CLAWSON, 1986; CEULEMANS et al., 1988), são outros parâmetros fisiológicos, que também podem ser utilizados como indicadores do estresse hídrico na planta. CEULEMANS et al. (1988), trabalhando com milho irrigado no sul da África, mostraram que a taxa de troca de CO_2 é sensível ao estresse hídrico. Eles

estudaram os efeitos de três tratamentos - sem estresse, com estresse e com estresse severo - sobre o potencial hídrico das folhas, temperatura da folha e taxa de troca de CO₂. Quanto maior o estresse, menor foi a taxa de troca de CO₂, sendo que essa diferença foi mais pronunciada nos horários de maior radiação solar. As diferenças entre as trocas de CO₂, obtidas nos três tratamentos, foram mais pronunciadas do que as diferenças encontradas nos potenciais hídricos nas folhas, obtidas nos três tratamentos.

COSTA et al. (1997), mostraram os inúmeros efeitos do déficit hídrico no solo sobre a capacidade fotossintética, respiração, crescimento e radiação interceptada pela fava (*Vicia faba* L.), em condições de campo, na Inglaterra. A deficiência de água reduziu a capacidade fotossintética, a área, o peso e a taxa de respiração das folhas, sendo que os efeitos do estresse foram mais pronunciados na taxa fotossintética, área foliar e matéria seca do que na taxa de respiração. Para as condições de campo, foram encontradas evidências de que a taxa de respiração não está diretamente relacionada com a fotossíntese, nível de carboidrato, e nível de nitrogênio nas folhas. Os resultados mostraram ainda que o estresse hídrico reduziu a área foliar em 67%, enquanto a Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) absorvida pela cultura foi reduzida em apenas 24%. O uso eficiente da radiação foi de 2,48 e 1,94 g/Mj (RFA), para as culturas irrigada e sob estresse hídrico.

COLLINO et al. (2001), trabalhando com duas variedades de amendoim, na Argentina, verificaram que, sob condições de estresse hídrico, as plantas obtiveram menores índices de área foliar, apresentaram redução da fração da RFA interceptada e menores valores de uso eficiente da radiação, quando comparadas às plantas irrigadas. O déficit de água produziu uma mudança no ângulo de inclinação da folha, fazendo com que a fração da RFA interceptada pela árvore fosse reduzida.

2.10 - Penetração da radiação na copa das árvores

A penetração da radiação na copa das plantas depende da arquitetura da planta, do ângulo de inclinação das folhas, da idade e história da planta (ROSENBERG et al., 1983). Ao penetrar na copa de árvores, a radiação é atenuada de forma não-linear, sendo afetada pela densidade de folhas, de modo que as folhas superiores recebem maior quantidade de luz.

Este comportamento não-linear pode ser descrito matematicamente, pela adaptação feita por Monsi e Saeki (1953, citado por ROSENBERG et al., 1983) da

Lei de Beer-Bougher, pela seguinte equação:

$$\frac{I}{I_0} = e^{(-K \text{ IAF})} , \quad (1)$$

em que

I_0 = radiação que chega no topo do dossel;

I = radiação que chega no ponto mais baixo da planta;

K = coeficiente de extinção das folhas da planta; e

IAF = índice de área foliar.

Heinicke (1963, 1964), citado por JAHN (1979), confirmou este comportamento não-linear de atenuação da luz em copas de macieiras. Mais recentemente, medições da penetração de luz têm sido utilizadas para estimar o índice de área foliar em macieiras.

Segundo informações relatadas por SYVERTSEN e LLOYD (1994), cerca de 90% da radiação solar direta em um dia claro, e de 20 a 50% da radiação difusa em um dia nublado, são absorvidos na parte exterior da copa, em árvores adultas de laranja.

A transmissão de radiação através das folhas é fortemente dependente do comprimento de onda. Os pigmentos das folhas das plantas absorvem 80 a 90% da radiação fotossinteticamente ativa, mas somente cerca de 20% da radiação infravermelha. A fração, que não é absorvida, é transmitida e refletida pelas folhas (SZEICZ, 1974). Segundo Gates (1966), citado por COHEN et al. (1987), em árvores adultas de laranja, a maior parte da radiação que é transmitida e refletida, tanto na parte superior quanto inferior da árvore, está compreendida no intervalo de 350 a 2500 nm, enquanto a maior absorvância ocorre de 350 a 700 nm e de 400 a 700 nm, tanto na parte superior quanto inferior da árvore.

A atenuação de radiação é função do índice de área foliar, IAF, que é a razão entre a área total das folhas e a área de projeção da copa na superfície do solo. O IAF da árvore de laranja, em base de área da projeção da copa, pode ser alto, ou seja, de 9 a 11 dependendo do porta-enxerto, mas é muitas vezes menor em resposta às limitações ambientais, podendo ser reduzido pela metade, se for expresso em base de área do pomar (SYVERTSEN e LLOYD, 1994).

COHEN et al. (1987) avaliaram a influência da distribuição de radiação no interior da copa das árvores na transpiração e na taxa de fotossíntese, em árvores adultas de laranja. Nesse mesmo trabalho, eles mostraram a influência da localização da fileira de árvores na distribuição de radiação fotossinteticamente ativa absorvida ao longo da copa. Os resultados mostraram que no primeiro metro de profundidade, na copa, ocorre cerca de 50% da fotossíntese total, em árvores localizadas no sentido norte-sul.

COHEN et al. (1997) avaliaram o efeito do sombreamento da radiação solar nas plantas e o seu efeito na transpiração de árvores de citros (*Citrus limon* cv. Villafranca enxertadas no limão 'Volcameriano') irrigadas, em Israel. Os resultados obtidos mostraram que o sombreamento aumentou a condutância estomática das plantas, compensando a redução na radiação. Por outro lado, sua influência na transpiração das árvores e no potencial de água na planta foi muito pequena.

JAHN (1979), trabalhando com sete cultivares de citros, avaliou o efeito do desfolhamento das árvores na penetração da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). O tamanho das árvores foi medido através da determinação do índice de área foliar, LAI, e da área da copa, LAC (razão entre a área total das folhas e a área esférica ao longo do eixo da árvore). A penetração da RFA aumentou, curvilinearmente, com o aumento do desfolhamento e com o decréscimo da LAC. O decréscimo da penetração da RFA foi linear com o aumento do LAI. O autor cita, em sua revisão, que um denso desenvolvimento da copa resulta em uma pequena penetração de luz além de um metro de profundidade da copa (JAHN, 1979).

A quantidade de radiação incidente sobre uma folha afeta, visivelmente, sua morfologia. Folhas em posições da copa expostas totalmente a luz solar são, algumas vezes, dobradas ao longo do seu meio, reduzindo à metade o sombreamento feito por ela. Por outro lado, folhas sombreadas são orientadas horizontalmente, resultando em uma máxima interceptação de radiação, SYVERTSEN e LLOYD (1994).

2.11 - Necessidades térmicas

De acordo com Mota e Paccelli (1994), citados por SILVA e AZEVEDO (2000), os citros são originários das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago malaio, estendendo-se desde a Índia, norte da China, Nova Guiné até a Austrália. DOORENBOS e KASSAM (1979) citam que os citros são cultivados entre as latitudes de 40°N a 40°S, até 1.800 m de altitude nas zonas tropicais e até 750 m nas zonas subtropicais.

A lima ácida 'Tahiti', como a maioria das espécies do gênero citrus, sob regime de altas temperaturas, pode emitir, ao longo do ano, vários surtos vegetativos seguidos de fluxos florais que induzem a produção de frutos em diversas épocas do ano. A produção anual das árvores, influenciadas por esses regimes térmicos, é maior quando, comparada com a produção das que vegetam sob temperaturas mais amenas. Nas regiões de temperaturas mais amenas, a produção dos frutos concentra-se praticamente numa só

época, sendo que a densidade de frutos maduros, por unidade de volume de copa, é superior, quando comparada com aquela de plantas de regiões mais quentes.

Tanto as altas quanto as baixas temperaturas têm reflexos diretos sobre o comportamento das árvores, afetando o ritmo de crescimento vegetativo, a evolução dos frutos e sua qualidade final, e até mesmo a floração.

DOORENBOS e KASSAM (1979) comentam que a temperatura média diária ótima, para o crescimento das espécies do gênero *Citrus*, está entre 23 e 30°C. ALVARENGA e NOGUEIRA (1978) apresentam um esquema de aptidão climática de alguns dos principais cultivares de citros. Segundo esse esquema, a lima ácida 'Tahiti' adapta-se bem em locais cuja temperatura média anual é superior a 22°C.

REUTHER (1973) cita os estudos realizados por Girton (1927), que verificou que mudas de laranja 'doce' e 'azedas' mantinham-se vivas, mas não cresciam nem emitiam novas raízes em temperaturas constantemente abaixo de 12 ou 13°C. Os ramos atingiram a taxa de crescimento máximo às temperaturas de 25 e 31°C. As raízes mostraram taxas máximas de crescimento às temperaturas de 25 e 26°C.

Temperaturas abaixo de 13°C e acima de 38°C são consideradas limitantes ao crescimento vegetativo dos citros (DOORENBOS e KASSAM, 1979), porque fora dessa faixa as plantas cítricas não emitem novas brotações, exceto em condições especiais (KOLLER, 1994). A temperatura de 13°C tem sido considerada como o "zero vegetativo" dos citros, isto é, a temperatura a partir da qual a atividade vegetativa começa a se manifestar. Acima dos 38°C, essa atividade sofre grandes decréscimos, e em torno de 42 a 44°C ela reduz-se a uma taxa mínima (NOGUEIRA, 1979).

Segundo REUTHER (1973), o crescimento dos frutos cítricos alcança índices satisfatórios quando as temperaturas diurnas variam entre 18 e 28°C e as temperaturas noturnas são inferiores às diurnas em 8°C. As temperaturas acima de 30°C não permitem taxas elevadas de crescimento dos frutos cítricos, de modo que a amplitude térmica mais favorável ao desenvolvimento dos frutos parece ser a de 10 a 28 ou 30°C.

Baixas temperaturas no sistema radicular imprimem uma condição de reduzido potencial hídrico xilemático e foliar, com menor condutividade hidráulica. Além disso, em limoeiros e toranjas, há redução na transpiração foliar com o decréscimo na temperatura do sistema radicular (WILCOX et al., 1983).

Dentre as várias espécies de citros, a cidra e a lima são as que possuem, menor resistência às baixas temperaturas. Seguem-se o limão, pomelo, laranja, tangerina e, por último, como a mais resistente, o trifoliata (MONTENEGRO, 1980).

Segundo DOORENBOS e KASSAM (1979), a maioria das espécies de citros tolera geadas leves, por curtos períodos. Os danos são produzidos por

temperaturas inferiores a -3°C , ocorrendo por várias horas. As flores e frutos jovens são especialmente sensíveis à geada e caem, sempre, após períodos muito curtos de temperaturas ligeiramente inferiores a 0°C . As árvores que se encontram em repouso são menos susceptíveis à geada.

Assim como as temperaturas baixas, as temperaturas excessivamente elevadas também causam prejuízos às plantas. Comumente considera-se que os citros podem resistir a temperaturas de até 50°C , mas, em ambientes de baixa umidade relativa, as temperaturas inferiores a este valor podem causar prejuízos, em virtude das lesões criadas por queimaduras, sobretudo nas folhas e nos frutos (NOGUEIRA, 1979).

Altas temperaturas, em momentos anteriores à primavera, determinam a queda de folhas e a morte da brotação nova, dois ou três meses mais tarde. Este fenômeno ocorre em função do baixo nível de atividade apresentado pelas raízes, quando o solo encontra-se em temperaturas iguais ou inferiores a $11,6^{\circ}\text{C}$, de modo que a elevada transpiração imposta pelo súbito aumento de temperatura não é compensada pela pequena quantidade de água absorvida pelas raízes ainda em estado de latência. Portanto o estresse hídrico na planta determina a queda das folhas e a morte das brotações (PLATT, 1973).

Em locais de temperaturas bastante elevadas no verão, os danos mais comumente encontrados nos frutos são a queimadura da casca, desidratação da polpa, redução no tamanho dos frutos e aumento da granulose dos tecidos de polpa. Os frutos que se encontram no interior da copa, geralmente, não sofrem danos (PLATT, 1973).

A temperatura afeta sensivelmente a forma, a coloração da casca, a textura e outras características físico-químicas dos frutos. Frutos produzidos em regiões ou em épocas quentes são maiores, mais oblongos e de casca menos colorida do que os produzidos em regiões onde ocorrem baixas temperaturas durante a maturação e colheita (KOLLER, 1994).

SANCHES, et al. (1978), estudaram a influência climática na qualidade de laranja 'Clementina' (*Citrus aurantium* L.), na França. Seus resultados mostraram que a temperatura e a precipitação, ocorridas nos meses anteriores à colheita, influenciaram decisivamente a concentração de sólidos solúveis (TSS) e a acidez do suco dos frutos de laranja. Observou-se uma tendência para maiores valores de TSS, nos anos de menores precipitações, e em alguns anos de menores temperaturas - menores acúmulos térmicos, ou graus-dia, para uma temperatura basal de $12,8^{\circ}\text{C}$ - os frutos apresentaram maiores valores de TSS e acidez. Outra observação interessante é relativa à intensidade de precipitação, ou seja, nos

anos de fortes precipitação em setembro e outubro, ocasionaram frutos com menor TSS e menor acidez.

VOLPE et al. (2000) estudaram a influência da temperatura, representada pelo acúmulo de graus-dia (GD), nos indicadores de qualidade dos frutos de laranjeira 'Valência' e 'Natal', em Bebedouro-SP. Eles correlacionaram os graus-dia acumulados com a acidez do suco e com TSS, mostrando que a acidez diminui e o TSS aumenta com o acúmulo de graus-dia, e que a relação quadrática é a que melhor explica essas relações.

2.12 – Graus-dia (GD)

Os graus-dia (GD) ou unidades térmicas, ou ainda graus de calor, são parâmetros apropriados para determinar, em diversas regiões, o tempo necessário entre o florescimento e a maturação dos frutos nos diversos cultivares e espécies de citros.

Os GD podem ser determinados somando-se todas as horas diárias em que as plantas estão em atividade vegetativa, ou seja para os citros, todas as horas acima de 13°C e abaixo de 38°C. Na prática, usam-se as temperaturas médias mensais (Bernard, 1946, citado por MONTENEGRO, 1980).

Os métodos baseados no somatório de GD foram desenvolvidos para superar a inadequação do calendário diário à previsão de eventos fenológicos, identificação de melhores épocas de semeadura, escalonamento da produção e programação do melhoramento genético (Warrington e Kanemasu, 1983, citados por PRELA e RIBEIRO, 2000). A soma dos GD também possibilita um planejamento mais adequado das épocas em que deverão ser efetuados os tratamentos culturais, as aplicações de fertilizantes e a programação da colheita, tanto no aspecto agrícola quanto administrativo e financeiro (OMETO, 1981).

Vários autores correlacionaram o acúmulo de GD com o índice de matéria seca, índice de área foliar e a radiação interceptada para o milho (FRANÇA et al., 1999); acidez e teor de sólidos solúveis para laranjas (VOLPE et al., 2000) e para a videira 'Niagara' (PEDRO Jr. et al., 1997), dentre outras.

O conceito de GD também pode ser utilizado para caracterizar as exigências climáticas de uma cultura, utilizando o Índice biometeorológico, que correlaciona os graus-dia com a insolação e a precipitação, (segundo Primault, 1969, citado por PEDRO, Jr. et. al, 1994).

O somatório dos GD mensais fornece a soma térmica anual. Laranjeiras precoces como 'Piralima', 'Mandarina' e 'Hamlin' requerem 1600 a 1800 GD. Por

isso elas amadurecem antes dos cultivares tardios como 'Valência', 'Pêra' e 'Natal', que requerem de 1800 a 2000 GD, enquanto os pomelos, em geral, requerem 3100 GD (KOLLER, 1994). Segundo AMARAL (1982), as somas térmicas, acima de 12,8°C, para a toranjeira são de 6000 a 6700 GD, para a laranjeira 'Baía' 3000 a 3400 GD, para a laranjeira 'Valência Late' 2600 GD, e para os limoeiros um pouco menos. VOLPE et al. (2000) obtiveram para as laranjeiras tardia, 'Valência' e 'Natal', em Bebedouro-SP, uma soma térmica de 5000 GD.

PEDRO, Jr. (1991), comenta que, segundo as informações obtidas junto aos produtores, relativamente à época de floração mais intensa e à época de colheita dos frutos, provavelmente os valores médios de unidades térmicas necessários para atingir a maturação das variedades precoces são 2.500 GD, das variedades médias 3.100 GD e das tardias 3.600 GD.

Nota-se que os valores apresentados na literatura são muito diferentes, para uma mesma cultivar, provavelmente em razão de diferenças nas condições edafoclimáticas, manejo da cultura e o uso ou não da irrigação. FRANÇA et al. (1999) mostrou que o uso da irrigação afeta o somatório de GD da germinação até a colheita do milho. O milho irrigado apresentou um somatório de GD (1.724 GD) menor do que o não irrigado (1.861 GD), enquanto o acúmulo de matéria seca foi 28.662 kg/ha, para o irrigado, e 18.015 kg/ha, para o não irrigado.

Outras razões que talvez possam resultar em diferenças nos valores de GD, para uma mesma cultivar, podem estar relacionadas às diferenças na temperatura basal utilizada como zero vegetativo, e a desconsideração do efeito da temperatura basal superior que é geralmente desprezado.

Em regiões que apresentam um somatório anual de GD mais elevado, os frutos antecipam a maturação, relativamente a outras regiões cujos somatórios de GD são mais baixos. Portanto, a determinação do somatório dos GD permite estimar se uma determinada região é favorável ao cultivo de certas espécies e cultivares de citros, bem como estimar o tempo que decorrerá desde o florescimento até a maturação dos frutos.

Segundo comentário de PEDRO Jr. (1991), a utilização dos GD para estimativa da época provável de colheita pode induzir incorreções, uma vez que o processo de maturação dos citros, apesar de ser bastante influenciado pela temperatura, também sofre influência da radiação solar e da precipitação. Sua utilização deve ser considerada como mais uma ferramenta auxiliar no processo de determinação de épocas prováveis de colheita, e teria maior aplicabilidade em áreas climaticamente homogêneas e com mesmo manejo da cultura.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Localização e caracterização climática

O pomar está instalado na estação experimental da Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa e localizada em Visconde do Rio Branco, MG (21° 07'S, 42° 27'W, 349 m de altitude).

A variação da temperatura, precipitação e umidade relativa, ao longo do ano, dados de 1970 a 1995, na usina de Rio Branco, que também está localizada no município de Visconde do Rio Branco, é apresentada no Quadro 3.

A encosta onde foram plantadas as árvores de lima ácida 'Tahiti' encontra-se voltada para o Oeste. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

O estudo foi conduzido em árvores jovens de lima ácida 'Tahiti', enxertadas no limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), que foram plantadas em dezembro de 1996. O espaçamento utilizado foi de 6 x 7 m. Em 3 de março de 2001, as 78 árvores, deste estudo, encontravam-se com 2,45 m de altura (com desvio de 0,22 m) e 2,86 m de diâmetro (desvio de 0,29 m), resultando uma área sombreada de 15,48% (\pm 3,12%).

A área de estudo é de 0,77 hectares, cultivada com 205 árvores (Figura 2).

Quadro 3 – Dados climáticos da Usina de Rio Branco

Série	(1988-1995)	(1970-1995)	(1988-1995)
Meses	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)
Janeiro	27,6	234	87
Fevereiro	27,8	124	86
Março	27,3	148	86
Abril	25,4	82	86
Maiο	23,3	40	87
Junho	20,7	23	86
Julho	20,6	22	85
Agosto	21,9	17	85
Setembro	23,9	63	85
Outubro	24,9	114	88
Novembro	25,5	207	89
Dezembro	26,7	258	86
Anual	24,6	1331	86



Figura 2 – Vista parcial do pomar.

3.2 – Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, num delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de três porcentagens de área molhada, isto é, 15, 31 e 46%, e de quatro níveis de estresse hídrico: sem estresse, SE; estresse leve, EL; estresse moderado, EM; e estresse severo, ES, que foram proporcionados por quatro períodos sem irrigação: 0, 7, 10 e 13 semanas, durante os meses de junho a agosto de 2000, e durante os meses de maio a julho de 2001; e ainda a testemunha, tratamento não irrigado, totalizando 13 (12 + 1) tratamentos. Nas parcelas, foram alocadas as porcentagens de área molhada, e nas subparcelas os níveis de estresse. Cada parcela foi constituída por oito plantas, as subparcelas por duas e cada bloco por 26 (24 + 2), totalizando 78 plantas.

Antes de iniciar o primeiro período de estresse, as flores e frutos foram eliminados para garantir condições iniciais idênticas. Os períodos de estresse hídrico tiveram início em primeiro de junho de 2000 e em primeiro de maio de 2001.

3.3 – Características físico químicas do solo da área experimental

As características do solo da área experimental podem ser visualizadas nos Quadros 4, 5 e 6. No Quadro 4, são apresentadas as características físicas, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, nos três blocos do delineamento experimental. Nos Quadros 5 e 6 são apresentados os resultados da análise química do solo, nas linhas e entre linhas, feita antes do início do experimento. Ainda foram feitas, com esta mesma amostragem, as curvas de retenção de água no solo.

Quadro 4 - Características físicas do solo da área experimental, nos três blocos

Profundidade (cm)	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
Areia grossa (%)	31	26	30	18	33	26
Areia fina (%)	17	14	16	10	15	13
Silte (%)	9	8	7	10	14	1
Argila (%)	43	52	47	62	38	60
Classe textural	Argilo – Arenosa	Argilosa	Argilo – Arenosa	Muito – Argilosa	Argilo – Arenosa	Argilosa
Densidade aparente (g/cm ³)	1,425	1,312	1,384	1,371	1,383	1,278

Quadro 5 - Características químicas do solo, nas linhas de plantio, nos três blocos

Profundidade (cm)	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 a 40	0 - 20	20 - 40
pH em água	5,8	5,5	5,6	5,7	6,0	6,1
P (mg/dm ³)	4,7	4,4	3,8	2,3	38,5	29,9
K (mg/dm ³)	125	66	54	29	118	76
Ca (cmol _d /dm ³)	2,6	1,6	2,5	2,2	4,6	4,4
Mg (cmol _d /dm ³)	1,1	0,6	1,1	0,6	1,8	1,6
Al (cmol _d /dm ³)	0	0	0	0	0	0
H + Al (cmol _d /dm ³)	3,1	2,3	4,9	3,0	3,1	2,0
SB (cmol _d /dm ³)	4,2	2,37	3,74	2,87	6,7	6,19
CTC-t (cmol _d /dm ³)	4,02	2,37	3,74	2,87	6,7	6,19
CTC-T (cmol _d /dm ³)	7,12	4,67	8,64	5,87	9,8	8,19

Quadro 6 - Características químicas do solo, entre as linhas de plantio, nos três blocos da área experimental

Profundidade (cm)	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
pH em água	5,9	5,7	5,6	5,5	5,8	5,7
P (mg/dm ³)	4,0	1,7	2,7	2,3	5,1	2,3
K (mg/dm ³)	65	11	86	5,6	88	56
Ca (cmol _d /dm ³)	2,9	2,0	2,2	1,5	3,6	2,0
Mg (cmol _d /dm ³)	1,2	0,5	1,0	0,4	1,7	1,0
Al (cmol _d /dm ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H + Al (cmol _d /dm ³)	3,0	3,1	3,5	2,6	3,1	2,3
SB (cmol _d /dm ³)	4,27	2,53	3,42	2,04	5,53	3,14
CTC-t (cmol _d /dm ³)	4,27	2,53	3,42	2,04	5,53	3,14
CTC-T (cmol _d /dm ³)	7,27	5,63	6,92	4,64	8,63	5,44

3.4 – Sistema de Irrigação

Empregou-se sistema de irrigação por microaspersão, e as três porcentagens de área molhada foram obtidas, utilizando-se um modelo de microaspersor equipado com três bocais de diâmetros distintos e outras características diferentes, conforme descrição no Quadro 7. Os microaspersores foram instalados a um metro do tronco da planta.

Quadro 7 - Características dos microaspersores utilizados na irrigação das árvores de limão

Cor do bocal	Tipo de difusor	Diâmetro do bocal (mm)	Pressão de serviço (mca)	Vazão (L/h)	Diâmetro de cobertura (m)	Porcentagem de área molhada (%)
Roxo	Pequeno	1,0	10	37	2,0	15
Branco	Pequeno	2,0	10	138	2,9	31
Verde	Longo alcance	1,8	10	116	3,5	46

Os valores de porcentagem de área molhada foram obtidos pela razão entre a área molhada pelo microaspersor, que foi calculada em função de sua área de alcance, e a área de projeção da copa de uma planta adulta que, no caso, foi considerada como 21 m². Optou-se por este procedimento, pois, no ato da aquisição do sistema de irrigação, as árvores estavam apenas com dois anos e meio de idade e, quando o sistema foi instalado, elas estavam com três anos e meio.

As linhas laterais foram de mangueira de polietileno de 13 mm de diâmetro. Dos microaspersores utilizados, 52 eram roxos, 67 brancos e 70 verdes. As linhas de derivação e a linha principal foram constituídas de tubos de PVC de 50 mm de diâmetro, de válvulas de gaveta de 13 mm, curvas de 90° e 45° de 50 mm e tês de 13 mm. O cabeçal de controle foi constituído por um filtro de disco, além de válvulas de gaveta para controle da vazão e de um manômetro para monitoramento da pressão. A motobomba utilizada para o bombeamento da água de irrigação foi de 5 cv, com três estágios.

A planta de situação da área experimental, o sistema de irrigação e o delineamento experimental podem ser visualizados na Figura 3, em que a nomenclatura utilizada para facilitar as atividades de campo, significa:

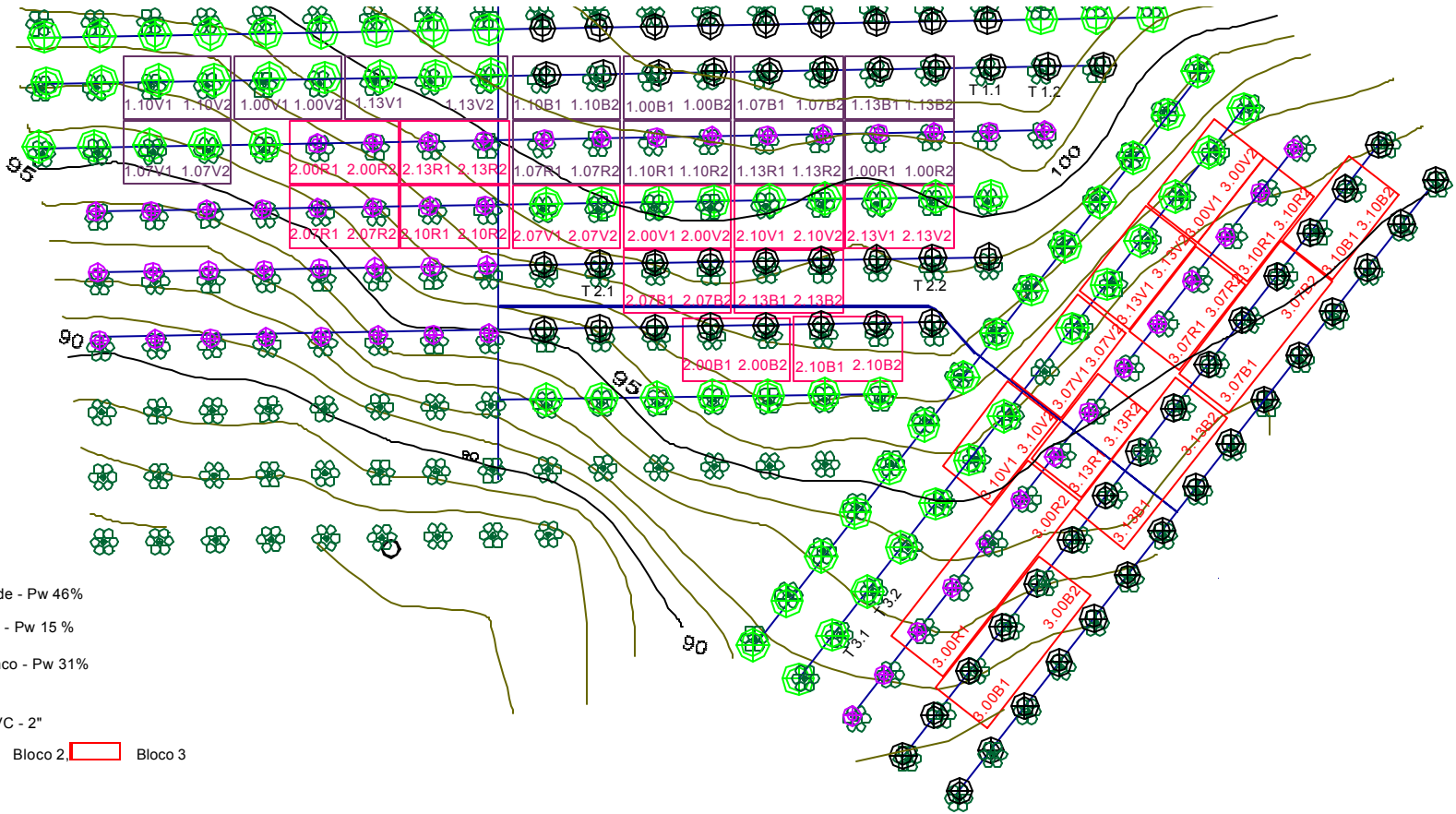
O primeiro número indica o bloco (1, 2 ou 3).

O segundo número indica a duração do período de estresse (00 significa 0 semanas sem irrigação (SSI), que corresponde ao tratamento sem estresse (SE); 07 significa 7 SSI, que corresponde ao tratamento com estresse leve (EL); 10 significa 10 SSI, que corresponde ao tratamento com estresse moderado (EM); 13 significa 13 SSI, que corresponde ao tratamento com estresse severo (ES)).

T indica as plantas testemunha, ou seja, as plantas não irrigadas.

A letra significa a cor do microaspersor utilizado (R, microaspersor Roxo, 15% de porcentagem de área molhada (Pw); B, microaspersor Branco, 31% de Pw; V, microaspersor Verde, 46% de Pw).

O último número significa o número da planta na unidade experimental (1 ou 2).



LEGENDA











-  Lima ácida 'Tahiti'
-  Poço
-  Microaspersor verde - Pw 46%
-  Microaspersor roxo - Pw 15%
-  Microaspersor branco - Pw 31%
-  Mangueiras
-  Tubulação de PVC - 2"
-  Bloco 1,  Bloco 2,  Bloco 3

Figura 3 - Planta de situação da área experimental, sistema de irrigação e delineamento experimental.

3.5 – Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação foi conduzido, utilizando-se o tanque Classe A e um pluviômetro instalados na estação experimental.

Para determinação da evapotranspiração da cultura de referência (E_{To}), o coeficiente do tanque (K_t) foi determinado em função da umidade relativa do ar, da velocidade do vento e das características de instalação do tanque, circundado com grama, sendo seu valor médio 0,75.

O coeficiente de cultivo para o cálculo da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) foi definido, baseando-se nos valores apresentados nos Quadros 1 e 2 (árvores com cobertura vegetal inferior a 20%, e cultivo isento de ervas daninhas) acrescido em 10%, segundo DOORENBOS e PRUITT (1977). Desta forma obteve-se um K_c médio de 0,55.

A porcentagem de área molhada (P_w) considerada para o cálculo da evapotranspiração da cultura na irrigação localizada (E_{Tcg}) foi 31%, por ser este valor o intermediário das três porcentagens utilizadas (15, 31 e 46%). Desta forma, todas as árvores receberam o mesmo volume de água. A frequência de irrigação foi de duas irrigações por semana.

Para garantir uma boa uniformidade de aplicação de água, os microaspersores foram regulados, individualmente, para trabalhar à pressão de serviço de 10 mca. Para tal regulagem utilizou-se uma abraçadeira, que estrangulava uma cavilha junto ao microtubo do microaspersor. À medida que se apertava a abraçadeira, a pressão no microaspersor era diminuída e, por meio de um manômetro acoplado à saída do microaspersor era possível controlar a pressão para 10 mca. A Figura 4 mostra o manômetro utilizado neste procedimento.

A regulagem foi feita para cada subunidade de irrigação, fixando uma pressão de operação no manômetro do cabeçal de controle do sistema. Sempre que o número de microaspersores funcionando em uma subunidade de irrigação modificava, procedia-se essa regulagem, a qual era conferida de dois em dois meses.

O número de subunidades de irrigação variou de 6 a 8, dependendo do número de microaspersores funcionando durante os períodos de estresse hídrico envolvidos.



Figura 4 - Manômetro utilizado na regulagem da pressão do microaspersor.

3.6 - Duração dos períodos de estresse hídrico

A duração dos períodos de estresse hídrico, para os anos de 2000 e 2001, podem ser visualizados nos Quadros 8 e 9, respectivamente. Antes de iniciar o primeiro período de estresse (1º de junho de 2000), todas as plantas foram irrigadas, inclusive a testemunha. No período compreendido entre o término do primeiro período de estresse e antes de iniciar o segundo período (ou seja, de 1º de setembro de 2000 a 30 de abril de 2001), todas as plantas foram irrigadas normalmente, à exceção da testemunha.

Quadro 8 - Duração do período de estresse hídrico em 2000

Tratamentos	Início do estresse	Término do estresse
SE	Não foi estressada	Não foi estressada
EL	1º de junho	20 de julho
EM	1º de junho	10 de agosto
ES	1º de junho	31 de agosto

SE, sem estresse, EL, estresse leve, EM, estresse moderado, ES, estresse severo

Quadro 9 - Duração do período de estresse hídrico em 2001

Tratamentos	Início do estresse	Término do estresse
SE	Não foi estressada	Não foi estressada
EL	1º de maio	19 de junho
EM	1º de maio	10 de julho
ES	1º de maio	31 de julho

SE, sem estresse, EL, estresse leve, EM, estresse moderado, ES, estresse severo

3.7 – Monitoramento da umidade do solo

O nível de estresse hídrico foi acompanhado pela determinação da umidade do solo. Esta foi monitorada semanalmente, de junho a setembro de 2000, utilizando o método-padrão de estufa. As amostras de solo foram coletadas a meio metro de distância dos microaspersores, nas profundidades de 0 a 20 cm, e de 20 a 40 cm, utilizando-se um trado com 60 cm de alcance, próprio para retirada de amostras de solo na projeção da copa de fruteiras. Retirou-se uma amostra por planta.

As datas de coleta foram as seguintes: 07, 15, 21, e 28 do mês de junho; 04, 12, 18 e 25 do mês de julho; 3, 9, 17 e 22 do mês de agosto e 13 de setembro de 2000.

Para monitoramento da umidade do solo, as plantas foram sorteadas, aleatoriamente, totalizando 9 plantas, sendo 3 plantas para cada porcentagem de área molhada (Pw) e 3 testemunhas; desta forma, as plantas sorteadas foram: T 1.1, T 2.1, 3.13B1 – Pw 31%; T 3.2, 1.13V1, 2.13V1 – Pw 46%; 1.13R1, 2.13R2, 3.13R2 – Pw 15%. (Obs: as testemunhas foram irrigadas até o dia 31/05/2000).

Para o ano 2001, em que se repetiram os tratamentos de estresse hídrico, as datas de coleta de solo para determinação da umidade foram as seguintes: 2, 16 e 25 de maio; 11 e 26 de junho; 10 e 24 de julho de 2001. Nesse ano, o período de estresse hídrico teve início em 1º de maio de 2001, quando cortou-se a irrigação das plantas EL, estresse leve, EM, estresse moderado, e ES, estresse severo. As plantas utilizadas para monitoramento da umidade do solo foram as mesmas utilizadas no ano 2000.

3.8 – Radiação interceptada pelas árvores

Avaliou-se a radiação interceptada e a radiação refletida pelas árvores, utilizando-se um ceptômetro com 80 sensores (SUNFLECK, Decagon – Delta T Devices, Pullman, WA, Made in USA), conforme apresentado na Figura 5.

As medições foram feitas em horários próximos ao meio-dia solar verdadeiro, em dias com poucas nuvens, de tal forma que a cobertura do céu fosse homogênea.

As medidas foram feitas nas 78 árvores do experimento, com uma repetição por árvore. Mediu-se a radiação acima do dossel, abaixo do dossel, e também a radiação refletida pelas árvores. Essas medidas foram feitas em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.



Figura 5 - Ceptômetro utilizado para medição da radiação interceptada pelas árvores.

Utilizou-se uma escada para realizar a medição da radiação acima do dossel e da radiação refletida. A radiação acima do dossel foi medida a cerca de 40 cm da altura média do dossel, enquanto aquela abaixo do dossel foi tomada à uma distância de 40 cm do solo, sendo a radiação refletida tomada com o aparelho invertido. Todas essas medições foram feitas com o aparelho em nível. As medições foram feitas com o operador localizado a nordeste das árvores, para que sua sombra não atrapalhasse as medições. A Figura 6 mostra uma medição feita acima e abaixo do dossel.

As medições foram feitas nos seguintes dias: 21 de junho, 12 de julho, 8 de agosto e 20 de outubro de 2000 e nos dias de 26 de abril, 8 e 26 de junho, 18 de julho e 22 de agosto de 2001.

Para obter a radiação interceptada, em unidade centesimal, e a radiação refletida, em %, utilizaram-se as seguintes equações:

$$R_{int} = 1 - \frac{R_b}{R_c} \quad (2)$$

$$R_{ref} = \frac{R_r}{R_c} 100 \quad (3)$$

em que

R_{int} = radiação interceptada, em centésimos;

R_b = radiação medida abaixo da árvore, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

R_c = radiação medida acima da árvore, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

R_{ref} = radiação refletida, em %;

R_r = radiação refletida medida, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$;



Figura 6 - Medição da radiação acima (a) e abaixo do dossel (b) de uma árvore de lima ácida 'Tahiti'.

3.9 – Avaliação das características comerciais dos frutos

Para identificar as características comerciais dos frutos, nos diferentes tratamentos, amostraram-se aleatoriamente dez frutos de cada árvore, durante os meses de novembro e dezembro de 2000, sendo avaliados o peso, o diâmetro equatorial, o comprimento, a espessura da casca, a porcentagem de suco e o teor de sólidos solúveis. Essas determinações foram feitas no Laboratório de Análise de Frutas do Departamento de Fitotecnia da UFV.

O diâmetro equatorial, o comprimento e a espessura de casca foram determinados com um paquímetro e o peso foi determinado usando-se uma balança digital. O teor de suco, em %, foi obtido pela relação percentual entre o

peso do suco (peso da amostra menos o peso do bagaço) e o peso total da amostra.

Com o suco resultante, utilizado na determinação de teor de suco, determinou-se o teor de sólidos solúveis (TSS), com o emprego de um Refratômetro portátil, ATAGO N1. A Figura 7 mostra o refratômetro utilizado.



Figura 7 - Refratômetro portátil ATAGO.

As determinações de acidez titulável foram feitas nas três últimas semanas de dezembro de 2000, apenas para os frutos envolvidos na determinação dos graus-dia necessários desde a antese até a colheita da lima ácida.

Para determinar a acidez do suco, diluíram-se 10 mL de suco de limão em 100 mL de água destilada, acrescentando 3 gotas de fenolftaleína 1% (concentração 10 mg/L), como indicador. Titulava-se a amostra com solução de NaOH 0,5N, quando a solução titulada mudava a coloração incolor para róseo-claro (pH de aproximadamente 8,1). Foram feitas duas titulações para cada amostra e, quando os dois valores diferiam em mais de 3 mL de solução de NaOH, fazia-se uma terceira determinação.

Para o cálculo da acidez do limão, utilizou-se a equação 4.

$$\% \text{ Ác. Cítrico} = \frac{V_b \cdot N_b \cdot f \cdot \text{Eq.g}_{\text{Ác.Cítrico}} \cdot 100}{V_a} \quad (4)$$

em que

% Ác. Cítrico = a percentagem de ácido cítrico (em volume);

V_b = volume de NaOH consumido na titulação (L);

f = fator de correção, determinado na padronização da solução de NaOH;

N_b = normalidade do NaOH (0,5 N);

$\text{Eq.g}_{\text{Ác.cítrico}}$ = equivalente grama de ácido cítrico ($\text{Eq.g}_{\text{Ác.cítrico}} = 64\text{g}$); e

V_a = volume da amostra de suco (10 mL).

3.10 – Determinação dos graus-dia necessários desde a antese até o ponto de colheita, para a lima ácida 'Tahiti'

Para este estudo, selecionaram-se várias flores nas 78 árvores do experimento. As flores, que se encontravam em estado inicial de abertura, foram marcadas na última semana de julho e nas duas primeiras de agosto, quando ocorreu um surto de floração mais intenso. Para escolha das flores a serem marcadas, observou-se o tipo de inflorescência – marcaram-se flores pertencentes a inflorescências cujas características assemelhavam-se a um padrão médio da árvore, evitando as inflorescências sem folhas, ou com um número muito elevado de flores. Marcaram-se flores na altura média da copa, no interior e no exterior das copas das árvores. No total, obtiveram-se mais de 2.000 flores marcadas, nas 78 árvores envolvidas no estudo.

As seis datas de marcação diferentes (25 e 27 de julho de 2000; 1, 2, 3, e 9 de agosto de 2000) e as quatro datas distintas de colheita (4, 11, 20 e 26 de dezembro de 2000) resultaram em 13 períodos de maturação diferentes (25/07 a 4/12, 25/07 a 11/12, 27/07 a 20/12, 27/07 a 26/12, 1/08 a 11/12, 2/08 a 11/12, 3/08 a 20/12 e 9/08 a 20/12) . Obteve-se, por média aritmética ponderada, a data média de marcação e a data média de colheita.

As datas de marcação foram diferenciadas em função da cor da linha utilizada e, posteriormente, os frutos que vingaram foram identificados com plaquetas de plástico. A Figura 8 mostra uma flor e um fruto marcados.

Os limões foram colhidos, quando atingiram o ponto de colheita, ou seja, diâmetro equatorial superior a 47 mm, casca lisa e coloração verde-escuro (ponto de colheita ideal, segundo GAYET et al., 1995).

Os graus-dia foram determinados a partir da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura basal inferior, que foi considerada como 13 °C (DOORENBOS e KASSAM, 1979; NOGUEIRA, 1979; REUTHER, 1973), pela seguinte equação:

$$GD = \sum_{dm}^{cf} (Tmd - 13) \quad (5)$$

em que

GD = somatório dos graus-dia desde a antese até a colheita, em °C dia;

dm = data de marcação da flor;

cf = data de colheita do fruto; e

Tmd = temperatura média diária em °C.

A temperatura média diária foi obtida da média entre as temperaturas máxima e a mínima diária. Os dados de temperatura foram obtidos em um abrigo meteorológico, instalado no local.

Determinaram-se as características físico-químicas dos frutos colhidos, ou seja, peso dos frutos, diâmetro equatorial e comprimento do fruto, espessura de casca, teor de suco, teor de sólidos solúveis. Determinou-se também a acidez do suco.



(a)



(b)

Figura 8 – Uma flor (a) e um fruto (b) marcados em datas distintas.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Dados climáticos

Para o período de janeiro de 2000 a novembro de 2001 os dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, velocidade do vento e evaporação do Tanque Classe A, obtidos no local do experimento, e evaporação da cultura podem ser visualizados no Quadro 10.

Os dados de precipitação mensal e evapotranspiração potencial mensal da lima ácida ‘Tahiti’ podem ser visualizados na Figura 9. Verifica-se que, durante os meses de maio a agosto de 2000, de abril de 2001, e de junho a setembro de 2001 a precipitação mensal ocorrida foi inferior à evapotranspiração potencial mensal da lima ácida. Estes dados mostram que, durante este período, há necessidade de irrigação para que as necessidades hídricas da cultura da lima ácida sejam atendidas, enquanto por outro lado, este é o período ideal para que se aplique o estresse hídrico, com a fim de induzir a floração, para a região de Visconde do Rio Branco.

Quadro 10- Dados climáticos do local do experimento no período de janeiro de 2000 a novembro de 2001

	E	ETc	P	Tmáx	Tmin	Tmed	UR		VENTO
	diária (mm)	mensal (mm)	mensal (mm)	(°C)	(°C)	(°C)	9 h	15 h	
Jan/00			287,5	34,4	20,5	27,5	71	57	
Fev/00			195,5	34,9	20,3	27,6	73	54	
Mar/00			165,5	33,9	19,7	26,8	69	57	
Abr/00	3,5	43,4	72,5	33,3	16,1	24,7	64	50	
Mai/00	2,9	36,6	12,5	31,2	13,0	22,1	65	53	
Jun/00	2,7	32,8	7,5	31,2	9,5	20,4	64	42	
Jul/00	2,8	36,4	13,8	27,6	10,0	18,8	68	49	0,54
Ago/00	3,8	48,9	38,8	30,5	10,9	20,7	57	40	0,62
Set/00	3,7	45,9	70,6	29,0	15,8	22,4	64	54	0,63
Out/00	6,0	76,3	60,1	34,7	17,5	26,1	58	41	0,63
Nov/00	4,4	54,8	202,4	30,7	19,3	25,0	68	58	0,54
Dez/00	5,3	68,1	220,3	33,0	20,1	26,5	67	51	0,55
Jan/01	5,9	75,8	184,0	34,1	20,4	27,3	66	50	0,51
Fev/01	7,2	82,7	143,5	36,1	20,3	28,2	60	43	0,52
Mar/01	5,2	66,4	80,3	34,6	19,0	26,8	61	44	0,44
Abr/01	4,2	51,8	17,8	33,5	16,6	25,1	59	45	0,40
Mai/01	4,0	51,2	69,3	29,8	14,4	22,1	65	48	0,39
Jun/01	3,8	47,4	4,3	28,6	11,9	20,3	65	49	0,38
Jul/01	3,3	42,5	0,0	30,4	9,6	20,0	68	44	0,54
Ago/01	4,0	51,6	0,0	30,1	9,9	20,0	62	38	0,56
Set/01	4,8	59,4	48,0	29,0	14,0	21,7	60	46	0,68
Out/01	5,0	63,9	106,0	30,7	17,2	23,9	70	47	0,59
Nov/01	5,6	68,8	232,9	33,2	19,9	26,5	67	55	0,51

E, evaporação do tanque classe A, ETc, evapotranspiração potencial mensal da lima ácida, P, precipitação mensal, Tmáx, temperatura máxima, Tmin, temperatura mínima, Tmed, temperatura média.

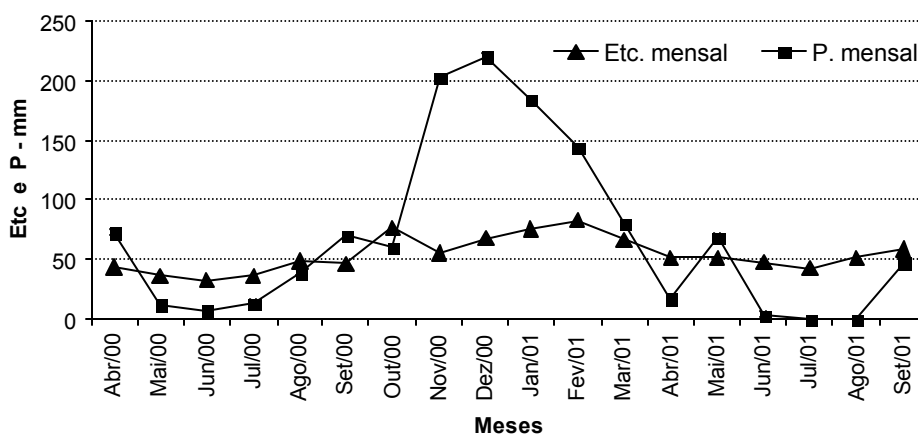


Figura 9 - Dados de precipitação mensal (P) e evapotranspiração mensal da lima ácida 'Tahiti' (ETc), de abril de 2000 a novembro de 2001.

4.2 – Retenção de água no solo

As curvas de retenção de água, nos três blocos, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, podem ser visualizadas na Figura 10. Estas curvas foram traçadas com dados provenientes de três amostragens por bloco.

Verifica-se, na Figura 10, que na profundidade de 0 a 20 cm, o solo que retém mais umidade é o do bloco 3, sendo a umidade correspondente a 0,3 bar (capacidade de campo para solos argilosos) de 24,3%, enquanto no bloco 1 a umidade correspondente a 0,3 bar é de 23,2% e no bloco 2 de 22,8%. Para a profundidade de 20 a 40 cm, a umidade correspondente à tensão de 0,3 bar é de 31,4% para o bloco 2, 27,6% para o bloco 3 e de 26,8% para o bloco 1. Estes dados indicam que, após um período chuvoso - em que a umidade do solo é levada à capacidade de campo, em várias profundidades - o bloco 2 retém mais água, ficando esta disponível por mais tempo para as árvores, quando comparado aos demais blocos.

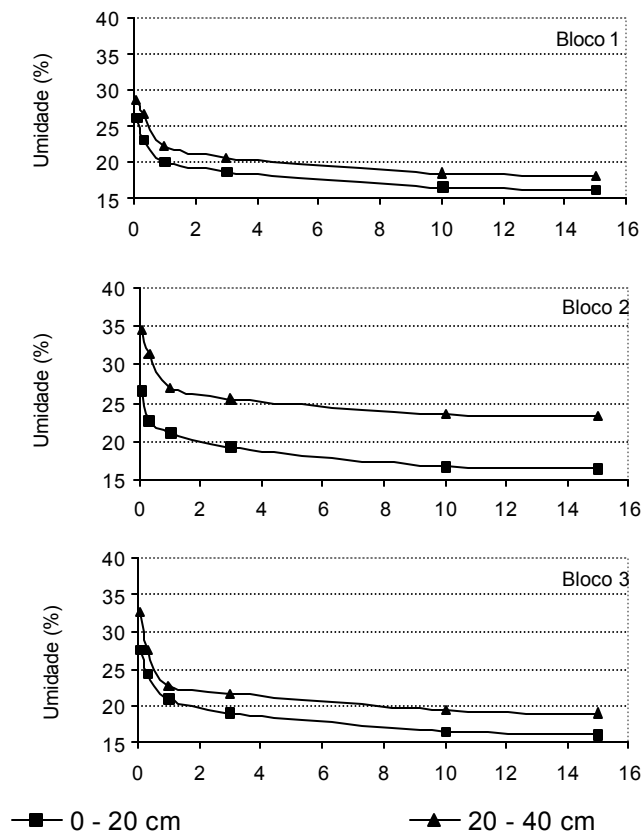


Figura 10- Curvas de retenção de água no solo para os três blocos da área experimental, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

Este fato vem de encontro às características texturais destes solos, pois à profundidade de 0 a 20 cm, para todos os blocos, a capacidade de campo foi menor do que à profundidade de 20 a 40 cm, sendo que a classificação textural para esta camada de solo foi, nos três blocos, argilo-arenosa (Quadro 4). Com relação à capacidade de campo de 20 a 40 cm, o bloco 2 apresentou a maior capacidade de campo, bem como a textura mais fina, sendo sua classe textural muito argilosa. Quanto mais fina for a partícula que constitui o solo, maior quantidade de água este solo será capaz de reter.

A capacidade de campo (Cc) média, para os três blocos, de 0 a 20 cm foi 23,4%, para a profundidade de 20 a 40 cm foi 28,6%, e o valor médio para as duas camadas foi 26,0%. O ponto de murchamento permanente médio, Pm (valor de umidade correspondente à tensão de 15 bar) para os três blocos nas duas profundidades foi 18,2%.

Considerando a Cc de 26,0% e o Pm de 18,2%, como valores médios para este solo, uma densidade aparente (Da) média de 1,36 g/cm³ (calculado como a média para as duas profundidades, dos três blocos, a partir dos dados apresentados no Quadro 4), uma profundidade efetiva para as raízes das árvores de 125 cm, pode-se calcular a capacidade total de água no solo por meio da seguinte equação:

$$CTA = \frac{(Cc - Pm) Da Z}{10} \quad (6)$$

em que

CTA = capacidade total de água no solo, em mm;

Cc = capacidade de campo, em %;

Pm = ponto de murchamento permanente, em %;

Da = densidade aparente, g/cm³,

Z = profundidade efetiva das raízes, cm.

Considerando um fator de disponibilidade de água no solo (f) – fração da capacidade total de água do solo, que deve ser considerada para fins de irrigação - de 0,4, segundo informações de DOORENBOS e KASSAM (1979), para os citrus no período crítico ao déficit hídrico, pode-se calcular a capacidade real de água (CRA) para este solo, empregando-se a seguinte equação:

$$\text{CRA} = \text{CTA} \cdot f \quad (7)$$

em que

CRA = capacidade real de água no solo, em mm; e

f = fator de disponibilidade de água para a cultura, centésimo.

Substituindo, na Equação 6, os valores médios de: $C_c = 26\%$, $P_m = 18,2\%$, $D_a = 1,36 \text{ g/cm}^3$, $Z = 125 \text{ cm}$, obtém-se uma CTA de 132,6 mm. Isto significa que, para o solo e para a cultura em questão, uma precipitação efetiva de 132,6 mm elevaria a umidade do solo de um valor de umidade correspondente ao P_m , até a capacidade de campo, da superfície a uma profundidade de 125 cm de solo.

Considerando $f = 0,4$, obtém-se, como resultado, uma CRA de 53 mm, o que significa que uma precipitação efetiva de 53 mm elevaria a umidade do solo de um valor de umidade mínima até à capacidade de campo, da superfície à uma profundidade de 125 cm de solo.

A umidade mínima para cada bloco, considerando os valores de C_c e P_m , e um f de 0,4, para cada camada podem ser visualizados no Quadro 11.

Quadro 11 - Capacidade de campo, ponto de murcha e umidade mínima para os três blocos nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm

	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		Média	
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
Cc (%)	23,2	26,8	22,8	31,4	24,3	27,6	23,4	28,6
Pm (%)	16,2	18,1	16,4	23,2	16,2	19,0	16,3	20,1
Um (%)	20,4	23,3	20,2	28,12	21,1	24,2	20,5	25,2

Cc, capacidade de campo; Pm, ponto de murcha; Um, umidade mínima.

4.3 - Umidade do solo durante o período de estresse hídrico

A umidade do solo às profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, durante os períodos de estresse hídrico, nos anos de 2000 e 2001, pode ser visualizada nas Figuras 11 e 12, respectivamente.

Na Figura 11, observa-se que, no ano de 2000, a umidade do solo no início do período de estresse foi, em média, menor para as plantas irrigadas pela menor, porcentagem de área

molhada, PW de 15%. Este comportamento, entretanto, não é observado no ano de 2001 (Figura 12), em que a menor umidade do solo, no início do período de estresse, foi observada nas plantas irrigadas com a porcentagem de 31%, à profundidade de 0 a 20 cm, e na testemunha para a profundidade de 20 a 40 cm. Este fato pode ser explicado em razão da diferença do nível de água no solo, no início de cada período de estresse. No início do período de estresse do ano de 2000, o sistema de irrigação e seu manejo ainda não estavam devidamente ajustados, além de ter ocorrido precipitação logo no início do período – 7,5 mm nos dias 1 e 2 de junho de 2000.

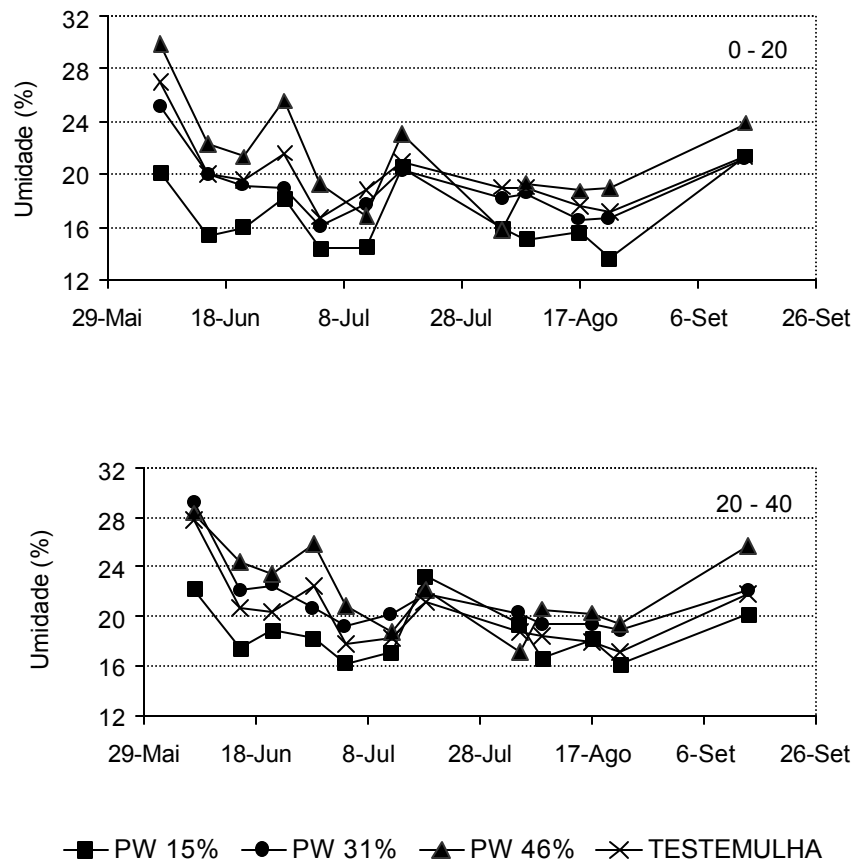


Figura 11- Umidade do solo média, nas plantas que foram estressadas, nas três porcentagens de área molhada e na testemunha, às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, no período em que foi aplicado o estresse hídrico em 2000.

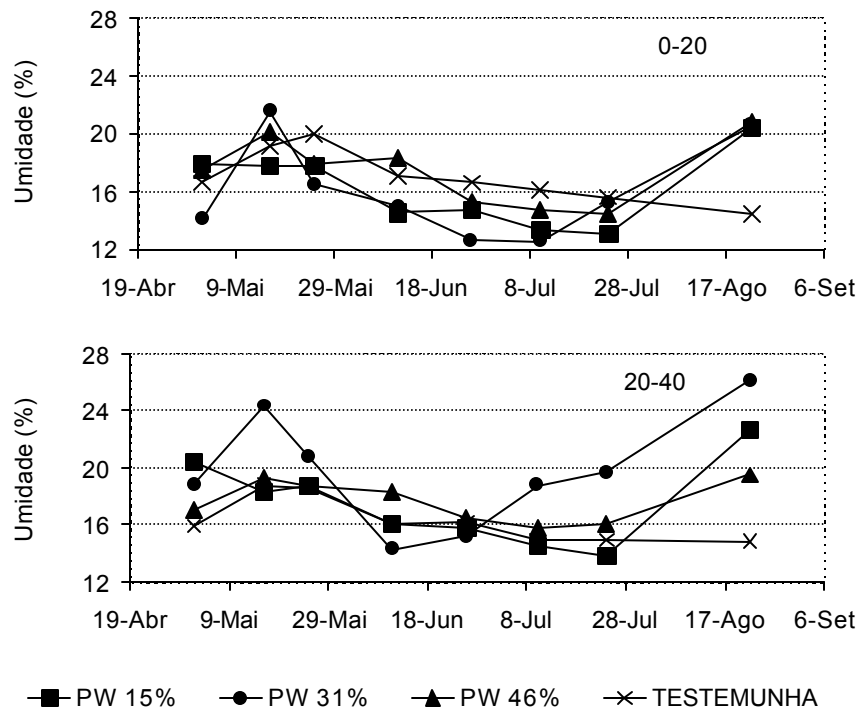


Figura 12- Umidade do solo média, das plantas que foram estressadas, nas três porcentagens de área molhada e na testemunha, às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, no período em que foi aplicado o estresse hídrico em 2001.

A umidade do solo atingida, no dia 22 de agosto de 2000, nas diferentes porcentagens, para as plantas submetidas ao tratamento de estresse severo (13 semanas sem irrigação) e para a testemunha (tratamento não-irrigado), foi de 13,59%, na PW 15%; 16,63%, na PW 31%; 18,89%, na PW 46%; e 17,15%, na testemunha, para uma profundidade de 0 a 20 cm, estando estes valores próximos ao ponto de murcha que, em média, foi 16,3% para os três blocos, como se pode observar no Quadro 11. No entanto, para uma profundidade de 20 a 40 cm, a umidade do solo em 22 de agosto foi 16,17%, na PW 15%; 18,88%, na PW 31%; 19,41%, na PW 46%; e 17,22%, na testemunha. Para a camada de 20 a 40 cm, os valores de umidade foram inferiores aos do ponto de murcha médio, para os três blocos, isto é, 20,1% (Quadro 11). Este fato mostra que, no final do primeiro período de estresse, as plantas dispunham de pouca umidade no solo.

Para o ano de 2000, após o término do período de estresse hídrico e início da estação chuvosa - que nesse ano teve início em 2 de setembro – observa-se que a umidade do solo na camada de 0 a 20 cm foi superior à umidade mínima, no dia 14 de setembro.

Ainda na Figura 11, observam-se os efeitos das precipitações ocorridas no período de junho a agosto de 2000, que proporcionaram o aumento da umidade no solo, após a sua ocorrência. As precipitações ocorridas nesse período foram: 7,5 mm, em 1 e 2 de junho; 12,8 mm, em 16 de julho e 1 mm em 23 de julho; 7,8 mm, em 4 de agosto; 1,3 mm, em 19 e 29,8 mm, em 29 de agosto.

Para o período de estresse aplicado em 2001, observa-se, na Figura 12, que as umidades atingidas em 24 de julho, nas diferentes porcentagens, para as plantas submetidas ao estresse severo (13 semanas sem irrigação) e para a testemunha (tratamento não-irrigado), foram 13,12%, na PW 15%; 15,22%, na PW 31%; 14,46%, na PW 46%; e 15,60% na testemunha, para uma profundidade de 0 a 20 cm. Observa-se que estes valores são ligeiramente inferiores ao valor médio do Pm para esta camada (16,3%). Vale comentar que estes valores de Cc, Pm e Um foram obtidos de uma amostragem diferente. Para uma profundidade de 20 a 40 cm, as umidades atingidas, em 24 de julho, foram 13,79%, na PW 15%; 19,65%, na PW 31%; 15,98%, na PW 46%; e 14,96% na testemunha, sendo todos estes valores inferiores ao Pm médio para esta camada.

No ano de 2001, os níveis de água no solo foram inferiores àqueles do ano 2000, em consequência de o inverno ter sido mais seco em 2001 do que em 2000, fato este que pode ser verificado no Quadro 10. Durante os meses de junho a agosto de 2000, ocorreram várias precipitações, enquanto em julho e agosto de 2001 não ocorreram precipitações no local do experimento.

Observa-se que, após o término do período de estresse no ano de 2001 (em 31 de julho), que o nível de água no solo, à profundidade de 0 a 20 cm, foi recuperado, apresentando um valor de umidade, no dia 22 de agosto, de 20,35% para PW de 15%, 20,42% para PW 31%, 20,84% para PW de 46%; para a profundidade de 20 a 40 cm a umidade do solo, no dia 22 de agosto, foi 22,68% para PW 15%, 26,08% para PW de 31%, 19,51% para PW 46%. Para as árvores não-irrigadas (testemunhas), a umidade do solo neste dia (22 de agosto) foi 14,40 e 14,81% às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, respectivamente. Este fato mostra como a irrigação feita após o término do período de estresse hídrico, aplicado em 2001, elevou a umidade do solo das plantas que foram estressadas, sendo que estes valores estão acima da umidade mínima para a profundidade de 0 a 20 cm, que é 20,5%. Já para a profundidade de 20 a 40 cm, os

valores de umidade, no dia 22 de agosto, foram inferiores à umidade mínima média para esta camada, que é 25,2%, o que se explica em razão da irrigação não ter sido aplicada para repor o nível de água no solo das plantas que sofreram estresse e, sim, para repor as necessidades hídricas das plantas sempre irrigadas, ou seja que não sofreram estresse hídrico.

4.4 – Acúmulo de graus-dia desde a antese até o ponto de colheita

Para o período estudado, os dados de temperatura podem ser visualizados na Figura 13. Observa-se, nesta figura, que os valores médios mensais de temperatura máxima, durante o período de estudo, foram inferiores a 38°C (temperatura acima da qual o crescimento reduz consideravelmente), enquanto nos meses de junho a agosto as médias das mínimas mantiveram-se inferiores a 13°C (temperatura basal) sendo que, em todo o período estudado, as temperaturas médias mantiveram-se acima de 13°C. Este regime térmico mostra que, durante quase todo o período envolvido neste estudo, à exceção dos meses de julho e agosto, as condições foram favoráveis ao crescimento vegetativo dos citros.

No Quadro 12, são apresentados os resultados dos graus-dia acumulados desde a antese até o ponto de colheita, a duração deste período em dias, e as características físico-químicas dos frutos para os quatro níveis de estresse. Os resultados da análise de variância, para estes dados encontram-se no Apêndice A.

No Quadro 12, observa-se que o tratamento de estresse severo (ES) foi o que apresentou a maior acidez titulável, diferindo dos demais, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Para as outras características, apesar de não haver diferenças significativas, observa-se uma tendência, no tratamento sem estresse, de que os graus-dia compreendidos desde a antese até o ponto de colheita, sejam inferiores aos apresentados pelos tratamentos que envolveram estresse. O mesmo comportamento é observado para o diâmetro e para o peso médio dos frutos. Provavelmente, em razão de as plantas não-estressadas

apresentarem um ritmo de crescimento superior, quando comparadas àquelas que sofreram algum tipo de estresse, mesmo que o período de estresse hídrico aplicado (junho a agosto de 2000) tenha coincidido apenas no mês de agosto com o período em que as flores e os frutos foram marcados. Este fato vem de encontro aos comentários feitos por DOORENBOS E KASSAM (1979) de que os déficits hídricos podem reduzir o ritmo de crescimento dos frutos.

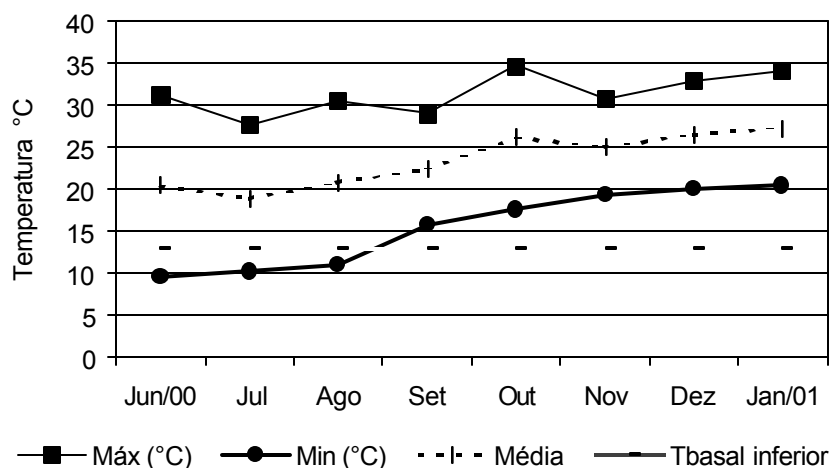


Figura 13- Temperaturas mínimas, máximas, médias e basal durante o período de junho de 2000 a janeiro de 2001.

Quadro 12- Graus-dia e número de dias da antese até a colheita do fruto da limeira ácida 'Tahiti', e as características físico-químicas determinadas para os frutos utilizados, para os quatro níveis de estresse hídrico

	Graus-dia	Númerod e Dias	D	C	Relação C/D	Esp. Casca	TSS	Teor de Suco	Acidez	Peso Médio
	GD	dias	cm	cm		cm	° brix	%	%vol	gramas
SE	1480 a	138,3 a	5,217 a	5,764 a	1,105 a	0,322 a	7,6 a	47,86 a	5,39 b	80,03 a
EL	1489 a	139,7 a	5,108 a	5,669 a	1,086 a	0,304 a	7,4 a	48,37 a	5,23 b	79,22 a
EM	1489 a	139,3 a	5,144 a	5,856 a	1,138 a	0,318 a	7,6 a	50,73 a	5,33 b	77,68 a
ES	1513 a	139,4 a	5,093 a	5,685 a	1,116 a	0,305 a	7,8 a	50,78 a	6,06 a	74,33 a
Geral	1493	139,2	5,141	5,744	1,112	0,312	7,6	49,44	5,50	77,81

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo. D, diâmetro; C, comprimento; TSS é o teor de sólidos solúveis. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Para as demais características, observa-se, no Quadro 12, uma tendência para maior teor de suco e maior teor de sólidos solúveis, para o tratamento de estresse severo. Este fato pode ter sido ocasionado em razão de este tratamento apresentar um valor de graus-dia, desde a antese até o ponto de colheita, superior aos demais tratamentos; desta forma, como os frutos permaneceram mais tempo na planta, o teor de suco e o teor de sólidos solúveis tendem a aumentar.

Para as três porcentagens de área molhada (PW 15, 31 e 46%), os graus-dia acumulados da antese à colheita, o número de dias correspondentes e as características físico-químicas são apresentados no Quadro 13. Neste Quadro, observa-se uma tendência a um maior período, desde a antese até o ponto de colheita, para a PW 31%, e também um maior diâmetro, e comprimento dos frutos, frutos mais oblongos, maior espessura de casca, maior teor de sólidos solúveis e maior peso médio de frutos. Como os frutos permaneceram mais tempo na planta, ou seja, um maior número de graus-dia, eles crescem mais e o TSS tendeu a ser maior.

Quadro 13 - Graus-dia acumulados e o número de dias da antese até a colheita do fruto da limeira ácida 'Tahiti', e as características físico-químicas determinadas para os frutos, para as três porcentagens de área molhada

	Graus-dia	Número de dias	D	C	Relação C/D	Esp. Casca	TSS	Teor de Suco	Acidez	Peso Médio
	GD	dias	cm	cm		cm	° brix	%	%vol	gramas
PW 15%	1498 a	139,3 a	5,073 a	5,684 a	1,121 a	0,303 a	7,7 a	50,75 a	5,70 a	74,26 a
PW 31%	1505 a	139,6 a	5,233 a	5,879 a	1,124 a	0,324 a	7,6 a	49,56 a	5,69 a	80,78 a
PW 46%	1476 a	138,5 a	5,116 a	5,678 a	1,091 a	0,309 a	7,4 a	48,13 a	5,15 a	78,46 a

D, diâmetro; C, comprimento; TSS é o teor de sólidos solúveis. PW é a porcentagem de área molhada. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

No Quadro 14 são apresentados os resultados obtidos nos 12 + 1 tratamentos, para os frutos marcados e utilizados na determinação dos graus-dia necessários desde a antese até o ponto de colheita da lima ácida ‘Tahiti’.

No Quadro 14, observa-se que o tratamento que apresentou o maior período desde à antese até o ponto de colheita foi o não-irrigado, 1585 GD, sendo que este valor diferiu de quase todos os tratamentos irrigados, pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade, à exceção dos tratamentos de ES PW 15% e ES PW 31%. A duração em dias do ciclo florescimento-colheita foi superior para o tratamento não-irrigado (148 dias), sendo que este diferiu de todos os tratamentos, à exceção do tratamento EL PW 31%, que apresentou o menor ciclo em dias (143 dias). Este fato mostra como a irrigação pode reduzir o ciclo florescimento colheita.

Observa-se ainda que a testemunha diferiu, ao nível de 5% pelo teste de Dunnet, do tratamento EL PW 46%, apresentando um fruto de maior comprimento, conseqüentemente uma forma mais oblonga, maior TSS e acidez. A testemunha também apresentou um maior teor de suco, quando comparada com os tratamentos SE PW 15% e EL PW 46%.

A média e o desvio-padrão do acúmulo de GD, e de dias da antese à colheita, e as características físico-químicas dos 187 frutos provenientes dos tratamentos irrigados, são apresentados no Quadro 15. Os valores médios de graus-dia (GD) desde a abertura da flor até a colheita foram 1493 GD, com um desvio-padrão de 42 GD, apresentado provavelmente em virtude dos diferentes tratamentos, das diferenças nos períodos de marcação, e da própria localização das árvores no pomar.

Quadro 14 - Graus-dia acumulados e número de dias da antese até a colheita do fruto da limeira ácida 'Tahiti', e as características físico-químicas determinadas para os frutos, para os tratamentos (12 + 1)

	Graus-dia	Nº de Dias	D	C	Relação C/D	Espes. de Casca	TSS	Teor Suco	Acidez	Peso Médio
	GD	dias	cm	cm		cm	° brix	%	%vol	g
SE PW 15%	1469 *	137,3 *	5,232	5,663	1,082	0,317	7,7	46,02	5,64	79,21
SE PW 31%	1478 *	137,5 *	5,102	5,818	1,140	0,335	7,5	47,80	5,45	77,18
SE PW 46%	1492 *	140,0 *	5,278	5,829	1,104	0,317	7,5	49,74	5,10	82,74
EL PW 15%	1468 *	138,7 *	5,157	5,870	1,140	0,306	7,5	50,88	5,05	79,66
EL PW 31%	1527 *	142,7	5,294	5,859	1,106	0,316	7,7	49,52	5,73	84,94
EL PW 46%	1472 *	137,3 *	4,872	5,279 *	1,011 *	0,289	6,9 *	44,70 *	4,90 *	73,06
EM PW15%	1509 *	141,3 *	5,083	5,820	1,145	0,308	7,7	53,87	5,67	74,78
EM PW31%	1472 *	137,3 *	5,240	5,936	1,132	0,326	7,4	48,86	5,22	80,85
EM PW46%	1485 *	139,3 *	5,109	5,813	1,137	0,319	7,6	49,46	5,12	77,39
ES PW 15%	1545	139,7 *	4,823	5,384	1,116	0,283	8,0	52,23	6,43	63,38
ES PW 31%	1536	141,0 *	5,252	5,881	1,121	0,321	7,8	51,48	6,27	78,95
ES PW 46%	1457 *	137,7 *	5,206	5,791	1,112	0,309	7,6	48,62	5,47	80,66
Testemunha	1585	148,0	5,037	5,844	1,161	0,312	8,2	52,15	6,01	75,02
d'	56	6,3	0,451	0,544	0,098	0,053	0,8	5,78	1,00	12,94

D, diâmetro; C, comprimento; TSS é o teor de sólidos solúveis. PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo. TSS é o teor de sólidos solúveis. * - significativo ao nível de 5%, teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

Quadro 15 - Média e desvio-padrão dos graus-dia e do número de dias da antese até a colheita, e das características físico-químicas dos frutos provenientes dos tratamentos irrigados

Características	Média	Desvio-padrão
Graus-dia (GD)	1493	42
Número de dias (dias)	139,2	4
Peso do fruto (g)	78,1	8,4
Teor de suco (%)	49,7	3,5
Diâmetro equatorial (mm)	52	2,6
Comprimento (mm)	57	3,4
Forma Oblonga	1,1	0,06
Espessura de Casca (mm)	3,06	0,03
Teor de sólidos solúveis (graus brix)	7,6	0,4
Teor de ácido (% vol)	5,56	0,75

No Quadro 15, observa-se que o teor de suco foi superior a 42%, o diâmetro ficou compreendido entre 47 a 65 mm, e o teor de sólidos solúveis entre 7 a 8. Estes valores, segundo GAYET et al. (1995), estão condizentes com os exigidos para a exportação, e os frutos, utilizados nesta avaliação podem ser classificados como pertencentes ao grupo B.

A Figura 14 apresenta o ciclo florescimento-colheita para o tratamento irrigado (média de todos os tratamentos irrigados) e para o não-irrigado (testemunha). A data média da marcação foi dia 28 de

julho, e a data média de colheita 15 de dezembro de 2000, para o tratamento irrigado; para o tratamento não-irrigado, a data média de marcação foi 25 de julho, e a data média da colheita 20 de dezembro.

Na Figura 14, observa-se que a inclinação aumenta, a partir de setembro, em consequência do aumento da temperatura com o final do inverno e início da primavera, durante este mês.

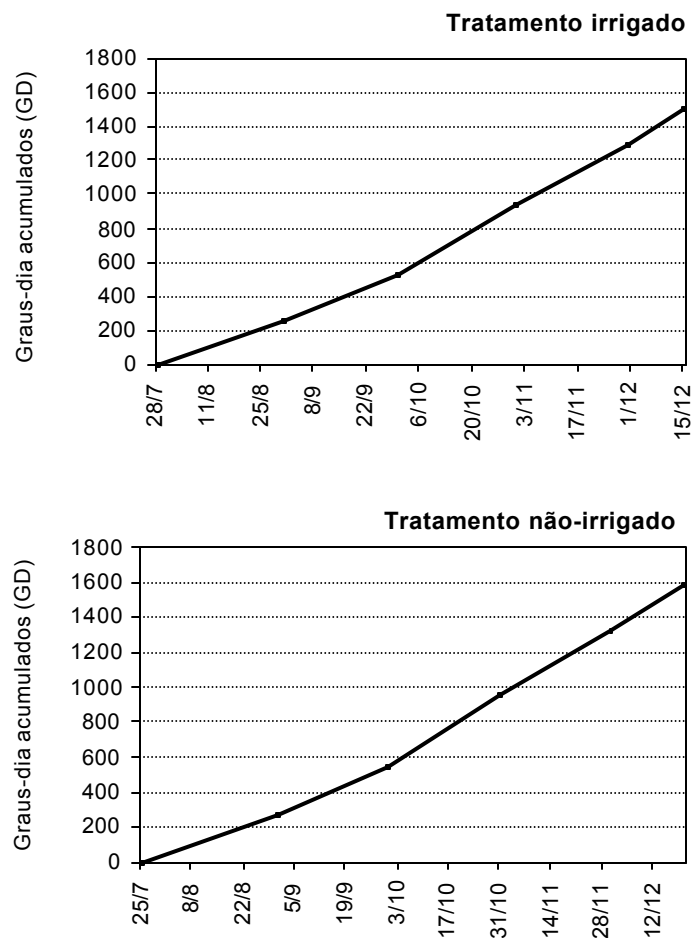


Figura 14- Acumulo de Graus-dia, da antese até o ponto de colheita, para a lima ácida 'Tahiti', irrigada e para a testemunha.

Para os quatro tratamentos de estresse, os graus-dia acumulados desde a antese até a colheita podem ser observados na Figura 15. As datas médias de marcação da flor, para estes tratamentos, foram: 27 de julho para os tratamentos SE, EL e EM, e 29 de

julho para o ES; e a data média para a colheita foi dia 13 de dezembro para o tratamento SE, dia 14 de dezembro para os tratamentos EL e EM, e 16 de dezembro para o ES.

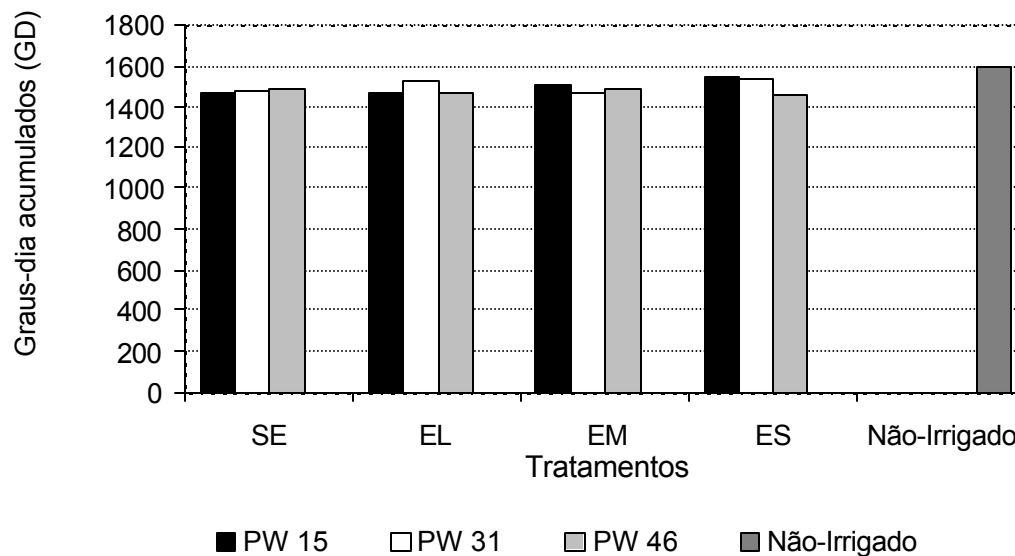


Figura 15 - Graus-dia acumulados desde a antese até o ponto de colheita, para a lima ácida 'Tahiti', para os tratamento irrigados.

4.5 – Produção

No Quadro 16, são apresentados os valores de produção média, por árvore de lima ácida, para o período estudado, para os quatro níveis de estresse. No Quadro 16 observa-se que o tratamento de estresse que proporcionou a maior produção no mês de novembro 2000 foi o estresse moderado, EM, sendo que este valor diferiu dos demais tratamentos de estresse pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Observa-se comportamento semelhante no mês de dezembro deste mesmo ano, sendo que o tratamento EM não apresentou diferença estatística, quando comparado com os tratamentos SE (sem estresse) e EL (estresse leve). O tratamento submetido ao EM permaneceu 10 semanas sem irrigação, período este que está próximo do valor sugerido por DOORENBOS E KASSAM (1979).

Quadro 16 - Produção média por árvore, em kg, de lima ácida 'Tahiti', para os quatro níveis de estresse hídrico

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
SE	1,746 b	4,048 ab	11,246 a	7,782 a	7,488 a	9,794 a	4,648 a
EL	3,413 b	4,348 ab	8,230 a	4,393 a	6,882 a	9,725 a	3,866 a
EM	6,476 a	6,519 a	10,744 a	4,035 a	6,516 a	8,779 a	4,015 a
ES	1,896 b	3,365 b	13,080 a	5,013 a	6,714 a	9,717 a	4,570 a
GERAL	3,197	4,409	10,737	5,373	6,874	9,438	4,241

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Total
SE	13,826 a	8,188 a	9,352 a	2,211 b	0,718 b	10,170 a	91,218 a
				c			
EL	11,691 a	8,382 a	8,824 a	4,759 a	2,769 a	12,909 a	90,189 a
EM	8,771 b	4,742 b	7,294 ab	3,664 a	2,970 a	8,372 ab	82,896 a
				b			
ES	8,826 b	3,014 b	4,7436 b	3,121 b	1,734 ab	3,757 b	69,552 a
GERAL	10,456	5,798	7,554	3,439	2,048	8,802	83,552

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A produção obtida em novembro e de dezembro de 2000 foi proveniente de flores que abriram-se em final de junho e final de julho, respectivamente, como pode ser observado no Quadro 17, em que são apresentadas as datas de colheita para cada mês, e as datas de floração estimadas utilizando-se o valor médio de 1943 GD e as temperaturas médias mensais.

Quadro 17 - Datas de colheita e data de floração estimada

Meses	Nov 2000	Dez 2000	Jan 2001	Fev 2001	Mar 2001	Abr 2001	Mai 2001	Jun 2001	Jul 2001	Ago 2001	Set 2001	Out 2001	Nov 2001
Colheita	30/11	15/12	15/01	15/02	19/03	18/4	17/5	20/6	24/7	30/8	25/9	30/10	30/11
Floração estimada	28/6	31/7	20/9	29/9	4/12	1/1	22/1	10/2	25/2	16/3	2/4	3/5	23/6

Em novembro de 2000, o tratamento que proporcionou menor produção foi o SE, e em dezembro o de ES. O tratamento SE pode ter apresentado a menor produção, no mês de novembro de 2000, em virtude de a indução floral ter sido menor do que nos outros tratamentos e, conseqüentemente, o número de flores formadas deve ter sido menor, e a produção também, o que vem a reforçar a

colocação de DOORENBOS E KASSAM (1979), de que a lima ácida necessita de um período de repouso de dois meses de duração, de baixas temperaturas ou de estresse hídrico, para uma maior produção.

Em dezembro de 2000, as árvores sujeitas ao tratamento de ES apresentaram a menor produção; para a colheita deste mês, a data estimada de floração foi 31 de julho, significando que os frutos oriundos desta floração não vingaram para as árvores sujeitas ao tratamento de ES, pois, nessa época, a irrigação não havia sido retomada para este tratamento, que só voltou a ser irrigado em início de setembro de 2000. No mês de janeiro de 2001, apesar da diferença não ter sido significativa, este mesmo tratamento (ES) foi o que apresentou tendência para maior produção, em razão da produção de janeiro de 2001 ter-se originado de flores que se abriram em 20 de setembro; nesta data, a irrigação para as plantas deste tratamento já havia sido retomada, o que ocasionou maior vingamento dos frutos. Outro fator, que também pode ter influenciado, foi que para as plantas desse tratamento (ES) havia maior reserva acumulada disponível.

Estas diferenças significativas de produção nos meses de novembro e dezembro de 2000 mostram que a falta de água impostas às árvores - nos tratamentos EL, EM e ES durante os meses de junho a agosto de 2000 – refletiu de forma significativa na produção da lima ácida, nos meses subsequentes ao estresse.

Vale ressaltar que, além do estresse hídrico, as plantas ficaram sujeitas ao estresse térmico, que na época de inverno é inevitável nesta região, conforme se observa no Quadro 10. Neste Quadro, observa-se que as temperaturas mínimas médias em junho, julho e agosto de 2000 foram 9,5, 10 e 10,9°C, respectivamente, e em 2001 foram de 11,9, 9,6 e 9,9°C. Conseqüentemente, estas baixas temperaturas, provavelmente, influenciaram a produção em novembro e dezembro de 2000 e, em parte, a produção de janeiro de 2001. Este fato vem de encontro ao resultado obtido por SOUTHWICK e DAVENPORT (1989), que observaram uma floração maior em plantas sujeitas à temperatura noturna de 10°C.

Durante os meses de janeiro a maio de 2001, período da safra, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de estresse, aplicados de junho a agosto de 2000, o que, provavelmente, é devido ao fato que, neste período, os tratamentos de estresse não tiveram influência direta. Outro fator que, provavelmente, influenciou a produção nesses meses foi a precipitação ocorrida a partir de novembro de 2000. Segundo PAULINO e VOLPE (2001), a precipitação

ocorrida em dezembro tem grande correlação com a produção de laranja 'Pêra', uma vez que a precipitação é responsável pela fixação dos frutos.

As precipitações ocorridas nos meses de novembro de 2000 a março de 2001 (Quadro 10 e Figura 9) tiveram influência direta sobre o vingamento dos frutos, iniciados nesse período. A precipitação, ocorrida a partir de novembro, teve influência direta na formação dos frutos colhidos a partir de março de 2001. Este fato pode ser melhor compreendido, observando-se o Quadro 17, em que os frutos colhidos em março e abril de 2001 foram provenientes de flores que se abriram em início de dezembro e início de janeiro, respectivamente.

No Quadro 16, observam-se diferenças significativas na produção de lima ácida, nos meses de junho a setembro de 2001, provavelmente, em consequência do segundo período de estresse hídrico imposto às árvores de maio a julho de 2001. Com o corte da água de irrigação, a partir de maio, já observa-se que a produção de plantas dos tratamentos EM e ES, durante o mês de junho, foi inferior às dos tratamentos SE e EL. No mês de agosto de 2001, os tratamentos que proporcionaram maiores produções foram SE, EL e EM; o tratamento EM, não diferiu dos tratamentos SE e EL, provavelmente, em consequência do retorno da irrigação, que neste tratamento ocorreu em 10 de julho de 2001.

Provavelmente, a produção tenha sido alta nos meses de junho a agosto de 2001, principalmente para os tratamentos SE e EL, em razão de ter-se originado de flores que se abriram a partir de início de fevereiro (data de floração estimada para a colheita de junho) a início de abril (para a colheita de setembro), como pode ser observado no Quadro 17. Provavelmente, nesta época de floração, as plantas foram estimuladas pelo estresse hídrico que ocorreu de janeiro a março devido a problemas na condução da irrigação, veranicos e alta evapotranspiração. Nestes meses, ocorreram vários entupimentos dos filtros, ocasionados pela elevada turbidez da água do córrego, do qual era bombeada a água de irrigação, com isso a pressão e a vazão dos microaspersores foram reduzidas, resultando em uma menor lâmina de irrigação aplicada. Apesar da ocorrência de precipitações significativas em janeiro, fevereiro e março, houve um período de estiagem de 9 de fevereiro a 4 de março, no local do experimento. De janeiro a março, a evapotranspiração da cultura foi uma das mais altas, como se pode observar no Quadro 10. Assim, a alta evapotranspiração, somada aos problemas na condução da irrigação, e a ocorrência de veranicos, provavelmente, levaram a uma floração mais intensa nos meses de fevereiro e março, consequentemente, influenciando a produção de lima ácida nos meses de junho a agosto de 2001.

Observa-se, no Quadro 16, que o tratamento ES apresentou as menores produções em junho, julho e agosto de 2001, o que demonstra o fato de que, durante um período de estresse hídrico, a limeira ácida reduz a produção. Tal fato pode ser explicado pela diminuição do ritmo de crescimento do fruto, pela queda de flores e de frutos, pela menor absorção de nutrientes, dentre outros. Isso reforça o fato de o uso da irrigação influenciar a produtividade de um pomar (VIEIRA, 1988b), assegurando maior vingamento de flores e frutos, e maior redução na queda de frutos novos (Vieira, 1991, citado por PIRES, 1992). As plantas nesse tratamento (ES) ainda apresentaram as menores produções nos meses de setembro, outubro e novembro de 2001. Isso porque as flores que vingaram no final deste tratamento ainda não contribuíram de forma significativa para aumentar a produção das árvores deste tratamento, uma vez que, em novembro de 2001, os frutos colhidos foram provenientes de flores que se abriram em final de junho e, nessa época, a irrigação não havia sido retomada para este tratamento, que só voltou a ser irrigado em 31 de julho.

No mês de setembro de 2001, o tratamento que proporcionou a maior produção foi EL, diferindo dos tratamentos SE e ES. Em outubro de 2001, tanto o EL quanto o EM apresentaram a maior produção, enquanto em novembro de 2001 o tratamento que proporcionou a maior produção foi EL, sendo que este não diferiu do SE nem do EM. O tratamento SE provavelmente não diferiu dos tratamentos EM e EL, em novembro de 2001, em razão de ter, provavelmente sofrido um estresse térmico nos meses de junho a agosto de 2001. O fato dos tratamentos EM e EL terem apresentado maiores produções em outubro e novembro de 2001 está relacionado ao estresse hídrico, imposto às árvores a partir de maio de 2001, bem como ao estresse térmico. A data estimada de floração, para os frutos colhidos no mês de outubro, foi 3 de maio e para os frutos colhidos em novembro foi 23 de junho. Em 23 de junho, a irrigação já havia sido retomada para as plantas do tratamento EL e, em 10 de julho, as plantas do tratamento EM voltaram a serem irrigadas, favorecendo, desta forma o vingamento dos frutos destes dois tratamentos.

Provavelmente, o tratamento sem estresse (SE) tenha apresentado menores produções em setembro e outubro de 2001, em virtude da colheita nesses meses ser proveniente de flores que se abriram em início de abril e início de maio de 2001, respectivamente. Nessa época, este tratamento não se encontrava em situação de estresse hídrico nem térmico, o que provavelmente ocasionou um menor número de flores em abril e maio, e uma menor colheita em setembro e outubro. Outro fato que também pode ter ocasionado uma redução na

produção é o gasto das reservas em produções de meses anteriores, uma vez que este tratamento teve uma produção significativa em meses anteriores.

Os relatos acima mostram a influência do segundo período de estresse hídrico, imposto aos tratamentos EL, EM e ES, na produção de lima ácida 'Tahiti', durante os meses de estresse e nos meses subsequentes ao estresse.

A duração do estresse hídrico (aplicado de junho a agosto de 2000 e de maio a julho de 2001) influenciou a época e a produtividade sazonal do limoeiro, porém não influenciou significativamente a produção total.

O Quadro 18 apresenta os valores médios de produção, obtidos nas três porcentagens de área molhada (PW – 15, 31 e 46%). Observa-se que não houve efeito significativo das três porcentagens de área molhada, ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 18 - Produção média por árvore, em kg, de lima ácida 'Tahiti', para as três porcentagens de área molhada

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
PW 15%	3,402 a	4,549 a	10,429 a	4,303 a	6,476 a	8,281 a	4,163 a
PW 31%	3,313 a	4,378 a	9,428 a	4,167 a	7,391 a	10,320 a	4,102 a
PW 46%	3,433 a	4,782 a	12,619 a	7,447 a	6,832 a	9,910 a	4,560 a

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Total
PW 15%	11,616 a	5,785 a	8,155 a	3,083 a	2,021 a	8,304 a	80,567 a
PW 31%	8,214 a	6,035 a	7,521 a	3,605 a	1,333 a	6,700 a	76,507 a
PW 46%	12,506 a	6,424 a	6,985 a	3,628 a	2,790 a	11,402 a	93,319 a

PW é a porcentagem de área molhada. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Apesar de não ocorrer diferença significativa na produção de lima ácida para as três porcentagens de área molhada (Pw), optou-se por discutir alguns resultados em virtude dos seguintes fatores: o sistema de irrigação foi implantado em abril de 2000, a precipitação ocorre, embora seja pequena, nos meses de inverno (Quadro 10 e Figura 9). Estes dois fatores, provavelmente, contribuíram para que o sistema radicular da cultura não se adaptasse completamente ao bulbo molhado, formado sob as diferentes porcentagens de área molhada (PW) utilizadas.

No Quadro 18, observa-se que existe uma tendência para maior produção na porcentagem de 46%, em praticamente todo o período estudado, à exceção dos meses de março e abril de 2001, quando a maior produção ocorreu na porcentagem de 31%, e em agosto, em que a maior produção ocorreu na Pw 15%. Isto pode ter ocorrido em razão de as árvores, deste tratamento, Pw 46%, terem aproveitado melhor a água de irrigação, ou seja, terem tido uma maior

eficiência no uso da água distribuída mais à superfície, uma vez que esta porcentagem de área molhada é superior às demais.

O Quadro 19 mostra os resultados de produção de lima ácida, em kg por árvore, obtidos no período de novembro de 2000 a novembro de 2001, e o total apresentado neste período, para os 12 + 1 tratamentos (12 tratamentos irrigados e 1 tratamento não irrigado, ou seja a testemunha).

Para o mês de novembro de 2000, os tratamentos que diferiram da testemunha pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de significância, foram os EM PW 15%, EM PW 31%, EM PW 46%, enquanto para os outros tratamentos não foi obtida diferença significativa; em dezembro de 2000, apenas o tratamento de EM PW 31% diferiu da testemunha. Vale lembrar que os preços mais elevados da lima ácida, em média, ocorrem nos meses de agosto a dezembro (AGRIANUAL, 1999), como se pode observar na Figura 1.

Quadro 19 - Produção média por árvore, em kg, de lima ácida 'Tahiti', de novembro de 2000 a novembro de 2001 e o total obtido neste período; para os tratamentos (12 + 1)

	Nov 2000	Dez 2000	Jan 2001	Fev 2001	Mar 2001	Abr 2001	Mai 2001	Jun 2001	Jul 2001	Ago 2001	Set 2001	Out 2001	Nov 2001	Total
SE PW 15%	1,6	4,6	9,4	6,0	8,3	6,0	3,9	11,7	6,0	12,8*	2,0	0,9	6,2	79,4
SE PW 31%	1,3	3,8	6,9	6,4	8,6	10,2	6,0	10,9	10,4*	9,5*	2,5	0,4	7,8	84,6
SE PW 46%	2,3	3,7	17,5	11,0	5,6	13,2	4,0	18,9*	8,2*	5,8	2,1	0,8	16,5*	109,6*
EL PW 15%	4,6	3,9	7,8	3,3	4,5	10,6	4,4	14,5*	9,9*	8,3*	4,6	3,1	12,3	91,7
EL PW 31%	3,6	4,3	6,6	3,2	8,1	8,5	2,7	8,7	5,6	7,6	5,1	1,4	11,3	76,8
EL PW 46%	2,1	4,9	10,2	6,7	8,0	10,1	4,5	11,9	9,6*	10,5*	4,6	3,8	15,1*	102,1*
EM PW15%	6,0*	5,8	11,7	2,7	6,8	7,3	3,6	10,4	4,8	5,7	2,6	2,5	10,7	80,7
EM PW31%	6,3*	7,4*	9,2	2,6	6,8	11,8	3,6	6,1	4,6	9,1*	3,2	1,9	6,3	79,0
EM PW46%	7,0*	6,3	11,3	6,8	5,9	7,2	4,8	9,8	4,8	7,1	5,2	4,5	8,1	89,0
ES PW 15%	1,4	3,9	12,8	5,1	6,3	9,3	4,8	9,9	2,4	5,9	3,2	1,5	4,0	70,5
ES PW 31%	2,0	2,0	15,0	4,5	6,1	10,8	4,1	7,1	3,6	3,9	3,6	1,7	1,4	65,6
ES PW 46%	2,3	4,2	11,5	5,4	7,7	9,1	4,8	9,5	3,1	4,4	2,6	2,0	5,9	72,6
Testemunha	1,0	2,5	9,7	6,2	6,6	8,6	3,8	6,6	2,4	0,9	3,2	3,0	3,7	58,1
d'	4,0	4,5	10,0	6,9	5,3	8,6	4,5	7,4	4,2	7,3	2,3	3,1	10,2	40,8

PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse, EL; estresse leve, EM; estresse moderado; ES, estresse severo.

* - significativo ao nível de 5%, teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

Dos meses de janeiro a maio de 2001, não verificaram-se diferenças significativas entre nenhum dos tratamentos de estresse e a testemunha. Isto pode ser explicado pelo fato de em janeiro ter-se iniciado o período da safra; sendo que, os frutos colhidos a partir de janeiro eram resultantes de flores que vingaram em setembro (Quadro 17), em razão do início do período chuvoso de 2000 ter ocorrido no início de setembro.

Para o mês de junho, os tratamentos que diferiram da testemunha foram o SE PW 46% e EL PW 15% enquanto, para o mês de julho, foram verificadas diferença para os tratamentos SE PW 31%, SE PW 46%, EL PW 15%, e EL PW 46%; para os outros tratamentos, não se obteve diferença significativa quando comparados com a testemunha. Observa-se que, neste mês, os tratamentos que envolveram níveis de estresse moderado (EM) e severo (ES) foram os que apresentaram os menores valores de produção, não diferindo da testemunha. Tal fato, provavelmente, ocorreu em virtude do segundo período de estresse hídrico ter-se iniciado em maio de 2001, sendo que no mês de julho os tratamentos não-irrigados foram a testemunha e os de ES (que só voltaram a ser irrigados em 31 de julho, enquanto os tratamentos EM voltaram a ser irrigados no dia 10 de julho). Desta forma, o ritmo de crescimento dos frutos, nesses tratamentos de estresse, foi diminuído com o corte da irrigação, conforme mencionado para o Quadro 16.

Para o mês de agosto de 2001, verificou-se diferença estatística pelo teste de Dunnet, para os tratamentos irrigados SE PW 15%, SE PW 31%, EL PW 15%, EL PW 46%, EM PW 31%, nenhum dos tratamentos de estresse severo (ES) diferiram da testemunha, o que demonstra a influência da irrigação na produção e fixação de frutos. Em agosto, a produção teve origem em frutos inicialmente formados por flores que, provavelmente, abriram-se em 16 de março (data de floração estimada, Quadro 17). Portanto, os tratamentos que envolveram ES e a testemunha sofreram, a partir de maio de 2001, com a falta da irrigação prejudicando a fixação de flores e frutos.

No mês de setembro e outubro de 2001, não verificou-se diferença estatística provavelmente porque neste mês a produção da testemunha foi superior àquela obtida nos meses de julho e agosto. Provavelmente pelo fato da testemunha dispor de uma maior reserva, nesse período.

Em novembro de 2001, observa-se que os tratamentos SE PW 46% e EL PW 46% foram os únicos que diferiram da testemunha. É notório que a produção de outros tratamentos, principalmente EM, EL e SE é, aparentemente, superior à testemunha, embora ao nível de 5% de significância, pelo teste de Dunnet, não tenham apresentado diferenças significativas, em razão da variabilidade nos dados de campo.

Para a produção total obtida entre novembro de 2000 a novembro de 2001, apenas os tratamentos SE PW 46% e EL PW 46% diferiram, significativamente, da testemunha. Mas, observa-se a tendência para maior produção nos tratamentos irrigados, principalmente os que envolveram menor nível de estresse hídrico.

Comparando a média dos tratamentos de estresse SE, EL, EM e ES com a testemunha, ou seja, tratamento não-irrigado, como pode ser visualizado na Figura 16, observa-se que a produção temporal das plantas do tratamento ES é a que mais se assemelha à produção temporal do tratamento não-irrigado. Isto provavelmente ocorreu em razão do tratamento ES ter permanecido 13 semanas sem irrigação, durante os meses de junho a agosto de 2000, e 13 semanas sem irrigação de maio a julho de 2001, ou seja, dois períodos que coincidem com a época seca destes anos (Figura 16). Nos outros meses em que o tratamento ES foi irrigado, de setembro de 2000 a abril de 2001 e de agosto a novembro de 2001, embora a testemunha não tenha sido irrigada, ela dispunha de água proveniente das precipitações, que neste período foram bem significativas, como se pode observar na Figura 9 e no Quadro 10.

Na Figura 17, são apresentadas as contribuições percentuais, na produção, de cada nível de estresse e da testemunha.

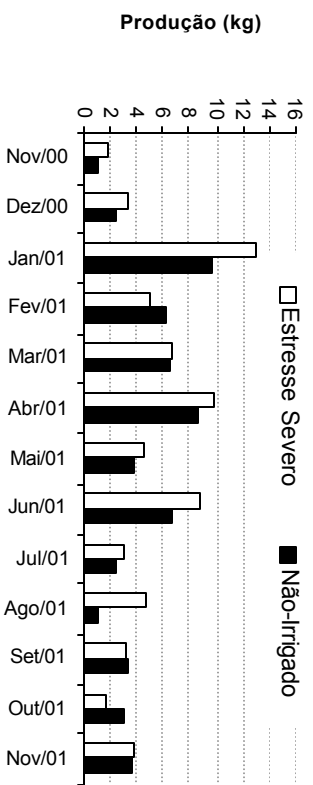
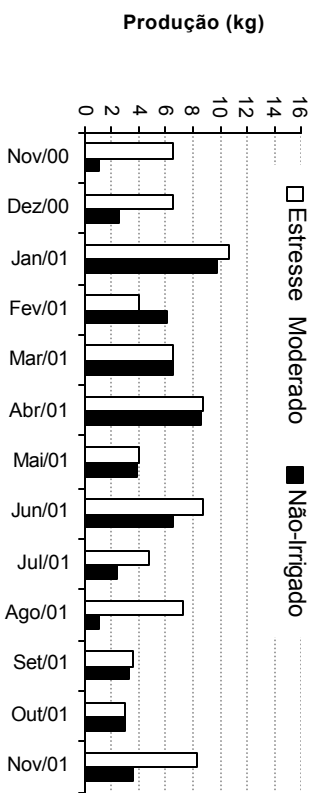
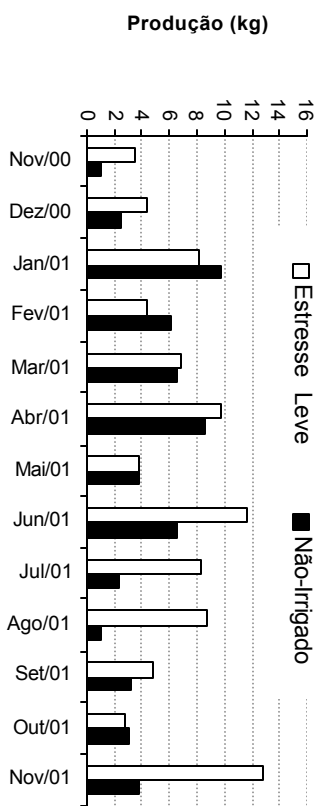
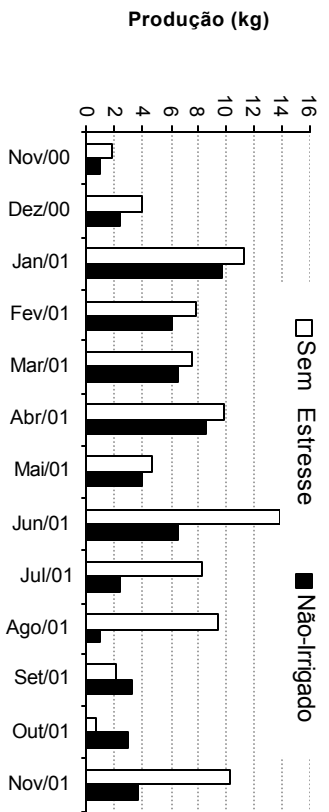
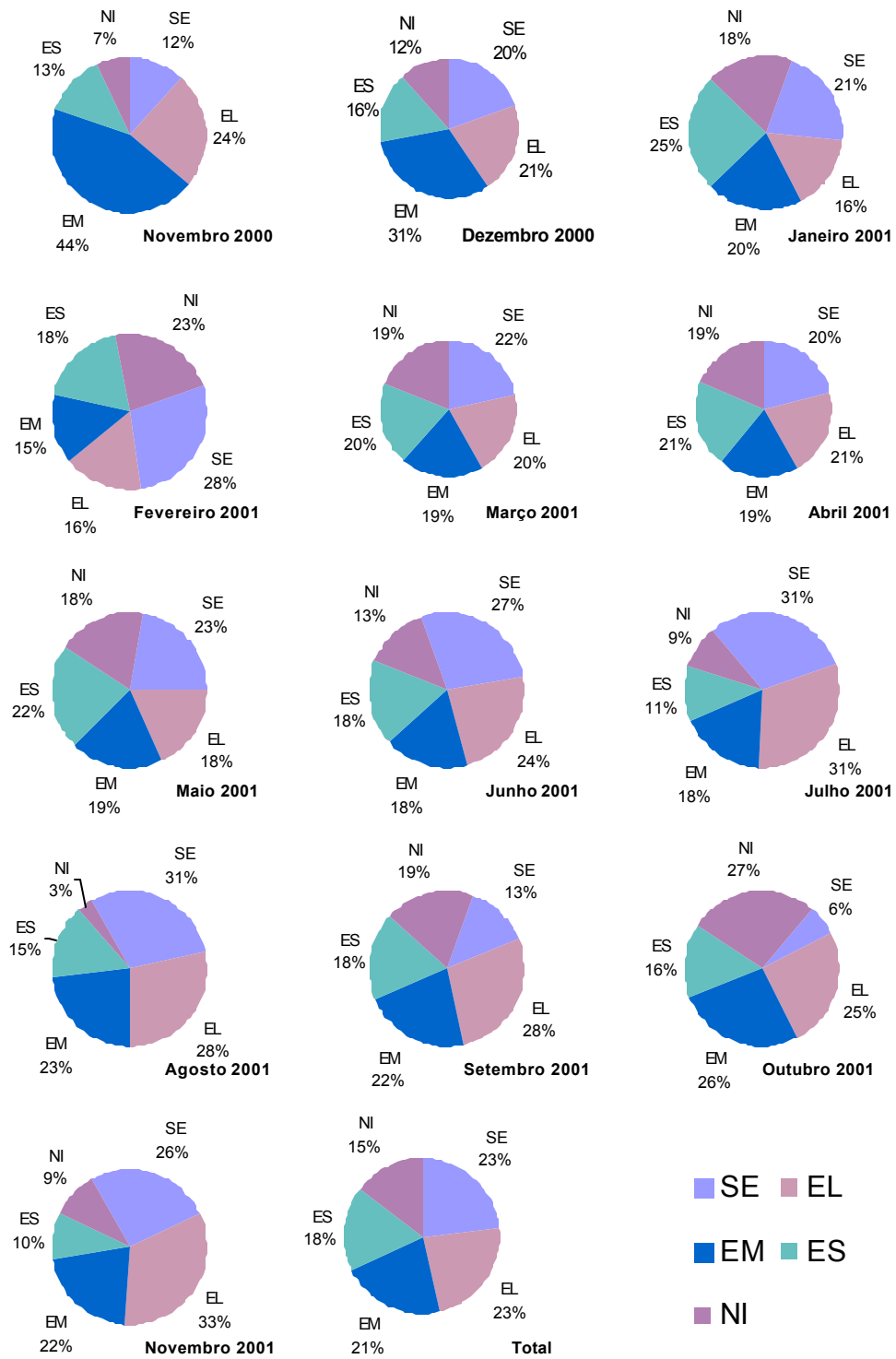


Figura 16 - Produção de Lima ácida 'Tahiti', em Kg, para os quatro tratamentos de estresse hídrico e para o tratamento não irrigado, testemunha, de novembro de 2000 a novembro de 2001.



SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo; e NI, tratamento não-irrigado (testemunha).

Figura 17 - Produção percentual de Lima ácida 'Tahiti' para os quatro tratamentos de estresse hídrico e para o tratamento não irrigado, testemunha, de novembro de 2000 a novembro de 2001.

Na Figura 17, observa-se que a contribuição percentual em produção total, de novembro de 2000 a novembro de 2001, do tratamento não-irrigado foi de 15%, enquanto o tratamento de estresse severo contribuiu com 18% contra 23% do tratamento SE, 23% do tratamento EL, e 21% do tratamento EM.

Os tratamentos SE e EL apresentam comportamento semelhante, relativamente à distribuição temporal da produção, sendo que diferenças significativas entre estes tratamentos foram observadas, apenas, nos meses de setembro e outubro de 2001 (Quadro 16). Nestes dois meses, a produção foi baixa em quase todos os tratamentos, provavelmente, pelo fato de a produção em junho a agosto de 2001 ter sido alta em praticamente todos os tratamentos irrigados, à exceção do tratamento ES que apresentou a produção mais próxima da testemunha. Para os frutos colhidos nos meses de setembro e outubro de 2001, a data de floração estimada foi 2 de abril e 3 maio de 2001, respectivamente, período este em que os tratamentos estavam sendo irrigados, ou seja, antes da aplicação do segundo período de estresse hídrico, que teve início em primeiro de maio de 2001.

Na Figura 16, observa-se que o tratamento EM foi o que proporcionou maior produção nos meses de novembro e dezembro de 2000, comparado com o tratamento não-irrigado; enquanto o tratamento SE foi o que proporcionou a menor produção em novembro, e o ES a menor em dezembro. A contribuição percentual do tratamento não-irrigado, no mês de novembro de 2000, foi 7%, enquanto o tratamento EM contribuiu com 44%, o SE 12% e o ES 13%. Já em dezembro de 2000, a contribuição percentual foi 12% no não-irrigado, 31% no EM, 20% no SE e 16% no ES.

Em novembro de 2001, o tratamento de EL foi o que apresentou a maior produção, seguido pelos tratamentos SE, EM, ES e o não-irrigado (NI), sendo a contribuição percentual destes tratamentos na produção deste mês 33% (EL), 26% (SE), 22% (EM), 10% (ES), e 9% (NI). A data de floração para os frutos colhidos em novembro de 2001 foi estimada como sendo 23 de junho, sendo que a irrigação já havia sido retomada para as plantas do tratamento EL e, em 10 de julho para as plantas do EM, favorecendo o vingamento dos frutos deste tratamento. O tratamento SE, provavelmente, produziu bem neste mês em consequência do estresse térmico, como discutido anteriormente.

Durante o período estudado, novembro de 2000 a novembro de 2001, observa-se que o tratamento EM foi o que apresentou uma produção mais bem distribuída ao longo do ano (Figura 16), apesar da contribuição percentual deste tratamento, para a produção total do período estudado não ter sido a maior, como pode ser visto na Figura 17.

O número de frutos, por árvore de lima ácida, para o período estudado, para os quatro tratamentos de estresse (SE, EL, EM e ES) são apresentados no Quadro 20. Observa-se que os resultados em número de frutos são muito semelhantes àqueles obtidos para a produção em kg. As mesmas discussões feitas para a produção em kg são válidas para a produção em número de frutos.

Quadro 20 - Produção média por árvore, em número de frutos, de lima ácida 'Tahiti', para os quatro níveis de estresse hídrico

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
SE	21 b	59 ab	150 a	104 a	103 a	128 a	56 a
EL	41 b	63 ab	112 a	61 a	95 a	128 a	50 a
EM	82 a	93 a	150 a	57 a	93 a	114 a	50 a
ES	26 b	52 b	172 a	61 a	93 a	128 a	56 a
GERAL	40	64	145	71	96	124	53

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Total
SE	174 a	121 a	134 a	30 c	8 b	133 ab	1220 a
EL	147 a	114 a	132 a	71 a	36 a	177 a	1227 a
EM	112 ab	69 b	113 ab	53 a b	41 a	116 ab	1145 a
ES	113 ab	44 b	71 b	46 b	25 ab	53 b	940 a
GERAL	133	83	113	50	27	120	1133

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O Quadro 21 mostra os valores médios de produção, obtidos nas três porcentagens de área molhada (PW – 15, 31 e 46%). Verifica-se que, para o mês de fevereiro de 2001 obteve-se diferença significativa no número de frutos produzidos, nas três porcentagens de área molhada, sendo que PW 46% apresentou o maior número de frutos. Em geral, observa-se que a PW 46% foi a que apresentou o maior número de frutos, durante o período estudado.

Quadro 21 - Produção média por árvore, em número de frutos, de lima ácida 'Tahiti', para as três porcentagens de área molhada

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
PW 15%	42 a	68 a	138 a	57 ab	90 a	108 a	51 a
PW 31%	42 a	61 a	127 a	54 b	103 a	134 a	50 a
PW 46%	44 a	71 a	172 a	101 a	95 a	131 a	58 a

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Total
PW 15%	142 a	80 a	118 a	44 a	27 a	116 a	1082 a
PW 31%	104 a	92 a	115 a	54 a	19 a	90 a	1044 a
PW 46%	162 a	89 a	105 a	53 a	37 a	154 a	1273 a

PW é a porcentagem de área molhada. As Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Para os tratamentos (12 + 1), os resultados de produção de lima, em número de frutos, obtidos de novembro de 2000 a novembro de 2001, e o total obtido período, são apresentados no Quadro 22.

As mesmas discussões, feitas para os dados de produção em kg, são válidas para a produção em número de frutos.

Quadro 22 - Produção média por árvore, em número de frutos de lima ácida 'Tahiti', para os meses de novembro de 2000 a novembro de 2001 e o total obtido neste período; para os tratamentos (12 + 1)

	Nov 2000	Dez 2000	Jan 2001	Fev 2001	Mar 2001	Abr 2001	Mai 2001	Jun 2001	Jul 2001	Ago 2001	Set 2001	Out 2001	Nov 2001	Total
SE PW 15%	20	70	124	84	113	77	47	145	90	188*	28	10	84	1081
SE PW 31%	16	50	94	80	118	137	70	138	161*	135*	34	5	104	1142
SE PW 46%	26	57	230	147	77	168	52	241*	113*	77	28	10	211*	1437*
EL PW 15%	54	56	105	44	63	133	54	162	127*	114	65	41	172	1191
EL PW 31%	42	60	91	43	113	111	35	116	85	118	79	18	151	1060
EL PW 46%	27	74	140	97	111	141	60	162	129*	165*	69	49	207*	1429*
EM PW15%	76*	86	156	39	96	96	46	134	71	88	36	35	152	1109
EM PW31%	82*	101*	124	36	97	150	43	74	69	144*	47	26	85	1077
EM PW46%	89*	91	171	95	87	95	63	129	69	109	77	63	113	1249
ES PW 15%	18	62	168	61	87	128	59	128	33	82	46	20	55	946
ES PW 31%	27	32	201	57	85	137	51	91	54	62	56	28	19	898
ES PW 46%	32	64	148	65	107	120	58	119	46	69	37	27	84	976
Testemunha	13	36	136	79	94	119	51	92	39	17	54	46	57	832
d'	48	60	136	86	71	109	51	92	69	104	37	44	139	521

PW é a porcentagem de área molhada, SE, sem estresse, EL, estresse leve, EM, estresse moderado, ES, estresse severo.

- significativo ao nível de 5%, teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

4.6 – Peso médio dos frutos

O Quadro 23 apresenta os valores de peso médio de frutos, para os quatro tratamentos de estresse (SE, EL, EM e ES). Observa-se, que obtiveram-se diferenças significativas, para os meses de novembro de 2000 e fevereiro de 2001, somente para os níveis de estresse.

Para o mês de novembro de 2000, o peso médio de frutos foi maior nos tratamentos SE, seguidos pelos tratamentos EL, EM, enquanto o menor peso médio de frutos foi obtido no tratamento ES. Provavelmente isto é devido ao fato de este tratamento só ter tido a irrigação retomada em 31 de agosto e a data de floração estimada para a colheita de novembro ter sido 23 de junho de 2000. Portanto, as árvores do tratamento ES permaneceram 37 dias sem irrigação após o início da abertura das flores que originaram os frutos colhidos em novembro de

2000, o que afetou o peso médio dos frutos, ocasionando frutos de menor peso médio.

Quadro 23 - Peso médio de frutos para os quatro níveis de estresse hídrico

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
SE	82,28 a	68,90 a	74,45 a	73,64 b	72,70 a	76,67 a	81,43 a
EL	82,24 a	69,17 a	74,61 a	71,50 b	71,58 a	75,59 a	77,55 a
EM	78,38 ab	70,13 a	72,80 a	71,94 b	69,68 a	76,78 a	80,01 a
ES	74,28 b	65,67 a	75,67 a	80,51 a	72,59 a	74,88 a	80,58 a
GERAL	78,76	68,68	74,08	74,60	71,52	75,66	79,30

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Média
SE	78,82 a	69,01 a	69,37 a	74,98 a	87 a	75 a	75 a
EL	79,97 a	75,50 a	66,64 a	67,81 a	80 ab	73 ab	74 a
EM	78,60 a	70,75 a	64,46 a	68,59 a	73 b	72 ab	73 a
ES	77,98 a	69,32 a	64,67 a	70,27 a	72 b	71 b	73 a
GERAL	78,24	70,68	66,28	70,41	78	73	74

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Para o mês de fevereiro, o tratamento de estresse que apresentou o maior peso médio de fruto foi o ES, sendo que este diferiu dos demais tratamentos. Nesse período, as árvores tinham se recuperado do primeiro período de estresse hídrico, uma vez que este foi aplicado de junho a agosto de 2000, além de já terem sofrido a influência do período chuvoso, que teve início em setembro de 2000.

Para os meses de outubro e novembro de 2001, verifica-se que o tratamento que proporcionou o maior peso médio de frutos foi o SE, seguido pelos tratamentos EL, EM, e ES. Isto pode estar relacionado ao fato de os frutos colhidos, em outubro e novembro de 2001, terem se originado de flores que, provavelmente, abriram-se em 3 de maio e 23 de junho, respectivamente. Em maio de 2001, iniciou-se o segundo período de estresse, que para o tratamento EL foi finalizado em 19 de junho, para o EM em 10 de junho, e para o ES em 31 de julho de 2001. Portanto, o tratamento que não sofreu estresse hídrico (SE) foi o mais irrigado durante este período de crescimento dos frutos (colhidos em outubro e novembro de 2001), seguido pelos tratamentos EL, EM, e o tratamento de ES, que foi o menos irrigado. Comportamento semelhante foi também observado em novembro de 2000. Estes fatos mostram que aplicação de irrigação pode proporcionar frutos de maior peso médio. Outro fator que pode ter influenciado é o fato do tratamento SE ter apresentado uma pequena produção em novembro de 2000 e em outubro de 2001, ou seja, como a produção foi menor, isso pode ter ocasionado frutos de maior peso médio.

Os valores de peso médio de frutos obtidos nas três porcentagens de área molhada são apresentados no Quadro 24. Neste quadro, observa-se que não houve diferença significativa, ao nível de 5% pelo teste Tukey, para nenhuma das três porcentagens, apesar de existir uma ligeira tendência dos frutos produzidos na menor porcentagem (PW 15%) terem um peso médio superior, quando comparado com o peso médio obtido nas demais porcentagens, apesar de este comportamento não se repetir para todo o período estudado. Como já foi comentado, na porcentagem de 15% a irrigação aplicada foi superior à necessária, nesta porcentagem, uma vez que o manejo da irrigação foi feito com base na porcentagem de 31%, o que pode ter influenciado o peso médio dos frutos.

No Quadro 25 são apresentados os valores de peso médio de fruto, nos 12 + 1 tratamentos, para o período estudado.

Quadro 24 - Peso médio de frutos para as três porcentagens de área molhada

	Nov/2000	Dez/2000	Jan/2001	Fev/2001	Mar/2001	Abr/2001	Mai/2001
PW 15%	80,08 a	67,65 a	75,26 a	75,34 a	72,42 a	76,36 a	80,05 a
PW 31%	78,99 a	69,99 a	74,36 a	75,65 a	70,63 a	76,08 a	81,11 a
PW 46%	78,82 a	67,77 a	73,52 a	72,21 a	71,87 a	75,50 a	78,52 a

	Jun/2001	Jul/2001	Ago/2001	Set/2001	Out/2001	Nov/2001	Média
PW 15%	80,87 a	72,05 a	68,42 a	72,16 a	82 a	73 a	75 a
PW 31%	78,75 a	68,83 a	64,06 a	67,47 a	75 a	73 a	73 a
PW 46%	76,90 a	72,55 a	66,37 a	71,60 a	76 a	72 a	73 a

PW é a porcentagem de área molhada. As Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Quadro 25 - Peso médio de frutos de lima ácida 'Tahiti', para os meses de novembro de 2000 a novembro de 2001 e a média obtida neste período para os tratamentos (12 + 1)

	Nov 2000	Dez 2000	Jan 2001	Fev 2001	Mar 2001	Abr 2001	Mai 2001	Jun 2001	Jul 2001	Ago 2001	Set 2001	Out 2001	Nov 2001	Média
SE PW15%	80,2	66,6	75,7	71,7	72,7	77,3	82,1*	79,6	66,5	61,7	73,0	90,8*	72,8*	73,2
SE PW 31%	81,7	72,8	72,1	77,7	71,4	74,1	84,3*	78,3	68,5	68,3*	73,2	84,0*	73,9*	75,4
SE PW 46%	85,0*	67,3	75,6	71,5	74,1	78,6	77,9	78,5	72,0	72,7*	78,8*	84,6*	77,6*	76,5*
EL PW 15%	83,2	71,3	75,3	74,2	71,4	80,0	79,6	90,1*	79,5*	71,8*	72,0	84,2*	72,1*	77,3*
EL PW 31%	86,0*	69,9	76,1	73,1	71,2	75,5	77,1	76,3	68,8	64,7	63,8	78,1	74,6*	73,5
EL PW 46%	77,5	66,3	72,4	67,2	72,1	71,2	75,9	73,5	78,2	63,3	67,6	76,6	73,0*	71,9
EM PW15%	79,9	68,5	74,6	70,9	71,0	75,7	79,1	77,6	71,0	65,0	71,1	74,1	71,3*	73,1
EM PW31%	77,4	71,9	75,0	74,5	69,5	78,3	83,8*	82,0	69,1	62,2	67,2	73,6	74,6*	73,8
EM PW46%	77,8*	70,0	68,8	70,4	68,5	76,3	77,1	76,3	72,2	66,1	67,4	71,3	69,7	71,7
ES PW 15%	77,0	64,1	75,5	84,5	74,7	72,4	79,4	76,2	71,2	69,7*	72,5	79,8	73,8*	74,7
ES PW 31%	70,9	65,4	74,2	77,3	70,4	76,3	79,2	78,4	69,0	61,0	65,7	65,2	69,7	71,0
ES PW 46%	75,0	67,5	77,3	79,7	72,8	75,9	83,1*	79,3	67,7	63,3	72,6	70,6	69,4	73,4
Testemunha	72,3	71,2	70,4	77,0	70,1	71,8	72,2	71,0	65,2	55,4	60,2	65,3	63,7	69,3
d'	11,6	8,9	9,7	12,5	11,0	8,4	9,2	13,0	14,3	12,6	15,8	17,5	6,9	7,0

PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

* - significativo ao nível de 5%, teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

No mês de novembro de 2000, obteve-se diferença significativa, ao nível de 5% pelo teste de Dunnet, para os tratamentos EL PW 31% e SE PW 46%. Em maio de 2001, verifica-se diferença significativa nos tratamentos SE PW 15%, SE PW 31%, EM PW 31%, e ES PW 46%. Para os meses de junho e julho, apenas o peso médio de frutos obtido no tratamento EL PW 15%, diferiu da testemunha.

No mês de agosto de 2001, os tratamentos SE PW 31%, SE PW 46% e EL PW 15% foram os que diferiram estatisticamente de testemunha. No mês de setembro de 2001, apenas o tratamento SE PW 46% diferiu da testemunha. As produções em agosto e setembro de 2001 foram provenientes de flores que iniciaram a abertura em março e abril de 2001 (Quadro 17). Nos períodos de março a agosto e de abril a setembro, as árvores mais irrigadas foram as do tratamento SE, seguidas por aquelas do tratamento EL.

Em outubro de 2001, os tratamentos que envolveram EL, à exceção da PW 15%, EM, e ES não diferiram da testemunha. Conforme dito anteriormente, a produção em outubro foi proveniente de flores que se abriram em maio de 2001 e, no período de maio a outubro, o tratamento SE foi o mais irrigado. Outro fator que pode ter influenciado o peso médio do fruto, nesse mês, é o fato da produção percentual do tratamento SE ter sido a menor no mês de outubro, 6% (Figura 17), o que pode ter acarretado frutos de maior peso médio, ou seja, uma menor produção pode proporcionar frutos de maior peso. Vale lembrar que este tratamento não sofreu estresse e portanto, o comentário não é válido para a testemunha, que proporcionou menores produções e frutos de menor peso, durante grande parte do período estudado.

Em novembro de 2001, apenas os tratamentos EM PW 46%, ES PW 31% e ES PW 46% não diferiram da testemunha. Vale lembrar que a produção de novembro de 2001 foi proveniente de flores que se abriram em junho de 2001, e que de junho a novembro de 2001 as árvores pertencentes ao tratamento não irrigado, testemunha, foram as que dispuseram de menor quantidade de água para seu desenvolvimento e o crescimento dos frutos, enquanto o tratamento de ES foi o menos irrigado nesse período, seguido pelo tratamento EM. Isto reforça, o que já foi comentado, que a aplicação de irrigação pode proporcionar frutos com maior peso médio, bem como concorda com os comentários de DOORENBOS e KASSAM (1979) de que os déficits hídricos podem afetar o tamanho final dos frutos. Segundo esses autores, o aumento do tamanho do fruto até a colheita depende muito da absorção de água.

Para a produção total obtida no período de novembro de 2000 a novembro de 2001, verifica-se diferença significativa, pelo teste de Dunnet ao nível de 5%, apenas para os tratamentos SE PW 46% e EL PW 15%. O tratamento SE PW 46% foi o que apresentou maior produção, sendo um dos poucos que apresentaram diferença significativa na produção, quando comparados com a testemunha.

4.7 – Características comerciais dos frutos

O Quadro 26 apresenta as características físico-químicas dos frutos provenientes dos quatro tratamentos de estresse, e os resultados obtidos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Observa-se que o tratamento EM foi o que proporcionou frutos mais oblongos (maior razão comprimento / diâmetro), diferindo do tratamento SE que apresentou os frutos menos oblongos, ou seja, mais redondos. Provavelmente, tal fato esteja relacionado ao número de frutos produzidos, uma vez que EM foi o que apresentou a maior produção nesses meses, enquanto o SE apresentou uma das menores produções. Quando a planta produz um maior número de frutos, estes tendem a crescer mais no sentido do comprimento, ao passo que produzindo um menor número de frutos, estes tendem a se alongarem menos, ficando mais arredondados, principalmente se não faltar água, como é o caso do tratamento SE.

Para a espessura de casca, não verificou-se diferença significativa, enquanto para o peso médio dos frutos o tratamento EM foi o que proporcionou frutos mais pesados, para a amostragem nos meses de novembro e dezembro, seguido pelos tratamentos EL, ES e, por último, pelo ES.

Quadro 26 - Características físico-químicas dos frutos de lima ácida 'Tahiti', para os quatro níveis de estresse hídrico

	Diâmetro (D) cm	Comprimento (C) cm	Razão C/D	Espessura de Casca cm	TSS ° brix	Teor de Suco %	Peso Médio dos Frutos gramas
SE	5,228 a	5,886 a	1,126 b	0,331 a	7,404 a	43,357 a	81,876 ab
EL	5,227 a	5,933 a	1,135 ab	0,331 a	7,378 a	44,515 a	82,442 ab
EM	5,234 a	6,068 a	1,160 a	0,317 a	7,376 a	43,701 a	84,206 a
ES	5,096 a	5,867 a	1,151 ab	0,315 a	7,494 a	45,376 a	76,757 b

PW é a percentagem de área molhada. TSS é o teor de sólidos solúveis. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Observa-se, ainda neste quadro, que as características apresentadas pelos frutos ou seja, teor de suco superior a 42%, diâmetro entre 47 a 65 mm e teor de sólidos solúveis de 7 a 8% estão condizentes com os valores exigidos para a exportação sendo os frutos classificados como pertencentes ao grupo B (segundo GAYET et al., 1995).

No Quadro 27, observa-se que, as três porcentagens de área molhada, a PW 15% foi a que proporcionou frutos com TSS (teor de sólidos solúveis) maior, seguido pela PW 31%, e por último pela PW 46%, sendo que esta diferença significativa não diferencia a qualidade do fruto, uma vez que, dentro dos padrões comerciais de frutos tipo B, o TSS deve estar entre 7 e 8 °brix.

Quadro 27 - Características físico-químicas dos frutos de Lima ácida 'Tahiti' – determinados em novembro de 2000, para as três porcentagens de área molhada

	Diâmetro cm	Comprimento cm	Forma Oblonga	Espessura de Casca cm	TSS ° brix	Teor de Suco %	Peso Médio dos Frutos gramas
PW 15%	5,202 a	5,943 a	1,142 a	0,321 a	7,554 a	43,417 a	80,907 a
PW 31%	5,182 a	5,944 a	1,147 a	0,321 a	7,356 ab	45,891 a	81,001 a
PW 46%	5,205 a	5,930 a	1,139 a	0,329 a	7,329 b	43,404 a	82,053 a

PW é a porcentagem de área molhada. TSS é o teor de sólidos solúveis. As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Para os tratamentos (12 + 1), os valores das características físico-químicas, determinadas em novembro e dezembro de 2000, são apresentados no Quadro 28. Observa-se que a testemunha foi o tratamento que proporcionou menores frutos (menor diâmetro e comprimento), quando comparada com os demais tratamentos irrigados. Para o diâmetro, os tratamentos que diferiram da testemunha foram SE PW 31%, SE PW 46% e EL PW 15%, mostrando que nos tratamentos sempre irrigados, à exceção do SE PW 15%, os frutos apresentaram maiores diâmetros. Observa-se, também, este mesmo comportamento para a espessura de casca. Com relação ao comprimento, o único que diferiu da testemunha foi EL PW 15%.

Para a razão comprimento / diâmetro, para o teor de sólidos solúveis e para o teor de suco, não verificou-se diferença significativa, pelo teste de Dunnet, para nenhum dos 12 tratamentos irrigados.

O peso médio dos frutos, para sete dos 12 tratamentos irrigados, apresentou diferenças significativas, quando comparado com a testemunha, sendo que o tratamento apresentando maior peso médio de frutos foi o EL PW 15%, seguido pelos EM PW 31% e EM PW 46%. Já os tratamentos de ES não diferiram da testemunha, para nenhuma das características avaliadas. Este fato mostra o quanto as características dos frutos do tratamento de ES

assemelharam-se com os frutos do tratamento não-irrigado, testemunha; pois as plantas do tratamento ES foram as menos irrigadas.

A maioria dos frutos utilizados nestas determinações foram colhidos em novembro, e parte em dezembro de 2000. Os frutos colhidos em novembro originaram-se de flores que abriram em 28 de junho, e os colhidos em dezembro originaram-se daquelas que abriram em 31 de julho, sendo que o tratamento ES teve o retorno da irrigação em 31 de agosto. Portanto, para este tratamento, o estresse hídrico abrangeu a fase de divisão celular e, por isso, os frutos ficaram menores.

Quadro 28 - Características físico-químicas dos frutos de Lima ácida 'Tahiti', para os tratamentos (12 + 1)

	Diâmetro (D)	Comprimento (C)	Razão C/D	Espessura de Casca	TSS	Teor de Suco	Peso Médio
	cm	cm		cm	°brix	%	gramas
SE PW 15%	5,166	5,779	1,119	0,313	7,628	42,735	78,104
SE PW 31%	5,250*	5,942	1,132	0,336*	7,342	45,808	83,607*
SE PW 46%	5,268*	5,936	1,127	0,345*	7,241	41,527	83,917*
EL PW 15%	5,287*	6,112*	1,156	0,344*	7,400	42,142	85,622*
EL PW 31%	5,236	5,896	1,126	0,323	7,346	46,094	82,891*
EL PW 46%	5,156	5,790	1,123	0,324	7,387	45,310	78,813
EM PW 15%	5,221	6,030	1,156	0,316	7,574	45,087	83,766*
EM PW 31%	5,246	6,101	1,163	0,312	7,350	44,441	84,473*
EM PW 46%	5,236	6,074	1,160	0,324	7,203	41,575	84,379*
ES PW 15%	5,133	5,848	1,139	0,309	7,613	43,703	76,135
ES PW 31%	4,995	5,835	1,168	0,313	7,386	47,221	73,032
ES PW 46%	5,160	5,918	1,147	0,324	7,483	45,203	81,103
Testemunha	5,022	5,777	1,150	0,302	7,868	47,994	72,968
d'	0,225	0,325	0,040	0,029	0,424	7,082	9,857

PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo. TSS é o teor de sólidos solúveis.

* - significativo ao nível de 5%, teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

Para diâmetro, comprimento, espessura de casca e peso médio dos frutos, a testemunha apresentou os menores valores, enquanto para o teor de suco e o teor de sólidos solúveis ela apresentou os maiores valores. O TSS foi superior nos frutos das plantas do tratamento não-irrigado, provavelmente, porque em condições de menor quantidade de água disponível, e estando essas plantas sujeitas a período secos, os frutos tendem a acumular maior quantidade de açúcares, pois, a disponibilidade de água para diluir esses sólidos é menor do que em plantas bem supridas de água. Os frutos das plantas não-irrigadas cresceram menos do que os frutos dos tratamentos irrigados. Isto vem de encontro aos comentários feitos por DOORENBOS e KASSAM (1979), de que os déficits hídricos podem afetar o tamanho final dos frutos. Segundo esses autores, o aumento no tamanho do fruto até a colheita depende muito da absorção de água.

4.8 – Radiação interceptada e refletida pelas árvores

O Quadro 29 apresenta os valores médios de radiação interceptada pelas árvores, em centésimo, nos quatro tratamentos de estresse hídrico. Observa-se uma tendência das árvores, pertencentes ao tratamento sem estresse (sempre irrigado), apresentarem os maiores valores médios de radiação interceptada, sendo que a diferença significativa entre este tratamento (SE) e os demais, pelo teste de Tukey, só foi observada para as datas de 12 de julho e 8 de agosto de 2000.

Quadro 29 - Radiação interceptada, média por árvore, de lima ácida 'Tahiti', em centésimo, para os quatro níveis de estresse hídrico

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
SE	0,942 a	0,968 a	0,966 a	0,966 a	0,971 a	0,975 a	0,975 a	0,979 a
EL	0,900 b	0,919 b	0,929 a	0,954 a	0,964 a	0,951 a	0,959 a	0,974 a
EM	0,918 ab	0,933 ab	0,933 a	0,952 a	0,965 a	0,957 a	0,968 a	0,968 a
ES	0,906 b	0,948 ab	0,936 a	0,965 a	0,970 a	0,959 a	0,953 a	0,967 a
GERAL	0,917	0,942	0,941	0,959	0,967	0,961	0,964	0,972

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O Quadro 30 apresenta os valores médios de radiação interceptada, em centésimo, pelas árvores, nas três porcentagens de área molhada, obtidos durante os períodos de estresse hídrico aplicado nos anos 2000 e 2001. Observa-se que nenhuma das três porcentagens de área molhada sobressaiu-se em relação às de mais.

Quadro 30 - Radiação interceptada, média por árvore de lima ácida 'Tahiti', em centésimo, para as três porcentagens de área molhada

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
PW 15%	0,913 a	0,941 a	0,939 a	0,951 a	0,962 a	0,967 a	0,957 a	0,971 a
PW 31%	0,914 a	0,943 a	0,937 a	0,975 a	0,968 a	0,956 a	0,971 a	0,976 a
PW 46 %	0,923 a	0,941 a	0,947 a	0,952 a	0,973 a	0,959 a	0,963 a	0,968 a

PW é a porcentagem de área molhada.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O Quadro 31 apresenta os valores médios de radiação interceptada pelas árvores, em centésimo, nos tratamentos (12 + 1). Observa-se que não ocorreram diferenças significativas, pelo teste de Dunnet, à exceção a data de

22 de agosto de 2001 (após o término do segundo período de estresse hídrico) em que se observa que todos os tratamentos diferiram da testemunha, pelo teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade, mostrando o quanto estressada, do ponto de vista hídrico, se encontrava a testemunha nesta data.

Quadro 31 - Radiação interceptada, média por árvore de lima ácida 'Tahiti', em centésimo, para os tratamentos (12 + 1)

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
SE PW 15%	0,936	0,967	0,972	0,949	0,959	0,979	0,977	0,980*
SE PW 31%	0,948	0,980	0,974	0,982	0,980	0,971	0,980	0,985*
SE PW 46%	0,944	0,956	0,954	0,967	0,975	0,976	0,968	0,973*
EL PW 15%	0,914	0,939	0,927	0,964	0,955	0,970	0,929	0,967*
EL PW 31%	0,880	0,890	0,914	0,961	0,965	0,940	0,982	0,982*
EL PW 46%	0,906	0,929	0,946	0,937	0,972	0,944	0,967	0,972*
EM PW15%	0,904	0,911	0,895	0,928	0,962	0,941	0,964	0,967*
EM PW31%	0,927	0,954	0,963	0,978	0,960	0,958	0,965	0,961*
EM PW46%	0,922	0,932	0,942	0,950	0,973	0,972	0,974	0,974*
ES PW 15%	0,897	0,948	0,963	0,962	0,972	0,979	0,959	0,971*
ES PW 31%	0,902	0,948	0,898	0,978	0,966	0,956	0,957	0,976*
ES PW 46%	0,919	0,948	0,946	0,955	0,973	0,942	0,942	0,952*
Testemunha	0,922	0,935	0,941	0,965	0,944	0,946	0,953	0,901
d'	0,043	0,067	0,057	0,048	0,039	0,056	0,045	0,041

PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

* - significativo ao nível de 5%, pelo teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

A Figura 18 ilustra a radiação interceptada, para os dois períodos de estresse hídrico, aplicados em 2000 e 2001, para os quatro tratamentos de estresse e para a testemunha.

Observa-se que, em 2000, o comportamento das árvores dos tratamentos que sofreram estresse hídrico (EL, estresse leve, EM, estresse moderado, e ES, estresse severo) foi semelhante ao apresentado pelas árvores do tratamento não-irrigado (testemunha). Esse comportamento não apresentou tal semelhança em 2001 quando, após o término do período de estresse (de maio a julho de 2001), em 22 de agosto de 2001, as árvores dos tratamentos EL, EM, e ES, restabeleceram-se e voltaram a interceptar radiação em níveis próximos aos apresentados pelas árvores sempre irrigadas, enquanto, as árvores, pertencentes ao tratamento não-irrigado, apresentaram um menor valor na interceptação da radiação. Isso ocorreu, provavelmente, porque em 2000 houve precipitações significativas em final de agosto e início de setembro, como se pode observar no Quadro 10, que justamente coincidiu com o final do período de estresse aplicado em 2000. Consequentemente, as

plantas pertencentes ao tratamento não-irrigado apresentaram um comportamento semelhante ao das árvores pertencentes aos tratamentos submetidos a estresse.

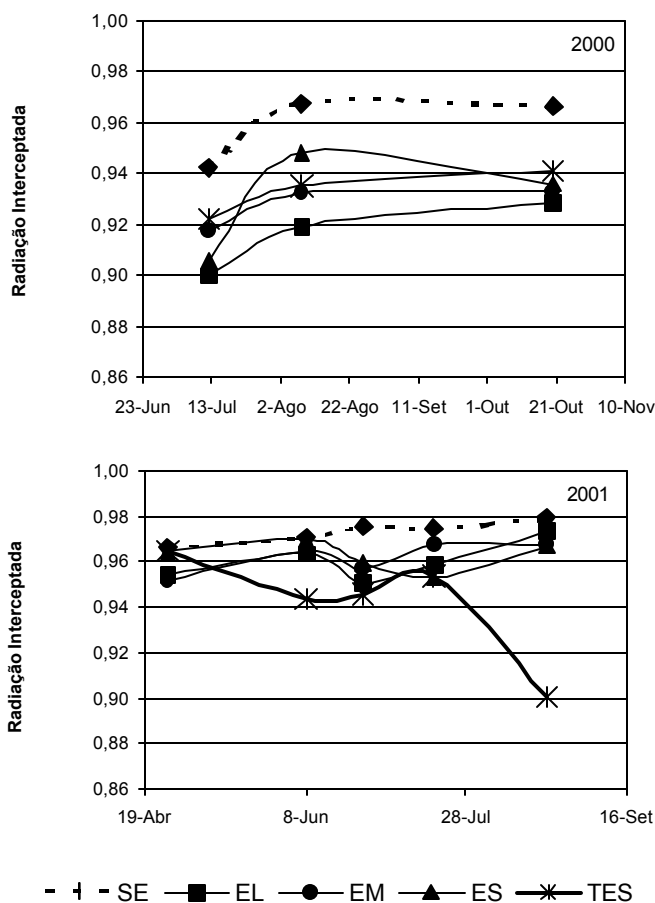


Figura 18- Radiação interceptada abaixo das árvores de lima ácida 'Tahiti', em centésimo, em 2000 e 2001.

Na Figura 18, observa-se com base nos dados de interceptação de radiação, que o estresse hídrico sofrido pelo tratamento não-irrigado foi mais severo em 2001, quando comparado com o de 2000. Em 2001, não ocorreram precipitações nos meses de junho e agosto, sendo que no mês de junho a precipitação foi insignificante (4,3 mm).

Quando a planta é submetida a um déficit de água, no seu interior ocorre uma série de reações bioquímicas para contornar essa situação. Uma das primeiras conseqüências do déficit hídrico é o fechamento dos estômatos. Com

o fechamento dos estômatos, a planta perde menos água, porém diminui a taxa fotossintética, em razão de uma menor absorção do CO₂ do meio. Outra consequência do déficit de água é que a planta reduz a absorção de nutrientes pelas raízes, o que pode levar a planta à uma deficiência nutricional mesmo que os elementos essenciais estejam no solo.

Próximo ao meio-dia solar, horário do dia de maior ângulo de elevação solar, o nível de radiação tende a ser maior do que nos outros horários do dia, principalmente para um dia de céu claro, sem núvens, razão pela qual as medições de radiação foram feitas próximas ao meio dia-solar. Neste horário, as folhas das plantas estressadas entram em um estágio de murcha muito mais acentuado do que aquelas não estressadas, gerando uma diferença no IAF (índice de área foliar), entre as duas condições de umidade diferentes (com estresse e sem estresse); com isso, a radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFAI) é menor para as plantas sob estresse hídrico.

Segundo Bauer et al. (1980) e Ripple (1985), ambos citados por MOREIRA (2001), o conteúdo de água na folha afeta a concentração de clorofila e provoca desarranjo nas estruturas internas da folha. Segundo esses autores, a redução do conteúdo de clorofila nas folhas propicia uma menor absorção de energia na região do visível, 400 a 700 nm, que é a faixa espectral de atuação do ceptômetro, e conseqüentemente diminui a absortância, e com isso a radiação absorvida e a interceptada, e aumenta a reflectância nesta faixa espectral.

No Quadro 32, que apresenta os valores médios de radiação refletida, em %, obtidos para os quatro tratamentos de estresse hídrico, observa-se que, para a data de 26 de junho de 2001, o tratamento de estresse moderado (EM) foi o que apresentou o maior valor de radiação refletida, seguido pelo tratamento de estresse severo (ES). Vale lembrar que os tratamentos EM e ES foram finalizados em 10 e 31 de julho, respectivamente, quando voltaram a ser irrigados. Portanto, em 26 de junho, as árvores desses dois tratamentos ainda encontravam-se sem serem irrigadas, somente as dos tratamentos SE e EL estavam sendo irrigadas, nesta data. Já na data de 18 de julho de 2001, o tratamento que apresentou a maior quantidade de radiação refletida foi o ES, que somente em 31 de julho foi finalizado. Na data de 22 de agosto, os dados de radiação refletida não tiveram diferença significativa, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mas observa-se que os tratamentos EM e ES ainda continuam apresentando tendência para maiores valores de radiação refletida e, provavelmente,

este resultado esteja relacionado com a perda de folhas que ocorreu durante o período de estresse, o que demonstra que embora essas árvores tenham saído da condição de estresse hídrico, este deixou seqüelas.

O Quadro 33 apresenta os valores médios de radiação refletida, em %, pelas árvores, nas três porcentagens de área molhada, obtidos durante os períodos de estresse hídrico aplicado nos anos 2000 e 2001. Observa-se que nenhuma das três porcentagens de área molhada sobressaiu-se em relação às demais.

Quadro 32 - Radiação refletida, média por árvore, de lima ácida 'Tahiti', em %, para os quatro níveis de estresse hídrico aplicado em 2000 e 2001

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
SE	5,468 a	4,841 a	3,813 a	3,870 a	3,992 a	4,058 ab	4,105 abc	4,028 a
EL	5,612 a	5,256 a	3,768 a	3,963 a	3,895 a	3,885 b	3,769 bc	4,065 a
EM	5,007 a	5,112 a	3,723 a	4,332 a	3,820 a	4,243 a	3,915 bc	4,199 a
ES	5,481 a	5,197 a	3,879 a	4,193 a	4,011 a	4,145 ab	4,489 a	4,145 a
GERAL	5,392	5,101	3,796	4,090	3,929	4,083	4,069	4,109

SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Quadro 33 - Radiação refletida, média por árvore de lima ácida 'Tahiti', em centésimo, para as três porcentagens de área molhada, durante os períodos de estresse hídrico aplicado em 2000 e 2001

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
PW 15%	5,442 a	5,244 a	3,785 a	4,198 a	3,987 a	4,235 a	4,163 a	4,225 a
PW 31%	5,472 a	5,181 a	3,748 a	4,212 a	3,851 a	4,069 a	4,090 a	4,157 a
PW 46%	5,263 a	4,879 a	3,855 a	3,859 a	3,951 a	3,944 a	3,956 a	3,945 a

PW é a porcentagem de área molhada.

As Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

No Quadro 34 são apresentados os valores médios de radiação refletida, em %, pelas árvores, nos tratamentos (12 + 1).

Quadro 34 - Radiação refletida, média por árvore de Lima ácida 'Tahiti', em %, para os tratamentos (12 + 1), durante os períodos de estresse hídrico, aplicados em 2000 e 2001

	12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001	26/6 2001	18/7 2001	22/8 2001
SE PW 15%	5,587	5,180	3,846	3,967	4,189	4,148	4,244	4,271
SE PW 31%	5,622	4,926	3,752	3,743	3,737	3,944	4,183	4,106*
SE PW 46%	5,197	4,415	3,841	3,899	4,049	4,082	3,887	3,707*
EL PW 15%	5,234	5,237	3,724	3,732	3,886	4,072	3,777*	4,145*
EL PW 31%	5,616	5,207	3,657	4,367	3,907	3,748*	3,866	4,105*
EL PW 46%	5,985	5,324	3,922	3,791	3,893	3,836*	3,664*	3,944*
EM PW15%	5,194	5,141	3,492	4,792	3,907	4,419	3,923	4,464
EM PW31%	5,211	5,179	3,769	4,336	3,688	4,254	3,835	4,034*
EM PW46%	4,617	5,017	3,909	3,867	3,865	4,057	3,988	4,099*
ES PW 15%	5,754	5,419	4,076	4,300	3,966	4,303	4,708	4,022*
ES PW 31%	5,438	5,412	3,815	4,402	4,070	4,332	4,475	4,381
ES PW 46%	5,251	4,759	3,747	3,879	3,997	3,801*	4,284	4,033*
Testemunha	5,145	5,002	4,155	4,759	4,176	4,722	4,571	4,847
d'	1,371	1,146	1,125	1,105	0,668	0,829	0,775	0,668

PW é a porcentagem de área molhada; SE, sem estresse; EL, estresse leve; EM, estresse moderado; ES, estresse severo.

* - significativo ao nível de 5%, pelo teste de Dunnet. d' é o valor da estatística de Dunnet.

Observa-se, no Quadro 34, que ocorreram diferenças significativas, pelo teste de Dunnet, para as datas de 26 de junho, 18 de julho e 22 de agosto de 2001. Nestas datas, a testemunha foi o tratamento que apresentou a maior radiação refletida (à exceção apenas para 18 de julho em que o tratamento ES, que ainda não havia sido finalizado, foi o que apresentou maior valor de radiação refletida). Após o término do segundo período de estresse hídrico, observa-se, no dia 22/8/2001, que quase todos os tratamentos irrigados diferiram da testemunha, pelo teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade, o que reforça o resultado encontrado para a radiação interceptada de que a testemunha encontrava-se muito estressada sob o ponto de vista hídrico, nesta data.

A Figura 19 ilustra a radiação refletida para os dois períodos de estresse hídrico aplicado em 2000 e 2001, para os quatro tratamentos de estresse e para a testemunha.

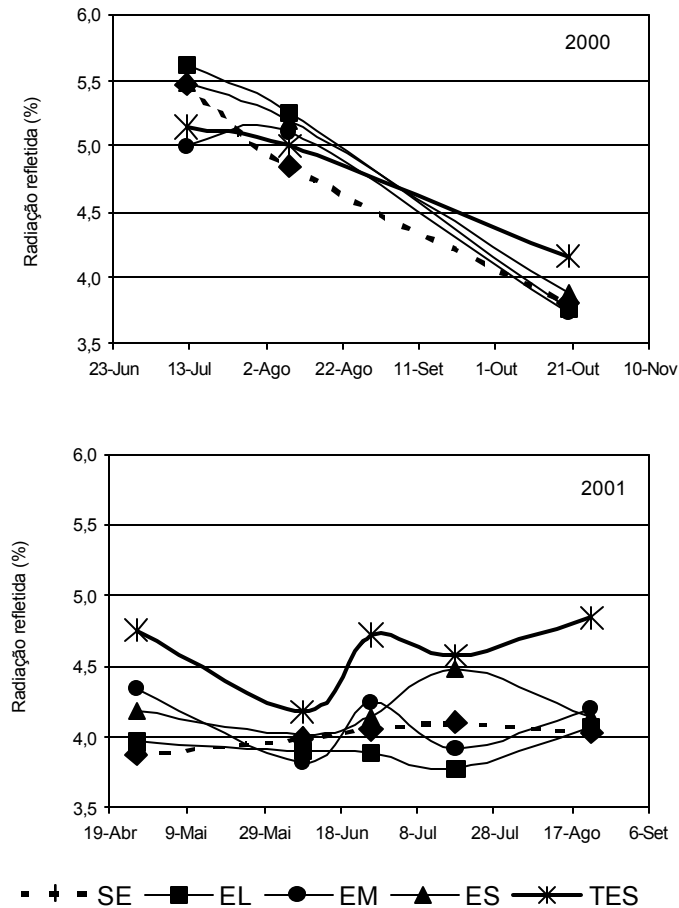


Figura 19- Radiação refletida pelas árvores de lima ácida 'Tahiti', em %, em 2000 e 2001.

Na Figura 19, observa-se que as árvores do tratamento não-irrigado apresentaram em quase todo o período em que as medições foram feitas, à exceção da medição feita em 12 de julho de 2000, a maior quantidade de radiação refletida. Entretanto, para o segundo período de estresse, aplicado em 2001, essa diferença foi mais pronunciada.

A radiação refletida é superior nas árvores em condições de estresse (hídrico, nutricional, ou térmico) porque as folhas das plantas estressadas entram em um estágio de murcha muito mais acentuado do que as não-estressadas, principalmente nos horários mais quentes do dia, gerando, com isso, uma diferença no IAF (índice de área foliar), entre as duas condições de umidade diferentes (com estresse, e sem estresse), com isso a radiação absorvida é menor para as plantas sob estresse hídrico e, conseqüentemente a radiação refletida é maior.

Conforme comentado, o conteúdo de água na folha afeta a concentração de clorofila e provoca desarranjo nas estruturas internas da folha. Segundo Bauer et al. (1980) e Ripple (1985), citados por MOREIRA (2001), a redução do conteúdo de clorofila das folhas propicia uma menor absorção de energia na região do visível, 400 a 700 nm, que é a faixa espectral de atuação do ceptômetro, e conseqüentemente diminui a absortância, e com isso a radiação interceptada, aumentando a reflectância nesta faixa espectral.

5 – RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliou-se, neste trabalho, a influência do manejo de água na distribuição temporal da produção da lima ácida 'Tahiti', e o efeito de três porcentagens de área molhada sobre a produção, no período de novembro de 2000 a novembro de 2001. O experimento foi conduzido em Visconde do Rio Branco – MG. Determinaram-se também os graus-dia necessários desde a antese até o ponto de colheita da lima ácida 'Tahiti', assim como as características comerciais dos frutos foram avaliadas.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, num delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro níveis de estresse hídrico diferentes: sem estresse, SE; estresse leve, EL; estresse moderado, EM; e, estresse severo, ES; que foram proporcionados por quatro períodos sem irrigação: 0, 7, 10 e 13 semanas; durante os meses de junho a agosto de 2000, e durante os meses de maio a julho de 2001; e de três porcentagens de área molhada: 15%, 31% e 46%, mais a testemunha, totalizando 13 (12 + 1) tratamentos.

O manejo da irrigação foi conduzido, utilizando-se o tanque Classe A e um pluviômetro instalados na estação experimental.

Durante os dois períodos de estresse hídrico, monitorou-se a umidade do solo, às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, a radiação interceptada, em baixo e a radiação refletida pelas árvores.

As características comerciais dos frutos avaliados foram: peso, diâmetro equatorial, comprimento, espessura da casca, porcentagem de suco e teor de sólidos solúveis.

Para a determinação dos graus-dia necessários desde a antese ao ponto de colheita, selecionaram-se flores nas 78 árvores do experimento. Os graus-dia foram determinados a partir da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura basal inferior, considerada 13°C.

Os resultados obtidos permitiram chegar as seguintes conclusões:

O acúmulo de graus-dia (GD), necessários desde a abertura da flor até a colheita, para a lima ácida 'Tahiti' irrigada, são 1493 GD, situando, assim, a lima ácida 'Tahiti' entre as variedades precoces, que requerem 1600 a 1800 GD. Os frutos, das árvores não-irrigadas necessitam de maior acúmulo de graus-dia para atingir o ponto de colheita (1585 GD).

Com o valor determinado de acúmulo de graus-dia necessários da antese até a colheita, foi possível estimar a data de abertura da flor, a partir da data de colheita, e a temperatura média mensal.

O estresse hídrico reduziu a produção das árvores, durante a sua aplicação e aumentou a produção nos meses subsequentes ao estresse.

A irrigação propiciou o aumento na produção da lima ácida 'Tahiti'.

A duração do estresse hídrico influenciou a época e a produtividade sazonal da lima ácida, porém não influenciou significativamente a produção total. A duração do estresse hídrico deslocou a época das maiores produções nos tratamentos de estresse.

O estresse térmico, ocorrido durante os meses do inverno, também influenciou a produção de frutos nos meses subsequentes.

A porcentagem de área molhada não afetou de forma significativa a produção das árvores de lima ácida 'Tahiti'.

O uso da irrigação afetou o peso médio dos frutos. Os tratamentos que sofreram menor estresse hídrico produziram frutos com maior peso médio.

A forma do fruto foi afetada pelos tratamentos, sendo que os frutos mais alongados foram obtidos no tratamento de maior produção, enquanto, os mais redondos no tratamento que apresentou uma das menores produções.

As árvores que não sofreram estresse hídrico interceptaram maior quantidade de radiação, e apresentaram uma tendência a refletir maior quantidade de radiação.

A radiação refletida foi superior nas árvores do tratamento não-irrigado.

Para novembro e dezembro de 2000, meses da entressafra, o tratamento EM foi o que maior produção proporcionou. Para os meses de outubro e novembro de 2001, o tratamento EL foi o que proporcionou maior produção.

Para a região da Zona da Mata para obtenção de uma produção mais intensa nos meses da entressafra deve-se, aplicar estresse hídrico com a duração de 7 a 10 semanas a partir do mês de abril ou maio, dependendo da precipitação ocorrida no período, a partir do mês de abril ou maio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 99 – Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP / M&S, 1999. p.250-286.
- AGRIANUAL 2001 – Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP / M&S, 2001. p.295-301.
- ALVARENGA, L.R., NOGUEIRA, D.J.P. Primeira tentativa de zoneamento climático para citros em Minas Gerais. *Citricultura em Minas Gerais. EPAMIG*. Campinas: [s.n.], 1978. p.38-41. (Palestra apresentada no Curso de Citricultura Brasileira em Campinas).
- AVILÁN, L., VERLARDE, C., MENESES, L. Distribucion del sistema radicular de los patrones de citricos naranjo agrio (*C. aurantium* L.) Cleopatra (*C. reshni* Hort, ex Tan) y Volkameriana (*C. volkameirana* Pasq.). **Agronomia Tropical**. v.36, n 4-6, p. 97-113, 1986.
- AMARAL, J.D. **Os Citrinos**. Lisboa. Livraria Clássica Editora. 3ª ed., 1982. 781p.
- BENASHER, J., SAMMIS, T.W. Radiation and energy balance of a trickle-irrigated lemon grove. **Agronomy Journal**, v.70, p.568-72, 1978.
- BERNARDO, S., **Manual de Irrigação**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa universitária., 1995. 657p.
- BERGONCI, J.I., BERGAMASCHI, H., DILLENBURG, L.R., SANTOS, A.O. Diferença de temperatura dossel-ar como um indicador de déficit hídrico em milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.5-11, 1999.
- BERGONCI, J.I., BERGAMASCHI, H., ROSA, L.M.G., SANTOS, A.O. Condutância foliar como um indicador de déficit hídrico em milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.43-48, 2000.
- BIELORAI, H. The effect of parcial wetting on the root zone on yield and water use efficiency in a drip- and splinkler-irrigated mature grapefruit grove. **Irrigation Science**, v.3, n.2, p.89-100, 1982.
- BIELORAI, H. Moisture, salinity and root distribution of drip irrigated grapefruit. Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, California, USA. v.2, p. 562-567, 1985.
- BOYER, J.S. Matric potential of leaves. **Plant physiology**, v.42, p.213-217, 1967.
- CAETANO, A.A., FIGUEIREDO, J.O., FRANCO, J.F. Uso de ethephon e óleo mineral para alterar a época de produção do limão ‘Tahiti’. In: CONGRESSO BRASILEIRO

- DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v.2, p.723-731.
- CASTEL, J.R. Response of young clementine citrus trees to drip irrigation. I. Irrigation amount and number of drippers. **Journal of Horticultural Science**, v.3, n.69, p.481-489, 1994.
- CASTRO, P.R.C. Comportamento dos citros sob déficit hídrico. **Laranja**, Cordeirópolis, v.2, n.15, p.123-138, 1994.
- CEULEMANS, R., IMPENS, I., LAKER, M. C., VAN ASSCHE, F. M. G. MOTTRAM.. Net CO₂ exchange rate as a sensitive indicator of plant water status in corn (*Zea mays* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.597-606, 1988.
- CLAWSON K. L., BLAD, L. B. Infrared thermometry for scheduling of corn. **Agronomy Journal**, v.74, p.311-316, 1982.
- COELHO, Y.S. **Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da produção.** Brasília: EMBRAPA – SPI, 1993. 35p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 1).
- COHEN, S., FUCH, M., MORESHET, S., COHEN, Y., The distribution of leaf area, radiation, photosynthesis and transpiration in a shamouti orange hedgerow orchard. Part II. Photosynthesis, transpiration, and the effect of row shape and direction. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.40, p.145-162, 1987.
- COHEN, S., MORESHET, S., GUILLOU, L.L., SIMON, J.C., COHEN, M. Response of Citrus trees to modified radiation regime in semi-arid conditions. **Journal of Experimental Botany**, v.48, n.3, p.35-44, 1997.
- COLLINO, D.J., DARDANELLI, J.L., SERENO, R., RACCA, R.W. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Light interception, radiation use efficiency and partitioning of assimilates. **Field Crop Research**, v.70, n.3, p.177-184, 2001.
- COSTA, L. C., MORISON, J., DENNETT, M. Effects of water stress on photosynthesis, respiration and growth of faba bean (*Vicia Faba L.*) growing under field conditions. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.9-16, 1997.
- DAVIES, W.J. Stomatal response to water stress and light in plants grown in controlled environments and in the field. **Crop Science**, v.17, p.735-740, 1977.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop water requirement.** Rome: FAO, 1977. 144p. (Irrigation and drainage, 24).
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Yield response to water.** Rome: FAO, 1979. 306p. (Irrigation and drainage, 33).
- DONADIO, L.C., FIGUEIREDO, J.O., PIO, R.M. **Variedades cítricas brasileiras.** Jaboticabal: FUNEP, 1995. 228p.
- FIGUEIREDO, J.O. Variedades-copa de valor comercial. In: RODRIGUES, O., VIEIRA, F.C.P. **Citricultura brasileira.** Campinas, Fundação Cargil, v.1, p.243-280, 1980.
- FRANÇA, S., BERGAMASCHI, H., ROSA, L.M.G. Modelagem do crescimento de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-

- dia, com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.59-66, 1999.
- GARCIA, A., ANDRE, R.G.B., FERREIRA, M.I., PAÇO, T., Comparação de modelos para avaliação do estresse hídrico em cultura de nectarinas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria – RS. v.8, n.1, p. 43-48, 2000.
- GARROT, Jr.,D.J., OTTMAN, M.J., FANGMEIER, D.D., HUSMAN, S.H. Quantifying wheat water stress with the crop water stress index to schedule irrigations. **Agronomy Journal**, v.86, p.195-199, 1994.
- GAYET, J.P., BLEINROTH, E.W., MATALLO, M.,GARCIA, E.E.C., GARCIA, A.E., ARDITO, E.F.G., BORDIN, M.R., **Lima ácida ‘Tahiti’ para a exportação: Procedimentos de colheita e Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 36p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 12).
- GLENN, D.M., WORTHINGTON, J.W., WELKER, W.V., McFARLAND, M.J., Estimation of peach tree water use using infrared thermometry. **Journal American Horticultural Science**, v.114, n.5, p.737-741, 1989.
- HALL, A.E., KHAIRI, M.M.A., ASBELL, C.W. Air and soil temperature effects on flowering of citrus. **Journal American Horticultural Science**, v.3, n.102, p.261-263, 1977.
- HATTENDORF, M.J., EVANS, D.W., PEADEN, R.N. Canopy temperature and Stomatal Conductance of water-stressed dormant and nondormant alfafa types. **Agronomy Journal**, v.82, p.873-877, 1990.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D., PINTER, Jr., P.J., REGINATO, R.J., HATFIELD, J.L. Normalizing the stress-degree-day parameter for envirolmental variability. **Agricultural Meteorology**, v.21, p.45-55, 1981.
- IDSO, S.B., CLAWSON, K.L. Foliage temperature: Effects of environmental factor with implications for plant water stress assessment and the CO² / climate connection. **Water Resources Research**, v.22, n.12, p.1702-1716, 1986.
- JAHN, O.L. Penetration of photosynthetically active radiation as a measurement of canopy density of citrus tress. **Journal American Horticultural Science**, v.4, n.104, p.557-560, 1979.
- KHERA, K.L., SANDHU, B.S. Canopy temperature of sugarcane as influenced by irrigation regime. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.37, p.245-258, 1986.
- KOLLER, O.C., **Citricultura: laranja, limão, tangerina**. Editora Rígel LTDA, Porto Alegre, RS. 1994, 446p.
- KRIEDEMANN, P.E. Some photosynthesis characteristics of citrus leaves. **Australian Jounal Biology Science**, v.21, p.895-905, 1968.
- KELLER, J., BLIESNER, R.D. **Sprinker and trickle irrigation**. An avi Book, New York, 1990, 652p.
- LIMA, J.E.O., Florescimento e Frutificação em Citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.2, n.10, p.523-530, 1989.

- MARCONDES, P.T.S., COELHO, Y.S., Manejo da florada da Lima ácida 'Tahiti' com reguladores de crescimento e desbaste manual. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 42º REUNIÃO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA TROPICAL, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MIRTÁCEAS, 1996, Curitiba-PB. **Anais...**Curitiba: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1996. v.1, p.139.
- MARSH, A.W., Irrigation. In: REUTHER, W. **The Citrus industry**. Riverside, University of California, v.3, cap.8. 1973, p.230-279.
- MARSH, A.W., 1976. Drip irrigation: problems to be solved. **Citrograph**, v.61, n.9, p.323-335, 1976.
- MONTENEGRO, H.W.S., Clima e solo. In: RODRIGUES, O., VIEIRA, F.C.P. **Citricultura brasileira**. Campinas, Fundação Cargil, 1980, v.1, p.227-239.
- MOREIRA, M.A. ., **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP. 2001. 250p.
- NETO, M. S. A ., GOMIDE, R. L., SEDIYAMA, G. C., BRITO, A . L., MAGALHÃES, P. C., BORGES , JR., J. C. F. Índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p.49-53. 1996.
- NOGUEIRA, J.P. O Clima na citricultura. **Informe Agropecuário**, v.5, n. 52, p.5-15, 1979.
- OLUFAYO, A ., BALDY, C., RUELLE, P. Sorghum yield, water use and canopy temperature under different level of irrigation. **Agricultural Water Manegement**, v.30, n.1, p.77-90, 1996.
- OMETO, J.C., **Bioclimatologia Vegetal**. Editora Ceres, São Paulo, SP. 1981, 400p.
- PAULINO, S.E. P., VOLPE, C.A. Relação entre produção de laranja 'Pêra' e algumas variáveis meteorológicas. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA e III REUNIÃO LATINO AMERICANA DE AGROMETEROLOGIA, 2, 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2001. p. 689-690.
- PEDRO, Jr.,M.J. Modelos Agrometeorológicos para a simulação de curva de maturação em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.12, n.1, p.225-234, 1991.
- PEDRO, Jr.,M.J., SENTELHAS, P.C., POMMER, C.V. , PICARELLI, F. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a Videira 'Niagara rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.2, p.51-56, 1994.
- PEDRO, Jr.,M.J., POMMER, C.V. , PICARELLI, F. Curvas de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis para a videira 'Niagara rosada' com base em dados meteorológicos. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.2, p. 317-321, 1997.
- PESAGRO, RIO - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Ganho expressivo com limão fora de época. 24/05/1999 (<http://www.pesagro.com/pes4.htm#aplicada>).
- PINTER, P.J., REGINATO, R.J.A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigations. **TRANSACTIONS of the ASAE**, St. Joseph, v.25, p.1651-1655, 1982.

- PIRES, R.C.M., Manejo da água na irrigação dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, n.1, p.237-260, 1992.
- PLATT, R. G., Planning and planting the orchards. In: REUTHER, W. **The Citrus industry**. Riverside, University of California, v. 3, cap.2,1973. p.48-81.
- PRELA, A., RIBEIRO, A.M.A. Soma de graus-dia para o sub-período semeadura-maturação do amendoimzeiro. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.321-324, 2000.
- RAMOS, M.M., SALLES, E.S., COUTO, L., BERNARDO, S. Efeito da vazão e do volume de água aplicados por um emissor pontual em latossolo vermelho-escuro álico, nas dimensões do bulbo molhado. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - Série Irrigação e Drenagem, v.1, n.7, 16p, 1992.
- REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. **The Citrus industry**. Riverside, University of California, v.3, cap. 9, 1973. p.280-337.
- ROSENBERG, N.J., BLAD, B.L., VERMA, S.B. **Microclimate The Biological Environment**. Uma publicação da Wiley-Interscience, Estados Unidos. 1983, 495p.
- ROTH, R.L., SANCHEZ, C.A ., GARDNER, B.R. Valencias under pressurized irrigation. **Citrograph**, v.80, n.12, p.7-18, 1995.
- SANCHEZ, C.D., BLONDEL, L., CASSIN, J. Influence du climat sur la qualité des clémentines de Corse. **Fruits**, v.33, n.12, p.811-814, 1978.
- SANCHEZ B, M.J., TORRECILLAS, A., DEL AMOR, F., LEON, A., SNCHEZ TORIBIO, M.I. Efectos del riego en aspectos de la biología floral del Limonero *Verna*. *Fruticultura Profesional*, n.22, p.30-33, 1989.
- SEPASKHAH, A . R., KASHEFIPOUR, S. M. Evapotranspiration and crop coefficient of sweet lime under drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.27, p.331-340, 1995.
- SILVA, B.B., RAO, T.V.R., AZEVEDO, P.V. SOUZA, C.B. Quantificação de estresse hídrico em algodoeiro herbáceo com termometria infravermelha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.3, p.45-41, 1995.
- SILVA, G.B., AZEVEDO, P.V. Potencial edafoclimático da “Chapada Diamantina” no Estado da Bahia para o cultivo de Citrus. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.133-139, 2000.
- SOUTHWICK, S.M., DAVENPORT, T.L. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. **Plant Physiology**, v.81, p.26-29, 1986.
- SOUTHWICK, S.M., DAVENPORT, T.L. Modification of the water stress-induced floral response in ‘Tahiti’ Lime. **Journal American Horticultural Science**, v.2, n.112, p.231-236, 1987.
- SYVERTSEN, J.P. Light acclimation in citrus leaves. II. Co₂ assimilation and light, water, and nitrogen use efficiency. **Journal American Horticultural Science**, v.6, n.109, p.812-817, 1984.

- SYVERTSEN, J.P., LLOYD, J.J. Citrus. In: SCHAFFER, B., ANDERSEN, P.C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops, Volume II Sub-tropical and tropical crops.** CRC Press, 1994, v.2, p.65-99.
- SZEICZ, G. Solar radiation in crop canopies. **Journal Applied Ecology**, v.11, p.1117-1156, 1974.
- VERMEIREN, L., JOBLING, G.A. Irrigação Localizada. Roma: FAO, 1980. 184p. (Irrigação e Drenagem, 36).
- VIEIRA, D. B. Controle da irrigação em citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v.1, n.5, p. 299-312. 1984.
- VIEIRA, D.B. Fertirrigação e manejo de irrigação em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.2, n.9, p.369-376, 1988a.
- VIEIRA, D.B. Produtividade e irrigação. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA. PRODUTIVIDADE DOS CITROS, 3, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1988b. p.185-193.
- VOLPE, C.A ., SCHÖFFEL, E.R., BARBOSA, J.C. Influência de algumas variáveis meteorológicas sobre a qualidade dos frutos das laranjeiras 'Valencia' e 'Natal'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.85-94, 2000.
- ZEKRI, M., PARSONS, L.R. Grapefruit Leaf and Fruit Growth in Response to Drip, Microsprinkler, and Overhead Sprinkler Irrigation. **Journal American Society Horticultural Science**, v.1, n.114, p.25-29, 1989.
- WILCOX, D.A., DAVIES, F.S., BUCHANAN, D.W. Root temperature, water relation, and cold hardiness in two citrus rootstocks. **Journal American Society Horticultural Science**. v.2, n.108. p.318-321, 1983.

Quadro A1 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados das características físico químicas da lima ácida 'Tahiti', utilizados para a determinação dos graus-dia.

Quadrado Médio											
F.V	GL	Graus-Dia	Número de Dias	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	Razão C / D	Espessura de Casca (cm)	TSS (°Brix)	Teor de Suco (%)	Acidez Titulável %vol	Peso Médio de Frutos (gramas)
BLOCO	2	6796,5803	116,8402	0,1650	0,4834	0,0070	0,0010	0,0368	1,9017	2,901	203,5220
Pw	2	2427,2509 ^{n.s}	3,3402 ^{n.s}	0,0702 ^{n.s}	0,1481 ^{n.s}	0,0040 ^{n.s}	0,0015 ^{n.s}	0,2943 ^{n.s}	20,5561 ^{n.s}	1,1528 ^{n.s}	121,0235 ^{n.s}
R(A)	4	944,8317	3,5277	0,0284	0,0426	0,0012	0,0007	0,1205	15,5878	0,2888	33,9457
E	3	1836,0742 ^{n.s}	3,1365 ^{n.s}	0,0219 ^{n.s}	0,0669 ^{n.s}	0,0042 ^{n.s}	0,0008 ^{n.s}	0,2958 ^{n.s}	21,3493 ^{n.s}	1,2799 ^{**}	53,1287 ^{n.s}
E x Pw	6	3121,5273 ^{**}	15,6365 ^{n.s}	0,0940 ^{n.s}	0,1482 ^{n.s}	0,0040 ^{n.s}	0,0003 ^{n.s}	0,1387 ^{n.s}	18,2535 ^{n.s}	0,2385 ^{n.s}	103,0425 ^{n.s}
R(B)	18	763,8869	11,4837	0,0594	0,0841	0,0029	0,0008	0,1681	7,5457	0,2412	46,0147
CV(%) P		2,06	1,35	3,28	3,59	3,17	8,44	4,59	7,99	9,76	7,50
CV(%) E		1,85	2,44	4,74	5,05	4,80	8,78	5,42	5,56	8,92	8,73

C, comprimento; D, diâmetro.

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F

E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), resíduo A; R(B), resíduo B; CV, coeficiente de variação, TSS, teor de sólidos solúveis.

Quadro A2 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados de produção, em kg, de lima ácida 'Tahiti'

		Quadrado Médio							
F.V	GL	Nov / 2000	Dez / 2000	Jan / 2001	Fev / 2001	Mar / 2001	Abr / 2001	Mai / 2001	
BLOCO	2	4,6395	111,6295	4,2727	77,7714	4,4918	31,9751	15,4407	
Pw	2	0,0468 ^{n.s}	0,4917 ^s	31,9733 ^{n.s}	41,3328 ^{n.s}	2,5504 ^{n.s}	13,9569 ^{n.s}	0,7436 ^{n.s}	
R(A)	4	5,4939	5,8566	30,0715	12,6056	9,5499	12,1269	7,6361	
E	3	43,3757 ^{**}	16,7103 [*]	36,0090 ^{n.s}	26,0039 ^{n.s}	1,5870 ^{n.s}	2,1132 ^{n.s}	1,3825 ^{n.s}	
E x Pw	6	2,3192 ^{n.s}	2,5342 ^{n.s}	28,3877 ^{n.s}	3,4648 ^{n.s}	7,1620 ^{n.s}	17,6655 ^{n.s}	2,8954 ^{n.s}	
R(B)	18	3,7898	4,5333	24,9247	9,5627	6,915	18,6339	4,5697	
CV(%) P		69,29	52,95	50,66	66,92	44,79	36,64	64,64	
CV(%) E		57,55	46,59	46,12	58,28	38,30	45,42	50,01	

		Quadrado Médio							
F.V	GL	Jun / 2001	Jul / 2001	Ago / 2001	Set / 2001	Out/2001	Nov/2001	Total	
Bloco	2	92,8649	12,8745	78,3572	3,1207	6,1224	98,5976	1480,0320	
Pw	2	61,5872 ^{n.s}	1,2451 ^{n.s}	4,1193 ^{n.s}	1,1402 ^{n.s}	6,3686 ^{n.s}	68,5585 ^{n.s}	923,4758 ^{n.s}	
Res (A)	4	23,5786	8,2327	36,5240	3,2894	2,0880	36,2309	164,9944	
E	3	53,8835 [*]	62,7926 ^{**}	38,4369 [*]	10,2020 ^{**}	9,7105 ^{**}	133,1142 ^{**}	897,6415 ^{n.s}	
E x Pw	6	14,6597 ^{n.s}	10,4784 ^{n.s}	17,1499 ^{n.s}	1,9158 ^{n.s}	1,4886 ^{n.s}	22,2008 ^{n.s}	156,6138 ^{n.s}	
Res (B)	18	11,1688	4,0428	8,7547	0,7385	1,8787	24,9941	393,9072	
CV(%) P		45,05	47,18	80,01	52,74	70,56	68,39	15,39	
CV(%) E		31,01	33,06	39,17	24,99	66,93	56,80	23,78	

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F
E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), residuo A; R(B), residuo B; CV, coeficiente de variação.

Quadro A3 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados de produção, em número de frutos de lima ácida 'Tahiti'

Quadrado Médio								
F.V	GL	Nov / 2000	Dez / 2000	Jan / 2001	Fev / 2001	Mar / 2001	Abr / 2001	Mai / 2001
BLOCO	2	765,0278	23864,53	1717,632	11079,34	638,5833	4290,632	2025,250
Pw	2	11,4653 ^{n.s}	355,2569 ^{n.s}	6568,382 ^{n.s}	8341,444 *	554,3125 ^{n.s}	2317,340 ^{n.s}	234,1875 ^{n.s}
R(A)	4	824,2465	774,3819	4704,340	1953,049	2268,177	2079,444	1039,062
E	3	7038,528 **	2854,870 *	5627,241 ^{n.s}	4435,025 ^{n.s}	178,0625 ^{n.s}	465,8588 ^{n.s}	107,8958 ^{n.s}
E x Pw	6	300,3819 ^{n.s}	466,0440 ^{n.s}	4851,567 ^{n.s}	730,0741 ^{n.s}	1307,118 ^{n.s}	2684,442 ^{n.s}	389,4097 ^{n.s}
R(B)	18	562,4792	849,8750	4803,604	1528,127	1114,155	2853,053	602,6620
CV(%) P		67,60	41,71	46,99	62,62	49,59	36,67	60,77
CV(%) E		55,84	43,69	47,49	55,39	34,755	42,96	46,28

Quadrado Médio								
F.V	GL	Jun / 2001	Jul / 2001	Ago / 2001	Set / 2001	Out / 2001	Nov / 2001	Total
Bloco	2	13714,5923	6268,2708	13785,8125	572,3125	1149,3958	18468,1736	251453,5646
Pw	2	10411,003 ^{n.s}	453,2500 ^{n.s}	559,1458 ^{n.s}	375,8958 ^{n.s}	998,6875 ^{n.s}	12478,3611 ^{n.s}	179889,1955 ^{n.s}
Res (A)	4	3359,6125	2228,8958	6740,4896	856,5521	272,8958	6434,1006	43540,1156
E	3	8115,889 **	12056,025**	7637,5255*	2564,747 **	1934,6180 *	23776,3333 **	161256,8029 ^{n.s}
E x Pw	6	2032,6269 ^{n.s}	1877,9907 ^{n.s}	4575,0810 ^{n.s}	486,3310 ^{n.s}	344,6597 ^{n.s}	3524,7222 ^{n.s}	21083,4571 ^{n.s}
Res (B)	18	1827,4374	1069,3356	1926,7639	173,9630	402,9236	4662,1898	58834,6699
CV(%) P		42,48	54,19	72,90	58,3879	59,62	66,97	18,42
CV(%) E		31,33	37,53	38,97	26,3132	72,44	57,01	21,41

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F
E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), residuo A; R(B), residuo B; CV, coeficiente de variação.

Quadro A4 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados de peso médio de frutos

F.V	GL	Quadrado Médio						
		Nov / 2000	Dez / 2000	Jan / 2001	Fev / 2001	Mar / 2001	Abr / 2001	Mai / 2001
BLOCO	2	5,7140	58,9135	31,2152	211,0416	15,6157	18,3816	31,8784
Pw	2	5,6087 ^{n.s}	20,8158 ^{n.s}	9,0665 ^{n.s}	43,5613 ^{n.s}	10,0966 ^{n.s}	2,2946 ^{n.s}	20,3018 ^{n.s}
R(A)	4	68,9475	24,9712	29,8111	65,8565	67,5701	22,2407	7,1694
E	3	130,8477*	33,8423 ^{n.s}	12,6876 ^{n.s}	157,2604 **	17,6908 ^{n.s}	7,4478 ^{n.s}	24,9909 ^{n.s}
E x Pw	6	33,9064 ^{n.s}	16,8471 ^{n.s}	19,5999 ^{n.s}	30,4205 ^{n.s}	4,7800 ^{n.s}	30,2760 ^{n.s}	24,2209 ^{n.s}
R(B)	18	26,6641	17,7718	20,3960	28,8690	24,94929	18,2533	22,5913
CV(%) P		10,47	7,29	7,34	10,91	11,47	6,21	3,35
CV(%) E		6,51	6,16	6,07	7,22	6,97	5,62	5,94

F.V	GL	Quadrado Médio						
		Jun / 2001	Jul / 2001	Ago / 2001	Set / 2001	Out / 2001	Nov / 2001	Total
Bloco	2	54,8071	604,5352	170,8428	26,4653	32,8600	1,8526	10,8311
Pw	2	47,4740 ^{n.s}	48,7834 ^{n.s}	57,0496 ^{n.s}	78,6332 ^{n.s}	181,265935 ^{n.s}	2,1652 ^{n.s}	5,4783 ^{n.s}
Res (A)	4	60,0682	92,8736	109,3789	82,8962	107,4377	28,9882	15,8971
E	3	6,2530 ^{n.s}	81,0406 ^{n.s}	46,7270 ^{n.s}	92,9103 ^{n.s}	410,0909 **	25,1979 *	9,6766 ^{n.s}
E x Pw	6	74,5657 ^{n.s}	31,4774 ^{n.s}	34,9966 ^{n.s}	21,7446 ^{n.s}	26,3846 ^{n.s}	19,4656 ^{n.s}	13,1636 ^{n.s}
Res (B)	18	42,1411	45,5992	26,3537	63,4691	75,9971	7,2283	12,4873
CV(%) P		9,83	13,55	15,78	12,9305	13,33	7,41	5,40
CV(%) E		8,23	9,49	7,75	11,3143	11,22	3,70	4,79

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F
E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), resíduo A; R(B), resíduo B; CV, coeficiente de variação.

Quadro A5 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados de características físico químicas de lima ácida 'Tahiti'

F.V	GL	Quadrado Médio						
		Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	Razão C / D	Espessura de Casca (cm)	TSS (° Brix)	Teor de suco (%)	Peso médio de frutos (gramas)
BLOCO	2	0,3120E-01	0,1077E-01 ^{n.s}	0,4241E-03	0,1929E-02	0,3344E-01	1,3467	51,8706
Pw	2	0,1914E-02 ^{n.s}	0,7259E-03 ^{n.s}	0,2132E-03 ^{n.s}	0,2892E-03 ^{n.s}	0,1808 *	24,6182 ^{n.s}	4,8579 ^{n.s}
R(A)	4	0,5876E-02	0,1357E-01	0,1691E-03	0,2667E-03	0,4262E-01	13,9180	4,9048
E	3	0,4012E-01 ^{n.s}	0,7437E-01 ^{n.s}	0,2102E-02 *	0,6580E-03 *	0,2806E-01 ^{n.s}	7,3082 ^{n.s}	92,1664 *
E x Pw	6	0,1470 ^{n.s}	0,3852E-01 ^{n.s}	0,5515 ^{n.s}	0,4110E-03 ^{n.s}	0,2847E-01 ^{n.s}	7,6552 ^{n.s}	37,5363 ^{n.s}
R(B)	18	0,1369E-01	0,2718E-01	0,4542E-03 ^{n.s}	0,1736E-03	0,4849E-01	10,7251	28,9940
CV(%) P		2,95	1,96	1,14	5,05	2,79	8,43	2,72
CV(%) E		2,25	2,78	1,86	4,07	2,97	7,40	6,62

C, comprimento; D, diâmetro.

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F

E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), resíduo A; R(B), resíduo B; CV, coeficiente de variação, TSS, teor de sólidos solúveis.

Quadro A6 - Fontes de variação, quadrado médio e coeficientes de variação obtidos a partir dos dados de radiação interceptada pelas árvores de lima ácida 'Tahiti', durante os períodos de estresse hídrico, aplicados em 2000 e 2001

F.V	GL	Quadrado Médio				
		12/7 2000	8/8 2000	20/10 2000	26/4 2001	8/6 2001
BLOCO	2	0,001181	0,001890	0,001499	0,000813	0,000291
Pw	2	0,000357 ^{n.s}	0,000010 ^{n.s}	0,000341 ^{n.s}	0,002201 ^{n.s}	0,000385 ^{n.s}
R(A)	4	0,000308	0,000463	0,000226	0,000422	0,000490
E	3	0,003175**	0,003894*	0,002635 ^{n.s}	0,000470 ^{n.s}	0,000116 ^{n.s}
E x Pw	6	0,000522 ^{n.s}	0,001293 ^{n.s}	0,002638*	0,000531 ^{n.s}	0,000129 ^{n.s}
R(B)	18	0,000429	0,001060	0,000909	0,000624	0,000276
CV(%) P		1,92	2,28	1,60	2,14	2,29
CV(%) E		2,26	3,46	3,20	2,60	1,72

n.s – não significativo; * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, pelo teste F
E, níveis de estresse; Pw, porcentagem de área molhada; R(A), resíduo A; R(B), resíduo B; CV, coeficiente de variação.