


DENY SANÁBIO**TÉCNICA ALTERNATIVA PARA REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO
DURANTE A FASE INICIAL DE CRESCIMENTO DE PORTA-
ENXERTOS CÍTRICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de 'Mestre'.

Orientador

Prof. Dr. JOSÉ DARLAN RAMOS

LAVRAS
AS GERÁIS - BRASIL



FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Sanábio, Deny.

Técnica alternativa para reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento de porta-enxertos cítricos / Deny Sanábio. --Lavras : UFLA, 1996.

57 p. : il.

Orientador: José Darlan Ramos.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Citrus - Porta-enxerto. 2. Crescimento. 3. Muda - Produção. 4. Irrigação. 5. Enxertia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.387

DENY SANÁBIO

**TÉCNICA ALTERNATIVA PARA REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO
DURANTE A FASE INICIAL DE CRESCIMENTO DE PORTA-
ENXERTOS CÍTRICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

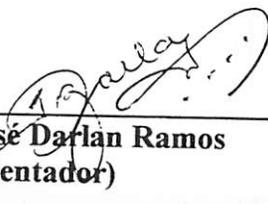
APROVADA em 16 de agosto de 1996



Prof. Dr. Moacir Pasqual



Prof. Eduardo Bearzoti



Prof. Dr. José Darlan Ramos
(Orientador)

DEDIÇÃO

Aos meus pais: Nelyza Sanábio (in memoriam) e Tereza Solar Sanábio

que com seu carinho e amor sempre estiveram ao meu lado, me

apoiando e incentivando em todos os momentos de minha vida.

Às minhas tias: Carmem e Nelyza Sanábio

À minha avó: Mariana Campos Solar

Aos meus irmãos: José Geraldo, Rita de Cássia e Ronaldo Tadeu

a certeza de minha sincera e eterna gratidão.

À minha esposa: Sandra

pela paciência, apoio, compreensão, ajuda, carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo aquilo que somos capazes.

A Universidade Federal de Lavras-UFLA, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento e Pesquisa do Ensino Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudo durante a realização do curso.

Ao Professor José Darlan Ramos, pela paciência na transmissão dos ensinamentos, confiança, orientação, apoio, amizade e pelas sábias sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Professor Moacir Pasqual pela co-orientação, apoio, amizade, pelas críticas e sugestões.

Ao Professor Eduardo Bearzoti pela amizade, apoio e valiosas sugestões nas análises estatísticas.

A aluna de graduação Marinêz pela ajuda na realização do trabalho, amizade e agradável convívio.

Aos colegas e amigos: Arnaldo, Cleber e Lillian, Carlos e Ana Paula, Paulo e Fátima, Valtemir, Adenilson, Fernando, Marcelo Vichiato, Marcelo Bocardo, Quintela, Tânia, Sílvio, Luis Eduardo, Alexandre, Carla, Élberis, Gladyston, Maria Elvira e demais colegas, pela amizade e agradável convívio.

Aos amigos André e Júlia pela amizade nesta etapa e pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus amigos, colegas e conterrâneos Leonardo N. Rosse, Edmilson J. Franco pela amizade e apoio em mais esta fase de minha vida.

Aos meus pais Nylzo Sanábio (in memórian) e Tereza Solar Sanábio, tias Nylza, Carmem, Magda, avó Naninha, tios Nilson e Cleusa, irmãos: José Geraldo, Rita e Tadeu. A todos os meus sobrinhos pelo carinho, paciência e incentivo durante todas as etapas deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura pela colaboração.

Aos funcionários da Biblioteca Central pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

Aos cunhados Luiz e Fátima Amaral pela revisão do texto.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de algum modo para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Deny Sanábio, filho de Nylzo Sanábio (in memorian) e Tereza Solar Sanábio, natural de Ribeirão Vermelho, Minas Gerais.

Diplomou-se em Engenharia Agrônômica em Dezembro de 1992, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) transformada em Universidade Federal de Lavras (UFLA), em 15/12/94.

Em 1993 exerceu atividade de extensão e assistência técnica na Prefeitura Municipal de Ribeirão Vermelho e EMATER, com as culturas milho, feijão, café, leite e também na área de urbanização de ruas e praças.

Em março de 1994 iniciou o curso de mestrado em Agronomia/Fitotecnia na UFLA - MG.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Importância da citricultura.....	4
2.2. Porta-enxertos.....	5
2.3. Importância da água no desenvolvimento de plantas.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Substrato utilizado	18
3.2 Material genético vegetal	21
3.3 Delineamento experimental e características avaliadas	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Altura da planta	26
4.2 Diâmetro do coleto	30
4.3 Produção de matéria seca da parte aérea	32
4.4 Produção de matéria seca da raiz	36
4.5 Eficiência do uso da água	38
4.6. Considerações finais.....	42
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE	52

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características químicas do solo utilizado no experimento, antes de receber adubação e calagem. UFLA, Lavras, MS, 1995	19
2	Dados de retenção de umidade no solo, utilizado no experimento, expresso em base de peso seco. UFLA, Lavras, MG, 1996	19
3	Características químicas do solo utilizado no experimento, após receber calagem e adubação. UFLA, Lavras, MG, 1996	20
4	Resumo da análise de variância para as seguintes características: altura da planta, diâmetro do coleto, produção da matéria seca da parte aérea (PMSPA), produção da matéria seca da raiz (PMSR). UFLA, Lavras, MG. 1996	25
5	Eficiência do uso da água (E.U.A.) do limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (<i>Citrus sunki</i> Tanaka) e 'Cleópatra' (<i>Citrus reshni</i> Hort. ex. Tan.), submetidos a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996	39
6	Médias obtidas para as características altura da planta, diâmetro do coleto, produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e produção de matéria seca da raiz (PMSR). UFLA, Lavras, MG, 1996.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curva característica de retenção de umidade no solo. UFLA, Lavras, MG, 1996	20
2	Altura das plantas do limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (<i>Citrus sunki</i> Tanaka) e 'Cleópatra' (<i>Citrus reshni</i> Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 1996	27
3	Diâmetro das plantas do limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (<i>Citrus sunki</i> Tanaka) e 'Cleópatra' (<i>Citrus reshni</i> Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 1996	31
4	Matéria seca da parte aérea (PMSPA) das plantas do limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (<i>Citrus sunki</i> Tanaka) e 'Cleópatra' (<i>Citrus reshni</i> Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 1996	34
5	Matéria seca da raiz (PMSR) das plantas do limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (<i>Citrus sunki</i> Tanaka) e 'Cleópatra' (<i>Citrus reshni</i> Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 1996	37
6	Eficiência do uso da água em relação à PMSPA, submetidas a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.....	40
7	Eficiência do uso da água em relação à PMSR, submetidas a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

- SLCC** ⇒ Suco de Laranja Concentrado Congelado;
- W/m^2** ⇒ Calor latente transferido para o ar atmosférico por unidade de área (evapotranspiração);
- mm/dia** ⇒ Lâmina de água por unidade de tempo;
- ψ** ⇒ Potencial
- ψ_p** ⇒ Potencial de parede;
- ψ_f** ⇒ Potencial de folha;
- O_2** ⇒ Oxigênio;
- CO_2** ⇒ Dióxido de carbono;
- MPa** ⇒ Megapascal;
- PMSPA** ⇒ Produção de Matéria Seca da Parte Aérea;
- PMSR** ⇒ Produção de Matéria Seca da Raíz;
- E.U.A.** ⇒ Eficiência do Uso da Água;
- mm** ⇒ milímetro;
- mg** ⇒ miligrama;
- $f(W/m^2)$** ⇒ função do calor latente transferido para o ar atmosférico por unidade de área (evapotranspiração);
- $f(Et)$** ⇒ função da evapotranspiração;
- mgMS/g água** ⇒ miligrama de matéria seca por grama de água;
- A** ⇒ Área
- D** ⇒ Diâmetro;
- cm** ⇒ centímetro;
- cm^3** ⇒ centímetro cúbico;
- cm^2** ⇒ centímetro quadrado;
- m^2** ⇒ metro quadrado;
- sen 60°** ⇒ seno de 60° ;
- l/h** ⇒ litro por hora;
- l/m^2** ⇒ litro por metro quadrado;
- h** ⇒ hora;

RESUMO

SANÁBIO, Deny. **Técnica alternativa para reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento de porta-enxertos cítricos.** Lavras: UFLA, 1996. 57p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).*

O presente ensaio foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, durante o período de agosto de 1995 à janeiro de 1996. Teve como principal objetivo a determinação da quantidade necessária de reposição de água no solo em porta-enxertos cítricos. O experimento constou de 4 níveis de reposição de água e três porta-enxertos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 repetições, e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3 (porta-enxertos) \times 4 (níveis de reposição de água), perfazendo um total de 96 parcelas, cada uma constituída por uma planta em sacos plásticos com 10 cm de largura e 18 cm de altura. Os porta-enxertos utilizados foram limoeiro 'Cravo' e as tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra'. Os níveis de reposição de água no solo foram 80, 100, 120 e 140% da água evaporada diariamente, tomando como referência a capacidade de campo. A água evaporada foi calculada a partir de sacos plásticos contendo somente substrato e no mesmo ambiente. A partir dos resultados, conclui-se que os porta-enxertos apresentaram comportamento diferente diante dos vários níveis de reposição de água. A tangerineira 'Cleópatra' demonstrou ser mais tolerante à falta de água nessa fase inicial de desenvolvimento. O nível de 80% de reposição

* Orientador: José Darlan Ramos. Membros da banca: Moacir Pasqual e Eduardo Bearzoti.

de água foi o que apresentou melhor eficiência na produção de matéria seca, nessa fase, para os três porta-enxertos.

SUMMARY

ALTERNATIVE TECHNICAL FOR WATER REPLENISHMENT IN SOIL, DURING THE EARLY GROWTH PHASE OF CITRUS ROOTSTOCKS

The present trial was conducted in greenhouse at the Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, MG, over the period from August, 1995 to January, 1996. It aimed to assess chiefly the needed amount of water replenishment in the soil in citrus rootstocks. The experiment consisted of four levels of water replenishment and three rootstocks. The experimental design used was the completely randomized with 8 replications, and treatments arranged in factorial scheme 3 (rootstocks) \times 4 (levels of water replenishment), amounting to a total of 96 plots, each one consisting of a plant in plastic bags, 10 cm wide and 18 cm high. The rootstocks used were 'Cravo' lemon tree and 'Sunki' and 'Cleópatra' mandarin trees. The levels of water replenishment 80, 100, 120 and 140% of the daily evaporated water, taking as reference the field capacity. The evaporated water was calculated from plastic bags containing only substrate, in the same environment. From the results, it followed that the rootstocks showed different behaviors under the several levels of water replenishment. The 'Cleópatra' mandarin tree proved to be the most tolerant to water shortage in this developmental phase. The level of 80% water replenishment was that which showed the best efficiency in dry matter production in this phase for the three rootstocks.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da laranjeira é explorada atualmente em mais de 80 países, sendo que em alguns, a produção supre apenas parte do consumo interno. No entanto, esta cultura é de grande importância para muitos países, particularmente o Brasil, que detém 32% do mercado mundial em produção e exportação de suco de laranja congelado e concentrado (SLCC).

Vários fatores estão envolvidos na modernização tecnológica da citricultura nacional. Dentre esses, a muda é de fundamental importância, pois não há processo tecnológico que possa melhorar o potencial de uma muda de baixa qualidade. O caráter perene dessa cultura demonstra a importância da muda, que é plantada e cuidada por seis a oito anos antes de atingir a sua máxima capacidade produtiva e adicionalmente ainda deve-se considerar a longevidade do pomar.

A quantidade e a qualidade dos frutos produzidos são grandemente influenciados pelo porta-enxerto. Muitos estudos têm sido desenvolvidos nesse sentido, abordando principalmente: melhoramento genético, diversificação, competição, adubação fosfatada e micorrização. A irrigação tem sido pouco estudada, apesar de estar sendo usada com sucesso na citricultura brasileira em algumas regiões há mais de duas décadas. Os trabalhos com irrigação têm contemplado apenas a aplicação de água em pomares já implantados. Há também estudos da influência da chuva na produtividade da laranja, sendo que pesquisas abordando os estágios

iniciais de crescimento têm sido relegadas a segundo plano. Isto se deve, provavelmente, ao fato de que a fase de maior exigência hídrica na cultura de citros vai do início da brotação e emissão de botões florais até a fase de crescimento dos frutos, o que não deixa de ser preocupante, pois a resposta das plantas à irrigação depende do suprimento de água na fase antecedente e também do estágio de desenvolvimento do ano anterior, fazendo com que as plantas jovens irrigadas tenham maior crescimento vegetativo, originando plantas maiores com maior capacidade produtiva (Pires, 1992).

Apesar da importância da irrigação nessa cultura, não são disponíveis informações à respeito da frequência e quantidade de água a ser aplicada na fase de produção de porta-enxertos, em especial o limoeiro 'Cravo', que ainda é uma das principais alternativas dos citricultores brasileiros.

Atualmente, podem ser observadas duas maneiras distintas de se repor água na fase de crescimento das plantas em condições de viveiro: uma baseada na curva de retenção de umidade do solo obtida em laboratório, adotada numa minoria de viveiros com nível tecnológico mais elevado; e outra dotada de caráter totalmente empírico, que constitui-se na aplicação de água de acordo com a aparência das plantas e umidade visual do solo, que está sendo adotada por um grande número de viveiristas. A primeira, apesar de precisa, apresenta o inconveniente de nem sempre estar disponível ao produtor, além do custo adicional. A segunda apresenta o inconveniente da possibilidade de se estar colocando água em excesso, ou até mesmo estar provocando um estresse hídrico à planta, sem se constatar sintomas visuais, mas que podem estar prejudicando significativamente o crescimento desta. Assim, o estudo e o desenvolvimento de uma técnica simples, acessível e sem custos adicionais aos produtores, visando repor ao solo a

quantidade ideal de água para o desenvolvimento de plantas, seria um passo inicial preponderante na produção de plantas com um bom potencial produtivo.

O presente experimento objetivou estudar a resposta do limoeiro ‘Cravo’, e das tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Cleópatra’ à diferentes níveis de reposição de água no solo, na fase inicial de crescimento, visando propôr uma técnica alternativa segura e barata, de como e quanto aplicar água no solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância da citricultura

Na fruticultura mundial, os citros ocupam o primeiro lugar, com produção de 85,2 milhões de toneladas, que representam 22% da produção total que é 354,3 milhões de toneladas. O Brasil detém um terço da produção mundial de laranja (Neves, 1996).

A citricultura brasileira ocupa atualmente posição de destaque, sendo o primeiro produtor e exportador de suco de laranja concentrado congelado (SLCC). Os Estados Unidos ocupam a segunda posição na produção de sucos cítricos (Greve, Prates, Müller, 1991) e até pouco tempo, eram os maiores importadores de SLCC do Brasil. Entretanto, a partir de 1992, vêm ocorrendo sucessivas quedas na exportação devido às expectativas de safras abundantes, naquela região em vista da recuperação dos laranjais da Flórida (Silva, 1994). Pressume-se que a Ásia possa ser um bom mercado no futuro e que as exportações tendam a continuar crescendo cerca de 10% ao ano, mas não compensarão a perda de um ótimo consumidor como os Estados Unidos (Impasse . . . , 1995).

O índice de aumento da produção brasileira, nos últimos 40 anos foi de 1500%, superando inclusive o crescimento da produção mundial, que foi de 500%. Um incremento da produção mundial nesse ritmo, poderá ocasionar excesso de oferta dentro de poucos anos, conforme Koller (1994). Talvez seja esta a razão da constante despreocupação com a qualidade do produto nacional, sendo que na verdade, deveria acontecer o inverso. Verifica-se então a

necessidade de intensificar pesquisas, principalmente nas áreas de melhoramento genético de copas e porta-enxertos, buscando cultivares compatíveis e adaptadas às várias regiões com alto potencial citrícola.

2.2. Porta-enxertos

O porta-enxerto pode ser considerado como a base da citricultura, pois dele depende a qualidade de uma boa muda, que é o principal fator de sucesso na implantação do pomar. Além disso, exerce grande influência na variedade de copa, como alterações no crescimento, tamanho, precocidade de produção, época de maturação e peso dos frutos, coloração da casca e do suco, teores de açúcares e de ácidos nos frutos, permanência dos frutos na planta, conservação do fruto pós-colheita, transpiração das folhas, fertilidade do pólen, composição química das folhas, capacidade de absorção, síntese e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca e ao frio, tolerância às moléstias e pragas (Pompeu Júnior, 1991).

A laranjeira 'Caipira' foi o primeiro porta-enxerto utilizado na citricultura. Sua baixa resistência à seca e à gomose de *Phytophthora* motivou sua substituição pela laranjeira 'Azeda' que foi o principal porta-enxerto até a década de 40. A introdução do vírus da tristeza do citros em São Paulo, por volta de 1937 e a sua rápida disseminação pelo pulgão preto (*Toxoptera citricidus* Kirk.), causaram a morte da maioria das plantas enxertadas em laranjeira 'Azeda' ocasionando a destruição quase total da citricultura nacional. Experimentos realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) conduziram à seleção de porta-enxertos tolerantes à essa virose que possibilitaram a formação de uma nova citricultura, tendo como porta-enxerto o limoeiro 'Cravo', laranjeira 'Caipira', as tangerineiras 'Cléopatra' e 'Sunki', além do limoeiro 'Rugoso'. Dentre esses, o limoeiro 'Cravo' se destacou pelas suas excepcionais qualidades, tendo

seu apogeu na década de 60, com ocupação de 99% dos pomares cítricos, segundo Pompeu Júnior (1991) e Koller (1994).

Desde a década de 70 o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' vem sendo afetado pelo declínio do citros (Rodrigues et al. 1979) que está causando a perda de 8 a 10 milhões de plantas/ano e elevando os custos de produção e colheita.

A diversificação de porta-enxerto em citricultura é um objetivo defendido pelos pesquisadores da área, visando tornar a citricultura menos vulnerável a eventuais riscos, os quais estão sujeitas grandes áreas ocupadas por um mesmo genótipo. O *Citrus limonia* Osbeck cv. cravo vem sendo ainda utilizado em larga escala, e como opções vêm surgindo outros porta-enxertos, entre esses destacam-se as tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e a 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.).

O *Citrus limonia* cv. cravo atualmente é o mais usado no Brasil, sendo que cerca de 80% das variedades-copas exploradas comercialmente estão enxertadas sobre ele. Esse porta-enxerto tem sido tradicionalmente utilizado graças às suas inúmeras vantagens, como: resistência à seca; alta produtividade das plantas; precocidade de produção; compatibilidade com diversas copas; tolerância à tristeza; existência de grande número de sementes; maior adaptação edafoclimática, conforme afirma Genú (1985); moderada resistência à gomose de *Phytophthora spp.*; e precocidade de crescimento, permitindo a obtenção de plantas vigorosas em curto espaço de tempo (Koller e Coitinho, 1975). Apesar de todas as suas virtudes, esse porta-enxerto apresenta o inconveniente de alguns de seus clones serem susceptíveis ao declínio do citros, exocorte, xiloporose, além da alta susceptibilidade à verrugose, baixa qualidade dos frutos, baixa resistência à geadas (Leite Júnior, 1992). Verifica-se que há necessidade de diversificação, principalmente em substituição à esse porta-enxerto. Para a diversificação existem alguns porta-enxertos que são promissores, dentre esses citam-se as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

A tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) segundo Donadio et al. (1993) é a mais utilizada como porta-enxerto. Tem sido muito utilizada na Flórida, tanto em solos arenosos, como em argilosos, apesar do lento desenvolvimento inicial, apresenta diversas características positivas. Dentre as várias características que induza copa pode-se citar boa resistência ao frio, mediana resistência à gomose de *Phytophthora spp.* e completa resistência à tristeza, exocorte e xiloporose. Apresenta ainda afinidade com algumas cultivares-copa, induz à formação de frutos de boa coloração e relação à acidez: açúcar favorável (Koller e Coitinho, 1975). Em relação ao declínio, mostra-se tolerante (Beretta e Lefèvre, 1986), sendo esta a característica que lhe confere destaque no contexto atual de diversificação do uso de porta-enxerto (Teófilo Sobrinho e Figueiredo, 1984).

A tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Tanaka) é muito utilizada como porta-enxerto na China. Variedades-copas sobre tangerineira ‘Sunki’ apresentam-se: produtiva com frutos de qualidade média, copa vigorosa, bom comportamento em solos argilosos, além de ser tolerantes ao declínio. Como desvantagens esse porta-enxerto é mais susceptível a exocorte e a gomose em relação a ‘Cleópatra’, entretanto, o maior problema é a obtenção de sementes, pois normalmente produz em média 3 sementes/fruto, apesar de Ramos (1994) ter encontrado em média 9,7 sementes/fruto, sendo que destas, 7,8 viáveis, na região de Lavras -MG.

Observa-se que o porta-enxerto ou “cavalo” ou variedade de copa ou “cavaleiro” exercem grande influência sobre a produção de uma muda de qualidade. Outros fatores estão correlacionados com a qualidade da muda, dentre os quais, pode-se destacar a irrigação, que é uma prática indispensável no desenvolvimento de qualquer planta (Vieira, 1986; Vieira, 1984; Naday, 1990; Faria, 1990). Devido à escassez de estudos nessa área, existe apenas a indicação de que o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seja bastante exigente em água (Vieira, 1986). Os trabalhos nessa área estão direcionados principalmente para plantas adultas, ou então para

pomares já implantados. Pesquisas com relação à irrigação em estágios iniciais de crescimento da planta, praticamente inexistem, o que não deveria acontecer, pois segundo Pires (1992) a resposta das plantas à irrigação depende do suprimento de água na fase antecedente e também do estágio do desenvolvimento do ano anterior, fazendo com que as plantas jovens irrigadas tenham maior crescimento vegetativo, originando plantas maiores com maior capacidade produtiva. Para que as plantas cítricas, segundo Soares Filho (1981) e Doorenbos (1994), possam apresentar um crescimento vegetativo vigoroso, manter o pegamento, o desenvolvimento e apresentar a máxima produção possível, necessitam de um amplo e constante suprimento de água em todas as suas etapas. Esses mesmos autores alertam para o fato da irrigação requerer grandes cuidados, pois as plantas cítricas exigem boa aeração, sendo muito prejudicial a irrigação excessiva, a qual afeta o desenvolvimento das raízes, bem como a lixiviação dos nutrientes.

2.3. Importância da água no desenvolvimento de plantas

A água é o principal constituinte das células vegetais, podendo chegar até 96%. Ela possui uma série de características que a tornam o meio fundamental para a manifestação de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais para o desenvolvimento das plantas. É o meio para difusão de solutos nas células; é uma substância de alta capacidade calorífica, funcionando, devido a isto, como regulador da temperatura, sendo fundamental na sustentação dos tecidos, e também solvente para a maioria das reações bioquímicas (Reichardt, 1979).

O solo, que é por definição um sistema trifásico, tem a água como um dos seus principais constituintes, encontrando-se esta em equilíbrio dinâmico no sistema solo-planta-atmosfera, processo este denominado evapotranspiração. A intensidade com que esse processo ocorre em área cultivada, não depende apenas dos fatores físicos inerentes ao solo, mas também

dos fatores biológicos da planta e em última instância, do clima. Cada fator pode atuar com distintas intensidades, interferindo com magnitudes diferentes no processo, determinando assim a resposta final da cultura em estudo. Burmam et al. (1983); Hargraves e Samani (1984) consideram que a evapotranspiração pode ser expressa como calor latente transferido para o ar atmosférico por unidade de área (W/m^2), ou a quantidade equivalente de água evapotranspirada por unidade de tempo, geralmente expressa como lâmina de água por unidade de tempo (mm/dia).

A disponibilidade de água para as plantas, tem sido explicada através de dois conceitos fundamentais. O primeiro foi levantado por Veihmeyer e Hendrickson, citados por Silva (1986), que concluíram que todas as funções das plantas prosseguem normalmente quando a umidade é mantida acima do Ponto de Murcha Permanente (PMP). O outro, apresentado por Richards e Wadleigh, citados também por Silva(1986), estabelecem que o crescimento vegetativo das culturas diminui progressivamente, à medida que o teor de umidade do solo decresce, sendo que as plantas podem estar sofrendo um estresse hídrico antes mesmo de atingirem o seu Ponto de Murcha Permanente. Segundo Bernardo (1989), ponto de murcha permanente é usado para representar o teor de umidade no solo, em que abaixo dele a qual não conseguirá retirar água do solo, na mesma intensidade de transpiração, aumentando a cada instante a deficiência d'água na planta, o que a levará à morte caso não irrigue. Ambos os conceitos são incapazes descrever perfeitamente a disponibilidade de água para as plantas, ou por considerarem esta à partir de um ponto fixo, ou por não levarem em consideração as exigências hídricas da espécie em questão. Abreu et al. (1977); Demattê, Moretifilho e Perecin (1982) e Bernardo (1989) definem água disponível para planta como sendo a quantidade d'água que um solo pode reter ou armazenar entre a capacidade de campo e o ponto de murcha. Reichardt (1975); Reeder, Newmann e Worthington (1979) alertam para o fato de que a umidade do solo não define a disponibilidade de água para as

plantas, devendo-se portanto correlacionar o estado de água na planta com o estado da água no solo em termos de potencial.

Stanhill, citado por Klar (1967), estudando as duas teorias, através de oitenta trabalhos publicados por diferentes autores, verificou que sessenta e seis deles responderam significativamente às diferentes condições de umidade ocorrido dentro do intervalo de água disponível, com os maiores rendimentos associados aos altos teores de umidade, ou seja, o rendimento de várias culturas decrescem quando a umidade do solo se aproxima do Ponto de Murcha Permanente, sendo que o contrário foi verificado por Abreu et al. (1977); Cogo e Guerra (1978); Cogo e Souza (1978); Reeder, Newmann, Whorthington (1979), onde os melhores resultados foram encontrados com a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Segundo Reichardt (1975), a capacidade de campo é a quantidade de água retida pelo solo após a drenagem do seu excesso, quando a velocidade do movimento descendente praticamente cessa. Trata-se de um critério prático e útil para o limite superior de água que o solo pode reter. Klar (1972) ainda afirma que em relação às variações de umidade no solo ocorre diferença de respostas de espécie para espécie.

De modo geral, alto teor de umidade do solo não é necessariamente prejudicial para o crescimento das plantas, se tal condição não interferir com a aeração do sistema, conforme Hiller (1969); Williamson (1964); Yu, Stolzey e Letey (1969); Luxmoore, Fischer, Stolzey (1973); Almeida (1982); Pelacani (1993), que afirmam que a partir do momento que a água começar a reduzir a aeração do solo, levando à deficiência de oxigênio, as plantas iniciam um processo de respiração anaeróbia, com fermentação de carboidratos, transformando-os em álcool, o que acarreta baixa produção de energia. Esta energia produzida não suficiente para o metabolismo normal, tem como consequências a morte e o apodrecimento de células das raízes (Yang e Jong, 1972), e conseqüentemente ocorre redução na taxa de expansão das folhas, conforme cita

Williamson e Splinter (1969). Nesse sentido, Vomocil e Flocker, citados por Black (1968); Marsh (1973); Vilela (1984) e Scheeren, Carvalho e Federizzi (1995) concluem que existe apreciável redução no crescimento ou produção dos vegetais, quando o volume de poros cheio de ar se encontra na faixa que varia entre 5 e 15% do volume total de poros no solo. Marsh (1973) afirma ainda que o excesso de água no solo pode ser mais relevante que a deficiência. Contrariando tais afirmações, Manica, Simão, Scaidua (1975) e Caixeta, Toledogarrido e Lima (1977) citam que o desenvolvimento das plantas responde linearmente à quantidade de água aplicada.

Slatyer (1967); Farah (1981); Hostalácio (1983); Hargreaves e Samani (1984); Freire et al. (1990) mostraram que o fator água, tanto em abundância como em déficit, é uma das variáveis ambientais que afetam sobremaneira o desenvolvimento, e que mais preocupações têm dado aos pesquisadores.

O fechamento de estômatos em resposta ao déficit hídrico, é um poderoso mecanismo regulador da perda de água pela planta, reduzindo o desenvolvimento do estresse. Contudo, esse processo não evita completamente o incremento de estresse à planta (Begg e Turner, 1976).

Alterações morfológicas e processos fisiológicos muito importantes, tais como expansão foliar, abertura estomática e outros associados à fotossíntese, são diretamente afetados pela redução do potencial de turgescência (ψ_p) da folha, à qual acompanha a perda de água do tecido da folha. A capacidade de uma planta em manter a turgescência foliar quando diminui o potencial foliar (ψ_f) é, portanto, uma importante adaptação ao déficit hídrico (Jones e Turner, 1978). Existem, na literatura, resultados que confirmam que o crescimento em extensão é mais sensível ao déficit hídrico do que o fechamento dos estômatos (Lawlor e Milford, Ludlow e Ng citado por Cairo, 1992), e que os efeitos do déficit hídrico são mais pronunciados em tecidos em desenvolvimento por serem mais sensíveis (Gargantini, 1980). Este fato deve-se ao crescimento

celular ocorrer pela turgescência celular, isto é, a célula cheia de água exerce pressão na parede causando o alongamento celular, percebe-se então a importância da irrigação não somente na fase inicial de crescimento das plantas como também ao longo de toda a sua vida.

Slatyer (1967) sugeriu que o déficit hídrico não pode alterar grandemente a resistência estomática, até que um potencial hídrico foliar crítico seja alcançado. Entretanto, posteriores decréscimos desse potencial, acarretam progressivo aumento na resistência estomática. Visto que os estômatos regulam as trocas gasosas (CO_2), o déficit hídrico que fecha os estômatos pode também deprimir a fotossíntese. Além disso, a transferência (e fixação) de CO_2 interno para os estômatos pode ser prejudicada conforme cita Zelitch (1971).

A extensão do fechamento estomático em decorrência da desidratação varia de acordo com a espécie (Kanemasu e Tanner, 1969; Hsiao et al., 1976), superfície foliar, idade das folhas e condições ambientais (Nacajah, citado por Gargantini, 1980).

A disponibilidade e o movimento da água no solo para as sementes e raízes são altamente influenciados pelo potencial da água no solo e superfície de contato semente -solo (Sa, 1987).

Squire, Attiwill e Neales (1987) revelaram marcada redução no crescimento das raízes de mudas de *Pinus radiata* sob condições limitantes de água no solo.

As plantas requerem água para sua manutenção e desenvolvimento e, na maior parte dos casos, as quantidades de água requeridas são bastante apreciáveis. Mas, na maioria das espécies vegetais, grande proporção de água absorvida do solo é liberada para a atmosfera através da transpiração, não desempenhando função permanente no desenvolvimento das plantas ou nos seus processos metabólicos e, embora em pequenas quantidades o crescimento e a fotossíntese são responsáveis pela perda de água.

Segundo Kramer (1963), a água tem quatro funções gerais nas plantas: é o maior constituinte do tecido fisiologicamente ativo; é um reagente na fotossíntese e em processos hidrolíticos; é um solvente e é essencial para a manutenção da turgidez necessária para a expansão e crescimento da célula. A água é encontrada em todas as células vegetais, sendo solvente e transportador de íons e compostos, garantindo os fluxos essenciais para a vida da planta que ocorrem no solo e na própria planta.

De acordo com Kramer (1963), provavelmente o crescimento das plantas é com mais frequência limitado por deficiências hídricas internas do que por qualquer outro fator interno isolado. O efeito global dessas deficiências consiste na redução do crescimento vegetativo, se bem que este fato seja determinado tanto direta como indiretamente, uma vez que as deficiências em água afetam quase todos os processos que ocorrem em uma planta. Com isso o mesmo autor afirma que se o crescimento da planta é controlado pelo déficit interno de água e turgor celular, o crescimento e a produção estão sempre correlacionados com a umidade do solo.

Segundo Slatyer (1967), o crescimento da planta é muito mais influenciado, dentro de certos limites, pelas alterações hídricas do que pelas alterações térmicas.

O crescimento celular é um dos processos mais sensíveis ao estresse hídrico, principalmente na fase da expansão celular. Concomitantemente ao crescimento celular ocorrem as sínteses de membranas, organelas, material da parede celular e proteína, que são também afetados pelo estresse hídrico (Hsiao e Acevedo, 1974).

O crescimento e o desenvolvimento de uma planta dependem, basicamente, da continuação do processo de divisão celular, iniciação progressiva dos tecidos e órgãos, da diferenciação e alongamento das células até o ponto em que as características da própria planta são atingidas (Begg e Turner, 1976). A divisão celular parece, em geral, ser menos influenciada pelo estresse hídrico do que o alongamento celular (Slatyer, 1967). Segundo Hsiao et al. (1976), o

efeito do estresse hídrico sobre a divisão celular pode ser indireto, através da supressão do alongamento celular.

Vários fatores, os quais afetam o metabolismo celular, possivelmente afetam o alongamento celular e o crescimento das plantas, embora alguns efeitos do déficit sobre as plantas pareçam ser mais diretamente mediados pela pressão do turgor (Slatyer,1967).

A água, na medida em que afeta os processos de crescimento, atua como um fator interno, mas sofre as influências das condições ambientais. Qualquer fator externo que afete a taxa de transpiração ou de absorção de água, influenciará portanto, a taxa de crescimento (Meyer et al., 1983).

O estado hídrico nas folhas é uma propriedade dinâmica influenciada pelo balanço entre a perda de vapor d'água para a atmosfera e a absorção de água pelas raízes. A taxa de transpiração, fotossíntese e crescimento são influenciadas pelas mudanças no estado hídrico das folhas (Hsiao,1973).

Quando o período de estresse é prolongado e a desidratação severa, ocorrem mudanças nas funções metabólicas e no comportamento da planta como um todo. Chaves (1991) afirma que o efeito mais sério, considerado até mesmo como uma adaptação, é a redução da superfície fotossintetizante e da matéria seca, causadas por um decréscimo no tamanho da parte aérea. No entanto, a redução da taxa fotossintética por unidade de área foliar também é importante, sendo geralmente atribuída ao fechamento estomático.(Kramer, 1969).

O estresse hídrico não reduz apenas a quantidade total de crescimento, mas também muda a forma de crescimento. A espessura da parede celular, a quantidade de cutinização e a lignificação apenas aumentam pelo déficit hídrico (Kramer,1963).

O estresse hídrico que se desenvolve na planta em qualquer situação particular é o resultado de uma complexa combinação dos fatores do solo, da planta e da atmosfera, os quais

interagem para controlar a taxa de absorção e a perda de água (Vaadia et al. citado por Oliveira, 1987).

Os atuais estudos da questão da extração e utilização da água do solo pelas plantas, estão baseados no reconhecimento de que as partes de uma determinada área vegetada - solo, planta e atmosfera - formam um sistema dinâmico, fisicamente integrado, e no qual ocorrem vários fluxos interdependentes e ligados em cadeia. Neste sistema, grandes quantidades de água são transferidas do solo para a atmosfera, através das plantas, em resposta a gradientes de energia potencial. Ao longo do processo, a água sofre uma mudança do estado líquido para o estado de vapor nas cavidades estomáticas das folhas. Phillip, citado por Queiroz (1988), designou este sistema como o continuum solo-planta-atmosfera, cujos elementos se interagem para controlar a etapa de absorção e a perda de água.

Macedo Júnior (1993) afirma que a tensão da água no solo pode ser influenciada, pela diminuição da água no solo entre os intervalos de irrigação, dependendo da temperatura ambiente.

Hornet, citado por Queiroz (1988), mostrou que a resistência ao escoamento da água através das várias partes do sistema, pode ser evidenciado através da queda de potencial ao longo do mesmo e que a maior diferença de potencial ocorre entre as folhas e a atmosfera, considerando que os valores típicos de: solo, raiz, folha e ar, nas condições normais onde ocorre a vida vegetal, situam-se respectivamente em torno de -1, -10, -15 e -1000 bars. O mesmo autor mostrou que a diferença entre folha e ar é maior que a soma de todas as outras em pelo menos uma ordem de magnitude. Portanto, a maior resistência ocorre na transpiração, na qual está envolvida uma mudança de fase da água.

Eficiência do uso da água é a relação entre a matéria seca produzida pela fotossíntese e a água consumida na evapotranspiração, segundo afirmativas de grande número de

autores. De acordo com Hsiao e Acevedo (1974), a eficiência do uso da água geralmente refere-se ao parâmetro de produção por unidade de água consumida.

O termo eficiência do uso da água é usado no sentido hidrológico e fisiológico de diferentes formas. No sentido hidrológico é definido como a fração de água fornecida que é perdida para a atmosfera a partir da superfície evapotranspiratória da cultura. No sentido fisiológico é utilizada como sendo a relação entre a produção de matéria seca e a água perdida para a atmosfera (Stanhill, 1986).

Para propósitos fisiológicos, como a matéria seca da planta é orgânica, de uma forma simplista, usa-se a eficiência do uso da água de forma aproximada, como sendo a taxa de assimilação de CO_2 e a taxa de transpiração (Hsiao e Acevedo, 1974).

Stanhill (1986) afirma que a eficiência do uso da água é afetada pela concentração de vapor de água na atmosfera através de sua influência sobre as plantas.

A produção de matéria seca não é afetada se o estresse hídrico na planta não alcançar um nível que diretamente reduz a abertura estomática e fotossíntese (Hsiao e Acevedo, 1974).

Os processos biológicos das plantas, os quais determinam a taxa de transpiração para produção de matéria seca são fortemente e diferencialmente afetados pelo ambiente físico, em particular, pelo déficit de pressão de vapor da atmosfera durante as horas de luz do dia. Estas relações são tais que a taxa de transpiração aumenta com a demanda atmosférica, fazendo a cultura perder água produzindo menos nessas situações. Desta forma, a medição da eficiência do uso da água oferece um critério para a seleção de estratégias de cultivo para regiões com limitação de água (Stanhill, 1986).

Em geral, a mais promissora forma para aumentar a eficiência do uso da água é favorecer a produção de matéria seca pela diminuição do uso de água (Kramer, 1963).

O conhecimento das respostas das plantas às variações de disponibilidade hídrica no solo é de grande importância para adequação às condições edafoclimáticas de uma região ou condição.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - Minas Gerais, no período de 20 de agosto à 6 de janeiro de 1996. A cidade está situada à 21°14'06' de latitude sul e 45°00'00' de longitude oeste, com altitude de 910 metros. A região apresenta um clima do tipo Cwb, conforme Köeppen (1970), caracterizado por duas estações definidas: uma seca, de abril a setembro e a outra chuvosa, de outubro a março. As médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa são 19,4°C, 1529,7 mm e 76,2%, respectivamente (Brasil, 1992).

Na casa de vegetação a temperatura média durante o experimento foi de 25°C ± 2 e a umidade relativa de 84% ± 5.

3.1 Substrato utilizado

Foi utilizado um Latossolo Roxo Distrófico, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade no campus da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Após a coleta, o solo foi seco ao ar livre e posteriormente passado em peneira 5 mm, sendo então retiradas duas amostras: uma para análises químicas (Quadro 2) e a outra para determinação da curva característica de umidade no solo (Quadro 3). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade e Física do Solo, ambos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

QUADRO 1 - Características químicas do solo utilizado no experimento antes de receber adubação e calagem. UFLA, Lavras, MG, 1995.

Camada (cm)	Teores Trocáveis						
	pH em H ₂ O	K (ppm)	P	Al	Ca ⁺² (meq/100 cc)	Mg ⁺²	H + Al
0 - 20	4,8	8	1	0,9	0,2	0,1	7,9

QUADRO 2 - Dados de retenção de umidade no solo utilizado no experimento, expresso em peso seco. UFLA, Lavras, MG, 1996.

Umidade (%)	Tensões (MPa)							
	0,002	0,004	0,006	0,01	0,033	0,1	0,5	1,5
	58,29	48,70	41,35	31,75	27,01	23,31	22,65	22,6

As curvas características de umidade são específicas para cada solo, podendo ocorrer variações entre horizontes de um mesmo perfil de solo. A representação em curva da retenção de umidade, permite a avaliação precisa e rápida da disponibilidade de umidade dos solos para as plantas.

Nas amostras deixadas previamente para saturação por 24 horas, aplicaram-se as tensões de 0,002; 0,004; 0,006; 0,01; 0,033; 0,1; 0,5 e 1,5 MPa, através de painéis de pressão e pratos porosos, de acordo com metodologia de Richards e Fireman (1943).

Através de centrifugação, por 30 minutos, determinou-se a retenção de água também pelos métodos preconizados por Russel e Richards (1938) até 0,1 Mpa e por Freitas Júnior e Silva (1984) até 1,5 Mpa, aplicando-se para cada tensão diferentes velocidades de rotação (rpm). Os dados obtidos estão expressos no Quadro 3 e representam uma média de 3 repetições. Os resultados foram plotados em papel na escala mono log conforme ilustra a Figura 1.

Adotou-se para a realização do experimento como capacidade de campo a tensão de 0,006 Mpa, correspondendo à 41,35% de umidade.

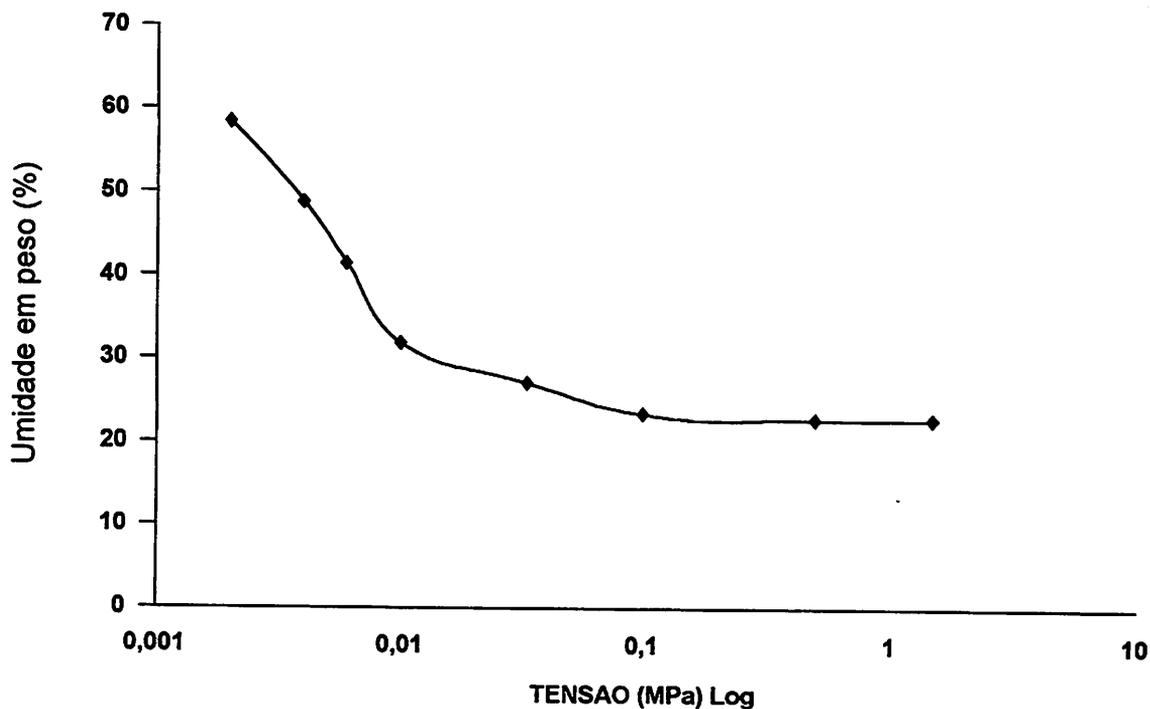


FIGURA 1 - Curva característica de retenção de umidade no solo. UFLA, Lavras, MG, 1996.

O solo recebeu calagem e adubação conforme o Boletim de Recomendações de Adubação e Calagem para Citros no Estado de São Paulo (Sanchez et al., 1994), sendo que os resultados estão apresentados no Quadro 4.

QUADRO 3 - Características químicas do solo utilizado no experimento, após receber calagem e adubação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

Camada (cm)	Teores Trocáveis						
	pH em H ₂ O	K (ppm)	P	Al	Ca ⁺² (meq/100 cc)	Mg ⁺²	H + Al
0 - 20	6,0	128	9	0,1	2,7	1,0	3,2

Foram utilizados sacos plásticos de polietileno preto, com as dimensões de 10 cm de largura por 18 cm de altura, contendo furos laterais bem distribuídos de forma ordenada e equidistantes que possibilitaram a drenagem de um possível excesso de água em algum tratamento, evitando-se o risco de excesso de umidade.

Foram colocados nos sacos 620 gramas de solo. Em seguida foram deixados por um período de 20 dias, mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo com a finalidade de homogenizar o peso e a umidade.

3.2 Material Genético Vegetal

No presente ensaio foram utilizados os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) e as tangerineiras ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Tanaka) e ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.). Todos esses materiais são pertencentes a uma coleção de porta-enxertos do Setor de Fruticultura da UFLA.

As sementes foram extraídas manualmente de frutos maduros e posteriormente lavadas em água corrente e cal hidratada, com a finalidade de retirar a mucilagem. Em seguida foram colocadas para secar à sombra, durante 10 dias. Após a secagem estas foram tratadas com Captan a 2%.

Após o período de 20 dias para homogenizar o peso e a umidade na capacidade de campo foi efetuada a semeadura. Foram colocados quatro sementes em cada saco plástico. A umidade foi mantida próximo à capacidade de campo, objetivando-se permitir boa germinação e um bom desenvolvimento inicial das mudas. Os recipientes foram pesados diariamente completando-se com água até atingir novamente a capacidade de campo. Para isso utilizou-se uma balança de precisão, com capacidade de no máximo 6000 gramas e sensibilidade de um grama. No

quinquagésimo dia após a semeadura, foi realizado o desbaste selecionando-se a planta mais vigorosa, eliminando-se as demais, quando então deu-se início aos tratamentos.

Foram utilizados 10 sacos controle (sacos com o mesmo tipo e quantidade de solo, porém sem planta), os quais não foram semeados e que serviram para estimar a média diária da quantidade de água evaporada, através de sua pesagem, repondo-se a água perdida de acordo com os tratamentos estabelecidos.

3.3 Delineamento experimental e características avaliadas

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo que os tratamentos foram arranjados em uma estrutura fatorial 3X4, de acordo com Steel e Torrie (1980), tomando por fatores espécie de porta-enxertos e níveis de reposição de água.

Os níveis de reposição de água corresponderam a 80%, 100%, 120% e 140% da água diária evaporada nos sacos controle. A parcela experimental se constitui de um saco contendo uma planta.

O modelo estatístico empregado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

- Y_{ijk} : valor observado na parcela que recebeu a espécie de porta-enxerto i e o nível de reposição de água j , na repetição k ;
- μ : efeito fixo de uma constante comum a todas as parcelas;
- α_i : efeito fixo da variedade de porta enxerto i ;
- δ_j : efeito fixo do nível de reposição de água no solo j ;

- $(\alpha\delta)_{ij}$: efeito fixo da interação entre a variedade de porta-enxerto i e o nível de reposição de água no solo j ;

- e_{ijk} : efeito aleatório residual da parcela que recebeu a variedade de porta-enxerto i e o nível de reposição de água j , na repetição k . Esse efeito foi considerado como tendo distribuição normal, com média 0 e variância σ^2 .

Quando rejeitada a hipótese de que os níveis de reposição de água no solo geram respostas iguais, um estudo de regressão na análise de variância foi empregado de acordo com Gomes (1985); Banzato e Kronka (1992) por se tratar de um fator quantitativo. Para tanto, foram ajustados não apenas modelos polinomiais de regressão, mas também modelos lineares e não lineares alternativos, tais como:

$$Y = a + b (1/X)$$

$$Y = bX + a (X - c) Z$$

sendo que X é o nível de reposição de água; Y é o valor médio observado para o nível de reposição X ; a, b e c são parâmetros de regressão, e Z uma variável indicadora, que assume valor zero se $X \leq c$, e valor um em caso contrário. Para os modelos não-lineares com relação aos parâmetros, empregou-se o método de estimação de Gauss-Newton (Hoffmann e Vieira, 1977) para o ajustamento. O ajuste a tais modelos foi testado pela maneira usual empregada pela técnica de regressão na análise de variância, ou seja, usando o quadrado médio residual como denominador da estatística F .

Foram efetuadas mensurações de altura das plantas, diâmetro do caule e produção de matéria seca da parte aérea e da raiz e eficiência do uso da água.

A altura das plantas foi tomada através de medidas realizadas na casa de vegetação, através de um paquímetro, a partir da superfície do solo até o ápice da maior folha. O diâmetro do caule foi medido também através de um paquímetro, rente ao solo.

Para a produção da matéria seca da parte aérea (PMSPA) as plantas foram cortadas rente à superfície do solo, secadas em estufa de circulação forçada no Laboratório de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da UFLA, à 70° C até atingir peso constante (\pm 72 horas) e em seguida pesadas em balança de precisão.

Após o corte das plantas as raízes foram separadas do solo de cada saco plástico e lavadas sob jato d'água e a seguir foram realizados os mesmos procedimentos na determinação da produção de matéria seca da parte aérea.

As características avaliadas foram submetidas à análise de regressão, avaliando o efeito dos tratamentos sobre estes.

A eficiência no uso da água foi obtida através dos dados referentes à produção de matéria seca média da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) em relação a quantidade total média de água adicionada nos vasos, considerando-se o consumo hídrico à partir do quinquagésimo dia após o plantio das sementes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 4 apresenta o resumo da análise de variância para as seguintes características: altura da planta, diâmetro do coleto, produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), produção de matéria seca da raiz (PMSR). Observa-se que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para espécie (porta-enxerto) e para a interação espécie X níveis de reposição de água, para todas as características avaliadas. A partir desse resultado justifica-se um estudo aprofundado sobre a natureza dessa interação em cada uma dessas características.

QUADRO 4 - Resumo da análise de variância para as seguintes características: altura da planta, diâmetro do coleto, produção da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e produção da matéria seca da raiz (PMSR). UFLA, Lavras, MG, 1996.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados médios			
		Altura (mm)	Diâmetro (mm)	PMSPA (mg)	PMSR (mg)
Espécie	2	1429,0416667**	0,3403386**	0,0711595**	0,0183511**
Água	3	60,1250000	0,1015277	0,0032149	0,0031931
E x A	6	478,7500000**	0,2655121**	0,0147900**	0,0172274**
Resíduo	84	105,0952381	0,04999405	0,0048502	0,0034304
TOTAL	95				
MÉDIA GERAL		43,4	2,1	2,9	2,8
C.V.(%)		23,6	10,5	2,4	2,0

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

4.1 Altura da planta

A interação entre espécies e níveis de reposição de água foi significativa, foi realizado um estudo de regressão em cada espécie, considerando a altura das mudas em função do nível de reposição de água. O resultado desse estudo está apresentado na Figura 2. Observa-se que a equação de regressão quadrática apresentou ajustes satisfatórios para os porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleópatra'. Verifica-se incremento na altura para o porta-enxerto 'Cravo' à medida em que se aumentam os níveis de reposição de água, até um ponto máximo correspondente à 105 %, quando atinge a altura de 57 mm, após o qual ocorre um decréscimo. Este decréscimo deve estar associado ao fato de que a aeração do solo, conforme Yu, Stolzey e Letey (1969); Williamson (1964) é importante tanto para suprir oxigênio (O_2) às raízes, quanto para a remoção de dióxido de carbono (CO_2) e outras substâncias tóxicas. Em solos com excesso de água, a difusão de oxigênio (O_2) a partir da atmosfera é reduzida por causa do baixo coeficiente de difusão do mesmo. Além disso, resultados obtidos por Kramer (1969) indicam que a aeração deficiente das raízes causa decréscimo da absorção de água pelas plantas. Para esses pesquisadores, num solo sob condições de alta umidade, a aeração inadequada resulta num fator de inibição do desenvolvimento das plantas.

Além da baixa concentração de O_2 no solo, Doorenbos (1994) afirma que poderá estar ocorrendo lixiviação dos nutrientes, o que acarretará prejuízos no desenvolvimento das plantas.

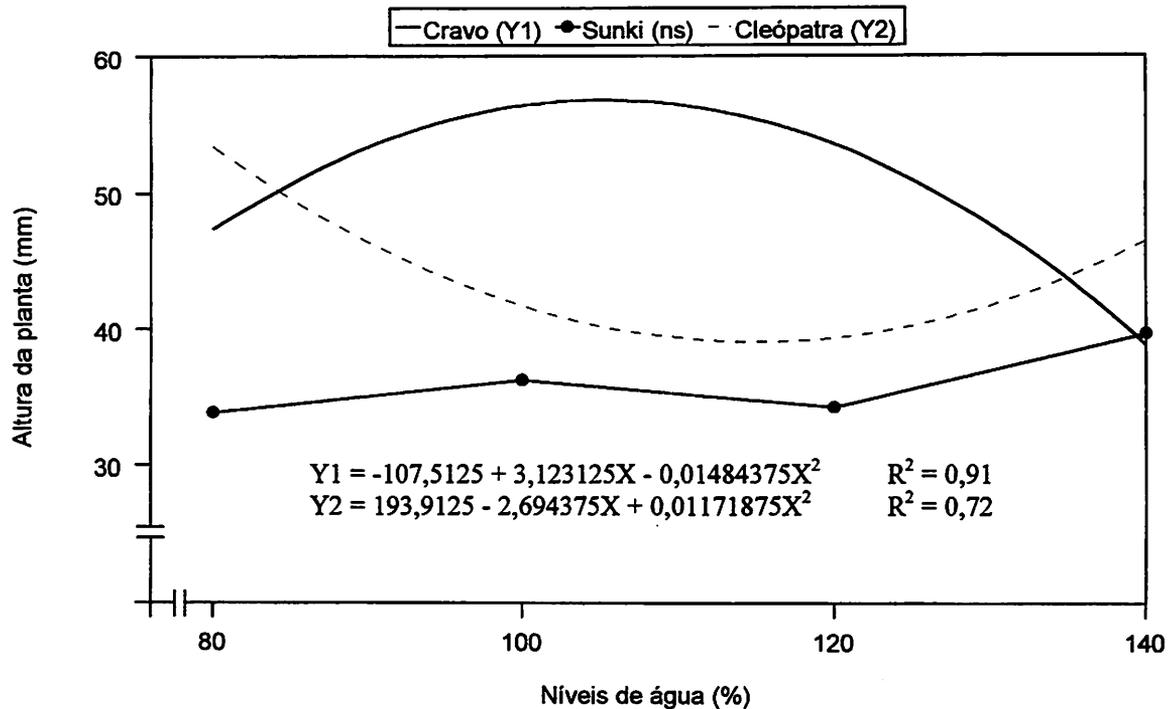


FIGURA 2 - Altura das plantas do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras , MG, 1996.

Alguns autores afirmam que o excesso de água no solo é prejudicial ao desenvolvimento de outras culturas. Conforme relatado por Luxmoore, Fischer e Stolzey (1973), longos períodos em solos com excesso de água, em experimentos de campo e em vasos com trigo, causaram decréscimo de até 73% na produtividade de grãos, determinado principalmente pela redução no peso médio dos grãos. O mesmo pôde ser observado por Vilela (1984), trabalhando também com trigo afirmando que quando 95% do volume total de poros do solo (VTP) estiverem ocupados por água, ocorre efeito prejudicial à produção de grãos, verificando-se também a senescência das folhas, diminuindo assim a área fotossintética pela menor duração de exposição da área foliar (Kramer, citado por Scheeren, Carvalho e Federizzi, 1995).

Com relação ao aproveitamento da água disponível no solo, Veihmeyer e Hendrickson, citado por Demattê, Moretifilho e Perecin (1982) afirmam que as variações do teor de umidade no solo, entre os limites da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente não afetam, em termos mensuráveis, os caracteres relacionados ao desenvolvimento das plantas. Os mesmos autores citam também que Barnes, em experiência com a cultura de cenoura, obteve maiores pesos das raízes e maiores pesos e altura das folhas com elevados teores de umidade disponíveis no solo enquanto que Hawthorn contraria esses resultados afirmando que houve aumento de produção quando a cultura de cenoura foi submetida à níveis médios de umidade no solo.

Resultados encontrados por Caixeta, Toledogarrido e Lima (1977) discordam do que aconteceu com o porta-enxerto 'Cravo', pois, ele afirma que a altura das plantas correlaciona-se linearmente com a quantidade de água aplicada, em irrigação, isto é, quanto maior o nível de água maior a altura das plantas.

Em experimentos realizados com milho foi verificado que o crescimento é influenciado pelo potencial matricial do solo, aumentando acentuadamente com o aumento do teor de umidade do solo, quando era mantida uma boa aeração (Haynes, citado por Almeida, 1982).

Vários autores citam que altos teores de água no solo não necessariamente são prejudiciais para o crescimento das plantas, se tal condição não interferir na aeração do solo, caso contrário acarretará uma deficiência de O_2 , iniciando nas plantas um processo de anaerobiose, com fermentação de carboidratos, transformando-os em álcool, o que ocasionará baixa produção de energia. Nesse sentido, Vomocil e Flocker citados por Black (1968), concluem que existe redução no crescimento (altura) e na produção dos vegetais.

Ainda na Figura 2, através da equação de regressão quadrática, observa-se que para o porta-enxerto 'Cleópatra' a maior altura, dentro do intervalo estudado, foi obtida com o nível de

80% de reposição de água correspondendo a 53 mm, decaindo à medida que aumentou-se o nível de reposição de água, atingindo a altura mínima de 39 mm no nível de 114%. Verifica-se também que, a partir deste ponto volta a haver pequeno incremento na altura das plantas, o qual poderia ser parcialmente explicado pelo trabalho semelhante de Macedo Júnior (1993), que afirma que a diminuição da água no solo entre as irrigações, provoca aumento na tensão da água no solo, o qual dependendo da temperatura na casa de vegetação, pode ser maior ou menor e, portanto, influenciando o crescimento das plantas. No caso presente a ocorrência de temperaturas elevadas no interior da casa de vegetação poderia ser um fator de aumento nas taxas de evapotranspiração de água aplicada nos vasos cultivados com plantas, reduzindo a umidade do solo num curto espaço de tempo após a irrigação, uma outra provável explicação seria a grande variabilidade do material. No caso específico da tangerineira 'Sunki' observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Hargreaves e Samani (1984) comentam que, quando pequena quantidade de água é aplicada, ela é quase totalmente utilizada pela cultura, mas as curvas de evapotranspiração e da resposta a água aplicada por irrigação, apesar de próximas, não são coincidentes. A relação produção (crescimento) - água aplicada, pode ser considerada linear até aproximadamente 50% da quantidade de água (W/m^2) que resulta na produção (crescimento) máxima. Para maiores quantidades de água aplicada, como foi visto para o porta-enxerto 'Cravo', a função começa a decrescer, refletindo as várias perdas de água que se desenvolveram próximas da condição de máxima produção. A curva de água aplicada $f(W/m^2)$ está próxima da reta da evapotranspiração $f(Et)$ para baixos níveis de aplicação de água, mas se afasta progressivamente da mesma para maiores níveis de irrigação.

Corroborando esses resultados, Slatier (1967) mostra que o fator água, tanto em abundância como em deficit é uma das variáveis ambientais que afetam o desenvolvimento, e que

mais preocupações tem dado aos pesquisadores. Marsh (1973) assinala que a saturação hídrica do solo é uma condição perigosa para às plantas, exceto por poucas horas, podendo causar maiores danos que a deficiência hídrica.

4.2 Diâmetro do coleto

Analisando o Quadro 4, verifica-se que para o fator diâmetro o efeito foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para espécie e para a interação entre espécies e níveis de reposição de água. O ajuste a modelos de regressão para os diferentes porta-enxertos está apresentado na Figura 3. No modelo ajustado para o limoeiro 'Cravo' verifica-se que houve aumento em diâmetro à medida que se aumentaram os níveis de reposição de água no solo, até o ponto máximo de 113 %, quando obteve-se diâmetro de 2,4 mm. Para a tangerineira 'Sunki' as equações polinomiais não forneceram bons ajustes e optou-se então por outro modelo de regressão não linear dado pela equação $Y = aX + b(X - c)Z$, onde $Z = 0$ para $X \leq c$ e $Z = 1$ para $X > c$. Através desta equação pode-se observar na mesma Figura 3 que para a tangerineira 'Sunki' à medida que se aumentaram os níveis de reposição de água no solo, ocorreu também um aumento no diâmetro do coleto, com um máximo ao nível de reposição equivalente a 97% resultando num diâmetro de 2,3 mm. Em ambos os casos, verifica-se ainda pela mesma Figura, que a partir desse ponto houve decréscimo no diâmetro.

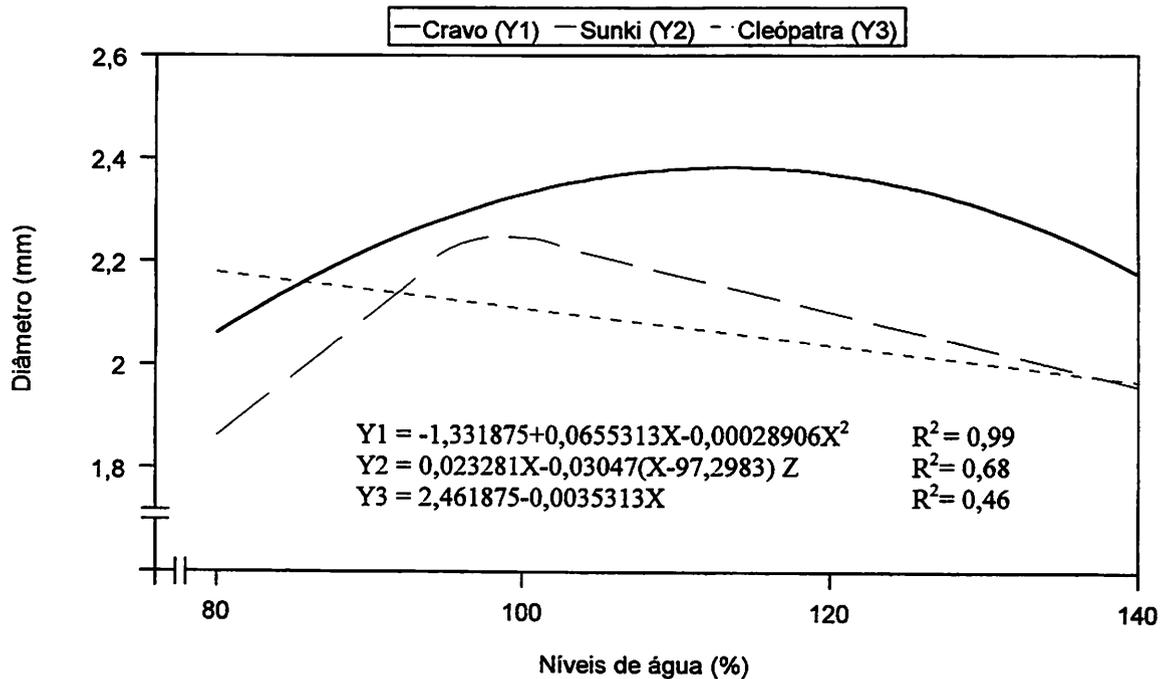


FIGURA 3 - Diâmetro do coleto das plantas do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFPA, Lavras, MG, 1996.

Pode-se também observar na Figura 3, que o maior valor em diâmetro do coleto aos níveis de reposição de água no solo, foi obtido pelo porta-enxerto 'Cravo', seguido da 'Sunki' e 'Cleópatra' respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos nos trabalhos realizados por Klar (1972) e Abreu et al. (1977) com cebola, quando mantinha-se o solo entre 75 e 100% de água disponível.

Reeder, Newmann e Worthington (1979), em experimentos com pessegueiros, verificaram maior diâmetro e altura de plantas com 90% de reposição de água no solo, muito próximo da capacidade de campo, concordando mais uma vez com os resultados encontrados no presente trabalho. Entretanto, no experimento presente os resultados discordam dos encontrados por Manica, Simão e Scardua (1975), com plantas matrizes de bananeiras, os quais verificaram

que na característica diâmetro ocorreu aumento linear à medida que se aumentaram os níveis de água disponíveis no solo. Ainda na Figura 3, 80% de reposição de água no solo para a tangerineira ‘Cleópatra’ resultou em maior diâmetro, decrescendo linearmente em níveis mais altos. Embora o modelo ajustado tenha apresentado coeficiente de determinação relativamente baixo (46%), os desvios de regressão foram não significativos pelo teste F, indicando que a variação não explicada pelo modelo pode ser desconsiderada. Esse resultado demonstra que esse porta-enxerto não é tão exigente em água em comparação com os outros dois.

Como pôde-se observar nas Figuras 2 e 3, os porta-enxertos reagiram diferentemente em relação aos níveis de reposição de água, concordando com Klar (1972), que trabalhou com a cultura da cebola em Piracicaba (S.P.), obtendo maiores valores quando utilizou teores mais elevados de umidade no solo: -0,5 e -1,0 bar, em comparação com os teores de -6,0 e -15,0 bar e quando trabalhou com gladiolos, verificou que as respostas foram diferentes, confirmando a hipótese que as plantas respondem diferentemente às variações de umidade no solo.

Uma possível explicação para a redução do diâmetro nos três porta-enxertos, à medida que se aumentou o nível de reposição de água no solo, corroborando dados de Willianson e Splinter (1969); Atwel e Steer citado por Pelacani (1993) e Doorenbos (1994), é que houve decréscimo de O_2 no meio, interferindo no metabolismo da planta, podendo também ter ocorrido lixiviação dos nutrientes, fatores esses que interferem no metabolismo das plantas.

4.3 Produção da matéria seca da parte aérea (PMSPA)

Conforme o Quadro 4, a interação entre as espécies e níveis de reposição de água no solo foi significativa, justificando seu desdobramento. O ajuste a modelos de regressão, para cada porta-enxerto está apresentado na Figura 4.

Para o porta enxerto 'Cravo', através do modelo de regressão cúbica, pode-se observar que houve um ganho em peso (mg) na PMSPA até 97 % de reposição de água no solo, quando atinge o peso máximo de 2,9 mg, registrando redução a partir desse ponto, atingindo o mínimo de 2,8 mg com 133 % de reposição de água, voltando a apresentar ligeiro aumento no final da curva. É importante notar que teve um ponto máximo com tendência a um declínio e que este aumento no final da curva pode não ter significado biológico sendo antes consequência do ajuste ao polinômio de 3º grau. Pode-se verificar ainda na mesma Figura 4, que o maior valor em resposta aos níveis de reposição de água no solo foi obtido pelo limoeiro 'Cravo', seguido da 'Cleópatra' e 'Sunki' respectivamente.

Não houve diferença significativa entre os níveis de reposição de água para a tangerineira 'Sunki'.

Para a tangerineira 'Cleópatra', a equação polinomial não forneceu bons ajustes e optou-se por um modelo de regressão dado por $Y = a + b(1/X)$. Também neste caso o coeficiente de determinação foi relativamente baixo (46%), mas a não significância dos desvios da regressão não invalidam o modelo. Na Figura 4, verifica-se que para este porta-enxerto dentro do intervalo estudado, com 80% de reposição de água no solo, alcançou-se o maior peso 2,9 mg. Assim sendo, esse resultado, concorda com a afirmativa anterior de que esse porta-enxerto não é muito exigente em água na fase inicial de desenvolvimento.

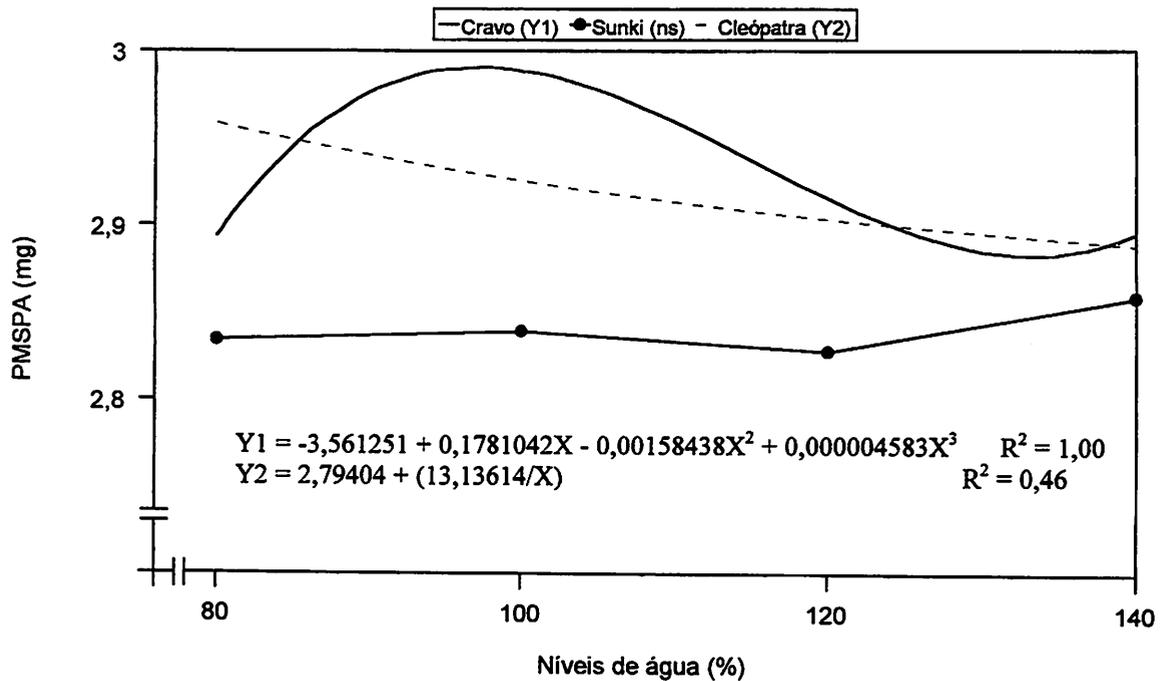


FIGURA 4 - Matéria seca da parte aérea (PMSPA) das plantas do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras , MG, 1996.

Observando-se a curva que ajusta os dados do limoeiro 'Cravo', verifica-se diminuição da PMSPA a partir de um ponto máximo. Isso pode ser comparado com os resultados de Williamson e Splinter (1969), que afirmaram que raízes desenvolvidas em solo com excesso de água (baixa condição de O_2) podem provocar redução na taxa de expansão das folhas, reduzindo então o seu peso em relação às plantas em condições normais. A lixiviação dos nutrientes com o excesso de água pode também ter interferido na redução da PMSPA, segundo Doorenbos (1994).

O desenvolvimento da parte aérea, principalmente das folhas, depende da produção ou multiplicação de células e de seu subsequente aumento em volume, e que para Hsiao (1973) é um dos processos mais sensíveis ao estresse de água, quer pelo excesso ou falta. Essa pode ser outra hipótese para tentar explicar baixos ganhos quando a umidade no solo se encontra próximo

ou abaixo do ponto de murcha permanente, ou muito acima da capacidade de campo. Farah (1981), em experimentos com fava, mostrou que a falta ou o excesso de água reduzem a área foliar, a matéria seca e que os rendimentos biológicos de plantas decresceram com os tratamentos úmido, meio úmido e seco respectivamente. Hostalácio (1983), estudando o crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão, afirma que tanto o excesso como a escassez de água prejudicam o crescimento da parte aérea e da raiz. Esses resultados são semelhantes aos encontrados neste trabalho, os quais corroboram afirmações de Freire et.al. (1980) e Vilela (1984), que tanto o excesso como a escassez de água no solo é prejudicial à PMSPA. Trabalho realizado com milho em casa de vegetação por Freire et.al. (1980), com o mesmo tipo de solo, mostrou produções máximas de matéria seca da parte aérea a tensões da água no solo, próximas à capacidade de campo, o que confirma os resultados encontrados na Figura 4 para o limoeiro 'Cravo'. Cogo e Guerra (1978) encontraram resultados semelhantes, onde o maior rendimento na PMSPA de sorgo foi para o nível de umidade correspondente a 0,01 Mpa de tensão mátrica. Os mesmos autores também encontraram com esta mesma tensão mátrica, maior produção de matéria seca da parte aérea de milheto.

Estes resultados confirmam mais uma vez a importância da água na manutenção do potencial de turgescência celular, principalmente durante a fase de intenso crescimento vegetativo, para que ocorra o alongamento celular pelo processo de vacuolização e conseqüentemente o crescimento das plantas, conforme Kramer (1969), Hsiao e Acevedo (1974).

4.4 Produção de matéria seca da raiz (PMSR)

Pela análise de variância apresentada no Quadro 4, para produção de matéria seca da raiz, houve significância ao nível de 1% de probabilidade para espécie e para a interação entre espécie e níveis de reposição de água, justificando o desdobramento desta última.

De acordo com o modelo de regressão ajustado para o limoeiro 'Cravo', a maior PMSR foi obtido com 116 % de reposição de água, o que corresponde a 2,9 mg de PMSR, a partir do qual se iniciou um decréscimo (Figura 5). Nessa mesma Figura 5 pode-se verificar que a maior resposta aos níveis de reposição de água na produção de mudas em relação a PMSR foi obtido pela tangerineira 'Cleópatra' seguida do limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Sunki' respectivamente.

Para esta característica também não houve diferenças significativas entre os níveis de reposição de água no solo para a tangerineira 'Sunki'.

Verifica-se também pela Figura 5, que a equação de regressão quadrática, proporcionou bom ajuste dentro do intervalo estudado, que com o nível de 80% de reposição de água a tangerineira 'Cleópatra' alcançou o maior peso (2,9 mg). À medida que os níveis de água no solo aumentam, verifica-se decréscimo da PMSR até atingir um ponto mínimo de 2,8 mg, sendo que a partir deste ponto voltou a ter um pequeno ganho. As mesmas considerações já discutidas anteriormente na característica altura servem para este parâmetro. Por outro lado pode-se interpretar o final da curva como tendência à estabilização, e que o pequeno aumento verificado pode não ter significado biológico.

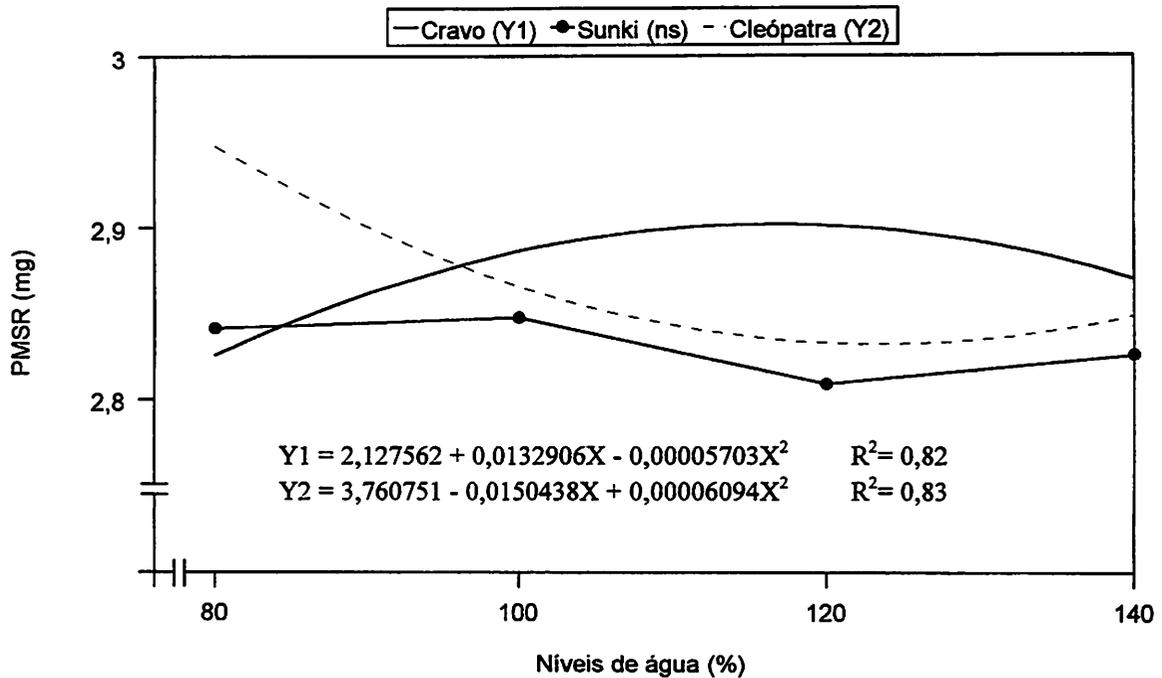


FIGURA 5 - Matéria seca da raiz (PMSR) das plantas do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) nos diferentes níveis de reposição de água no solo, durante a fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras, MG, 1996.

Os melhores resultados encontrados para PMSR do porta-enxerto 'Cravo', foram pouco acima da capacidade de campo, concordam com os de Macedo Júnior (1993) onde o desenvolvimento de raízes aumentou em geral com os níveis de água sendo que a maior produção de matéria seca das raízes foi obtida com tensão matricial correspondente à capacidade de campo.

Cogo e Souza (1978) não encontraram diferença na média de PMSR, entre os níveis de umidade do solo equivalentes a 0,01 e 0,03 Mpa de tensão matricial, sendo ambos superiores ao nível de tensão mátrica de 0,10 Mpa. Isto evidencia, de certa forma, maior eficiência na capacidade de absorção do sistema radicular submetido ao nível de 0,01 Mpa de tensão mátrica, correspondente às condições de capacidade de campo, para o solo utilizado neste

trabalho, em função da presença de maior quantidade de água no solo sem que altere a aeração do solo.

O comportamento do porta-enxerto 'Cleópatra' mostra que ele não é muito exigente em água, sendo que com 80% de reposição de água foi suficiente para obter maior PMSR. À medida que foi aumentando o nível de água, segundo Atwel e Steer, citado por Pelacani (1993) e Doorenbos (1994), pode ter ocorrido estresse pelo decréscimo da concentração de O₂ no meio, acarretando uma série de distúrbios no metabolismo da planta que manifestam-se através de alterações no seu crescimento e desenvolvimento, bem como a lixiviação de nutrientes. O mesmo ocorreu para PMSPA, altura e diâmetro.

Segundo Pires (1992), a resposta dos citros à irrigação depende do suprimento de água, tanto na fase de desenvolvimento, como nos estágios anteriores. Dessa forma, o manejo das irrigações deve ser adequado em todas as fases de desenvolvimento da cultura.

4.5 Eficiência do uso da água (E.U.A.)

No Quadro 5, são mostrados os valores da E.U.A., correspondendo a valores provenientes da produção de matéria seca em função da quantidade de água adicionada nos vasos, com plantas de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação, os quais apresentaram uma variação entre 0,22 - 0,41 mg MS/g água.

QUADRO 5 - Eficiência do uso da água (E.U.A.) do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e das tangerineiras 'Sunki' (*Citrus sunki* Tanaka) e 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.), submetidos a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

P.E.	Níveis de Reposição de Água (%)	Volume Total Médio (cm ³)	MSPA Média (mg)	MSPR Média (mg)	E.U.A. (mg MS/g água)	
					PA	PR
Cravo	80%	7,10	2,89	2,82	0,41	0,40
	100%	8,94	2,98	2,90	0,33	0,32
	120%	10,61	2,91	2,88	0,27	0,27
	140%	12,44	2,89	2,87	0,23	0,23
Sunki	80%	7,10	2,83	2,84	0,39	0,40
	100%	8,94	2,83	2,84	0,31	0,32
	120%	10,61	2,82	2,80	0,27	0,26
	140%	12,44	2,85	2,82	0,23	0,22
Cleópatra	80%	7,10	2,97	2,95	0,41	0,41
	100%	8,94	2,88	2,83	0,32	0,31
	120%	10,61	2,93	2,86	0,27	0,26
	140%	12,44	2,87	2,84	0,23	0,22

A melhor eficiência do uso da água foi observado no tratamento com 80% de reposição de água para os três porta-enxertos utilizados. No mesmo Quadro 5 observa-se que à medida que se aumentou os níveis de reposição de água, obteve-se menores valores para E.U.A.. A figura 6 ilustra o comportamento da E.U.A. para a característica de peso da matéria seca da parte aérea, confirmando a tendência do Quadro 5, anterior.

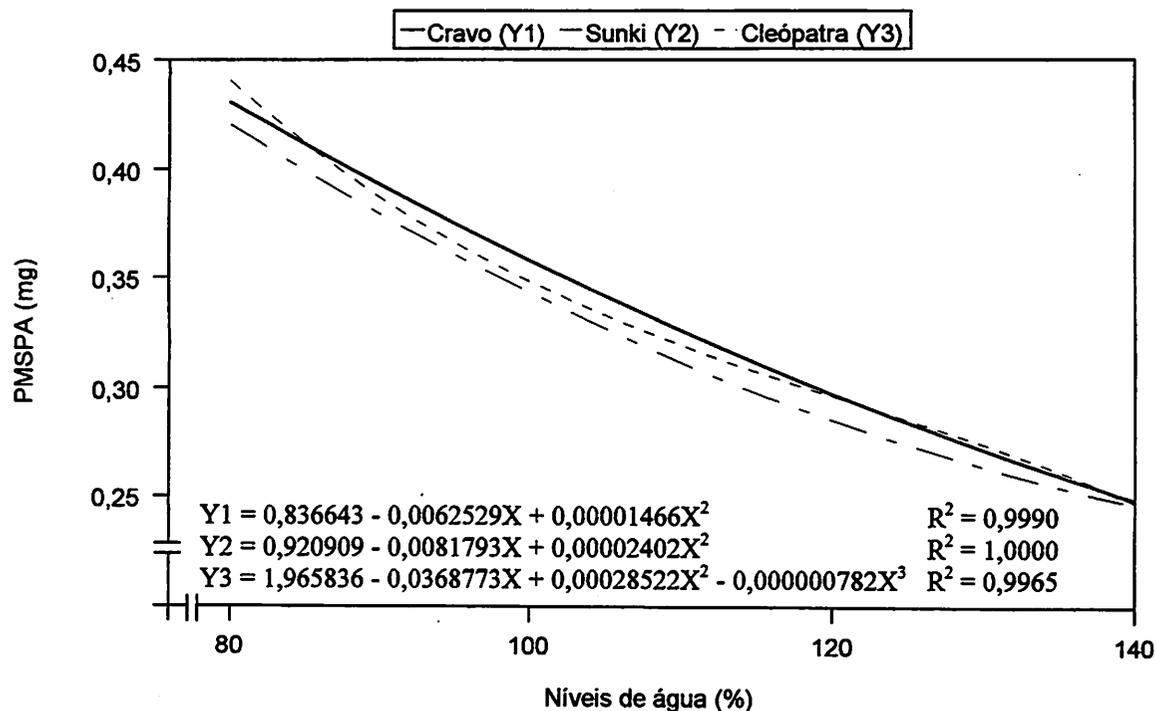


FIGURA 6 - Eficiência do uso da água em relação à PMSPA, submetidas a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

Semelhante à Figura anterior, verifica-se na Figura 7 o comportamento do peso da matéria seca do sistema radicular, evidenciando que os três porta-enxertos apresentaram comportamentos similares, tendo maior eficiência com 80% de reposição de água no solo.

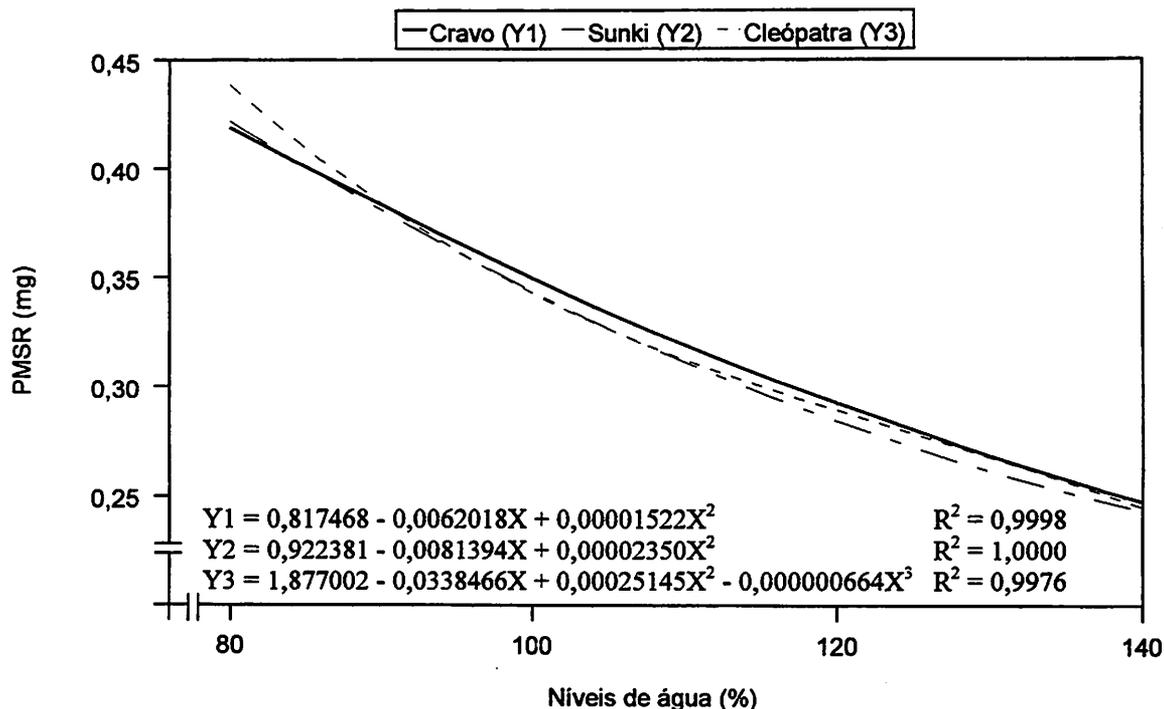


FIGURA 7 - Eficiência do uso da água em relação à PMSR, submetidas a diferentes níveis de reposição de água no solo, cultivados em sacos plásticos em casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

Em ordem crescente, quanto aos níveis de reposição de água, pode-se constatar que ocorre redução média de 44% de perda na E.U.A., ou seja, à medida que aumenta o nível de água, diminui a eficiência das plantas em produzir matéria seca.

A ocorrência de temperaturas elevadas no interior da casa de vegetação, influenciando o processo de evapotranspiração, possivelmente afetou a E.U.A., pelo aumento do consumo de água.

Em locais onde a água é fator limitante para o crescimento das culturas, um aumento na E.U.A. através da eliminação ou redução do uso da água não produtiva conduzirá a um aumento na transpiração e produção. Em culturas irrigadas, a E.U.A. pode ser aumentada pelo melhoramento na eficiência dos sistemas de condução e aplicação de água, bem como a otimização no tempo e distribuição da irrigação, de acordo com Stanhil (1986). O mesmo autor cita também que os valores da E.U.A. podem sofrer uma redução de 20% em culturas anuais, com

suprimento hídrico inadequado e, para espécies perenes onde a evaporação não é prevenida, essa redução pode chegar a 50%.

4.6 Considerações Finais

O Quadro 6 abaixo, apresenta um resumo das médias das características altura da planta, diâmetro do coleto e produção da matéria seca da parte aérea e da raiz para os três porta-enxertos estudados.

QUADRO 6 - Médias obtidas para as características altura da planta, diâmetro do coleto, produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e produção da matéria-seca da raiz (PMSR). UFLA, Lavras, MG, 1996.

Características	Porta-Enxerto		
	'Cravo'	'Sunki'	'Cleópatra'
Altura da planta (mm)	49,0	45,2	36,0
Diâmetro do coleto (mm)	2,2	2,1	2,0
PMSPA (mg)	2,9	2,9	2,8
PMSR (mg)	2,9	2,9	2,8

Verifica-se nesse Quadro 6, que o limoeiro 'Cravo' para a característica altura e diâmetro foi o que apresentou melhor desempenho (49,0 e 2,2 mm) seguido da 'Sunki' e 'Cleópatra', respectivamente. Para a PMSPA e PMSR não houve diferença na expressão dessas características.

Como foi observado no decorrer do trabalho a tangerineira 'Sunki' quando comparada aos outros dois porta-enxertos, apesar de apresentar valores inferiores em relação ao

limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Cleópatra' deve ser levada em consideração. Verifica-se no presente estudo que para todas as características com exceção do diâmetro do coleto, este porta-enxerto apresentou diferenças significativas estatisticamente. Deve-se registrar que esses resultados são importantes, pois foi observado que esse porta-enxerto mostrou-se insensível aos níveis de reposição de água no solo.

Encontra-se no apêndice uma sugestão para cálculo com todos os passos a serem seguidos para extrapolação de dados para reposição de água no solo, podendo-se constituir assim numa técnica alternativa para reposição de água no solo durante a fase inicial de crescimento de porta-enxertos cítricos.



CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido sugere-se as seguintes conclusões:

- 1) Os níveis de reposição de água no solo influenciam no crescimento das plantas de porta-enxertos cítricos;
- 2) Em média, a reposição de água ideal para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' deve ser 108%, próximo da capacidade de campo;
- 3) O porta-enxerto tangerineira 'Sunki' mostrou ser insensível à reposição de água no solo;
- 4) O porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra' não é muito exigente em água na primeira fase de desenvolvimento;
- 5) Melhor eficiência do uso da água se dá para os três porta-enxertos com 80% de reposição de água no solo;
- 6) O controle da irrigação a partir da lâmina evaporada de saquinhos plásticos com terra (sacos controle), porém sem plantas, demonstra ser uma técnica simples e eficaz para o manejo da irrigação na fase inicial de produção de mudas de porta-enxertos cítricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, T.A. dos S.; MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, E.N.; CHOUDHURY, M.M. Produção de cebola sobre diferentes regimes de irrigação. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE OLERICULTURA DO BRASIL, 17, Juazeiro, 1977. **Anais . . . Juazeiro: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1977. v. 1, p. 51-52.**
- ALMEIDA, E.C. de. **Efeito de faixas de potencial matricial do solo sobre o crescimento do milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação.** Viçosa: UFV, 1982. 44 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola.** 2 ed. rev. Jaboticabal: FCAV - UNESP, 1992. 247 p.
- BLACK, C.A. **Soil-Plant relationship.** 2 ed., New York: John Willey and Sons, 1968. 792 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Normais Climatológicos 1961-1990.** Brasília, 1992. 84p.
- BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, New York, v. 28: p. 161-234. 1976.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 5 ed., Viçosa, UFV, 1989. 596 p.
- BERETTA, M.J.G.; LEFÈVRE, A.F.V. Declínio: resistência de variedades e pesquisas recentes. **Laranja**, Cordeirópolis, v.1, n. 7, p. 71-96, 1986.
- BURMAN, R.D.; NIXON, P.R.; WRIGHT, J.L.; PRUITT, W.O. Water requirements. In: Jensen, M.E. (ed.) **Design and operation of farm irrigation systems.** St Joseph: ASAE, 1983. p. 189-232. (ASAE monograph, 3).
- CAIRO, P.A.R. **Aspectos biofísicos e metabólicos de plantas jovens de espécies florestais associados à disponibilidade de água no solo.** Lavras: ESAL, 1992. 124p. (Tese-Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- CAIXETA, J.J.; TOLEDOGARRIDO, M.A.; LIMA, C.A.S. Determinação de parâmetros de infiltração em sulcos. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Atividades de pesquisa agropecuária do Vale do Sapucaí**, Belo Horizonte, 1977. p.82-87.

- COGO, N.P.; GUERRA, M. Água no solo e rendimento de culturas em experimentos em casa de vegetação. I: Sorgo (*Sorghum vulgae*), em solos Vertissolo, Latossolo Roxo Distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. Campinas, v.2, n.1, p. 10-13, jan./abr. 1978.
- COGO, N.P.; SOUZA, L.S. Água no solo e rendimento das culturas em casa de vegetação.II: Milheto em solo Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 2, n. 1, p. 13-6, jan./abr. 1978.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 42, n.234, p. 1-16. jan. 1991.
- DEMATTE, J.B.I.; MORETIFILHO, J.; PERECIN, D. Irrigação subterrânea por tubos porosos de Stauch e irrigação por aspersão com diferentes níveis de água disponível no solo. Influência sobre o desenvolvimento e a produção da cultura da cenoura (*Dacus carota* L.). **Científica**, Jaboticabal, v.10, n. 1, p. 63-71, 1982.
- DONADIO, L.C.; CABRITA, J.R.M.; SEMPIONATA, O.R.; PARO, M. Tangerina Cleópatra: vantagens e desvantagens como porta-enxerto na citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v.14, n.2, p. 565-579, 1993.
- DOORENBOS, J. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.
- FARAH, S.M. An examination of the effects of water stress on leaf growth of crops of field beans (*Vicia faba* L.). **Journal of Agricultural Science**. London v.96, n. 1, p.337-46, February, 1981.
- FARIA, D.S. Fundamentos de engenharia e agrônômicos em irrigação localizada. **Laranja**, Cordeirópolis, v.11, n. 2, p. 511-61, 1990. ✖
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a diferentes níveis de água em solos da região de Lavras -MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.4, n.1, p. 5-8, 1990.
- FREITAS JÚNIOR, E. de; SILVA, E.M. da. Uso de centrífuga para determinação da curva de retenção de água no solo em uma única operação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.1423-1428, novembro, 1984.
- GARCIA, A. Mercado internacional do suco na década de 90. **Laranja**, Cordeirópolis, vol. 11, n. 2, p. 323-361, 1990.
- GARGANTINI, V.M.S. **Produção e qualidade forrageira de *Centrosema pubescens* Benth e *Galactia striata* D.C. cultivadas sob déficit hídrico cíclico, na fase de estabelecimento**. Viçosa: UFV, 1980. 67 p. (Tese-Mestrado em Fisiologia Vegetal).

- GENÚ, P.J. da C. **Teores de micro e macronutrientes em folhas de porta-enxertos cítricos (*Citrus* spp.) de pés-francos e em folhas de tangerineiras 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) enxertadas sobre os mesmos porta-enxertos.** Piracicaba: ESALQ, 1985, 156 p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental.** São Paulo: Nobel, 1985, 466p.
- GREVE, A.; PRATES, H.S.; MÜLLER, G.W. Produção de borbulhas certificadas de citros no Estado de São Paulo. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. eds. **Citricultura Brasileira.** 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 302-347.
- HARGRAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Economics considerations of deficit irrigation. I. **Irrigation Drainage Engineering.** New York, v.110, n. 2, p. 243-358, June, 1984.
- HILLER, A.E. Quantitative evaluation of crops drainage requirements. Michigan, **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.12, n. 4, p.449-505, 1969.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p.519-70, 1973.
- HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E. Plant response to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.14, n. 1/2, p.59-84, Nov. 1974.
- HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E.; FERERES, E.; HENDERSON, D.W. Water stress, growth and development. **Philippines Transaction Royal Society**, Londres, v.273, n.10, p. 479-500, June, 1976.
- HOFFMANN, R.; VIEIRA, S. **Análise de regressão : uma introdução a econometria.** São Paulo: Hucitec, 1977. 339 p.
- HOSTALÁCIO, S. **Estudo de alguns aspectos físicos, bioquímicos e anatômicos no crescimento e desenvolvimento do feijão em diferentes regimes de irrigação.** Campinas: Universidade Federal de Campinas, 1983, 144 p. (Tese - Doutorado em Biologia Vegetal).
- IMPASSE na citricultura. **Circuito Agrícola**, São Paulo, v.3, n.28, p.11, jul/ag. 1995.
- JONES, M.M.; TUNER, N.C. Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficit. **Plant Physiology**, Maryland, v.61, n.1, p. 122-26, Jan. 1978.
- KANEMASU, E.T.; TANNER, G.B. Stomatal diffusion resistance of snap beans. I. Influence of leaf-water potential. **Plant Physiology**, Riverside, v.44, n. 10, p. 1547-1552, Oct. 1969.
- KLAR, A.E. **Influência de umidade no solo sobre a cultura de cebola.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1967, 77 p. (Dissertação- Mestrado em Irrigação e drenagem).
- KLAR, A.E. **Avaliação das necessidades hídricas das culturas de gladiolos e da cebola.** Piracicaba: ESALQ/ESP, 1972, 93 p. (Dissertação-Mestrado em Irrigação e Drenagem)

- KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: McGraw-Hill Book Co., 1969. 482 p.
- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, n. 1, p.31-5, Jan./feb. 1963.
- KÖEPPEN, W. '**Roteiro para classificação climática**'. s.d., s. ed., 1970. 6p. (não publicado, mimeografiado).
- KOLLER, O.C.; COITINHO, L.G.L. Comportamento de diversos porta-enxertos para a laranja 'Baianinha' (*Citrus sinensis* osbeck). **Revista da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p.29-51, outubro, 1975. ✖
- KOLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre, Ed. Rigel, 1994, 446 p. ✖
- LEITE JÚNIOR, R.P. Cultivares de copa e porta-enxertos. In: **A citricultura no Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1992. p. 91-116. (Circular, 72). ✖
- LEEDER, M.R. **Sedimentology Process an Product**. Boston, 1982. 344p.
- LUXMOORE, R.J.; FISCHER, R.A.; STOLZEY, L.H. Flooding and soil temperature effects on wheat during grain filling. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, n.2, p.361-364, March/April, 1973.
- MACEDO JÚNIOR, E.K. **Comportamento biofísico e agrônômico de plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidos a cinco níveis de tensão matricial da água no solo**. Lavras: ESAL, 1993, 103 p. (Dissertação - Mestrado em irrigação e drenagem).
- MANICA, I.; SIMÃO, S.; SCARDUA, R. Irrigação em sulcos e sua influência no crescimento e produção de plantas matrizes de banana (*Musa cavendishi* Lambert) cv. 'Nanicão'. **Revista Ceres**, Viçosa, v.22, n.120, p. 88-108, março/abril, 1975.
- MARSH, A.W. Irrigation. In: REUTHER, W., ed. **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1973, v.3, cap.8, p. 230-79.
- MEYER, D.; ANDERSON, D.; BOHNING, R.; FRATIANNE, D. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2. ed. Coimbra: Ed. S.A.R.L., 1983. 710 p.
- NADAY, M.J. Considerações sobre irrigação das laranjeira. **Laranja**, Cordeirópolis, vol. 11, n. 2, p. 503-10, 1990. ✖
- NEVES, E.M. Agrobusiness da laranja. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 19 jun. 1996. Agrofolha, p.4, c 1.2
- OLIVEIRA, M.S. **Efeito do déficit hídrico aplicado em diferentes fases do ciclo fenológico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Eriparsa**. Lavras: ESAL, 1987. 60p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia Fitotecnia).

- PELACANI, C.R. **Estratégias de sobrevivência de espécies herbáceas em áreas inundáveis e comportamento fisiológico de espécies arbóreas e arbustivas submetidas à condições de inundação do sistema radicular.** Lavras: ESAL, 1993, 101 p. (Dissertação - Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- PIRES, R.C. Manejo da água na irrigação dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 1, p. 237-60, 1992.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In; RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. eds. **Citricultura Brasileira.** 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 265-280.
- QUEIROZ, E.F. de. **Quantificação da oferta hídrica sobre a resposta da soja (*Glycine max* (L) Merrill) à época de plantio na região norte do Paraná.** Piracicaba: ESALQ, 1988. 295 p. (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- RAMOS, J.D. **Caracterização fenotípica do fruto, micropropagação e germinação de sementes do porta-enxerto tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex.Tan.).** Lavras: ESAL, 1994. 85p. (Tese Doutorado em Agronomia Fitotecnia).
- REEDER, B.D.; NEWMANN, J.S.; WORTHINGTON, J.W. Effect of tricle irrigation on peaches trees. **Horticultural Science**, Alexandria, v.14, n.1, p.36-7, February, 1979.
- REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M.G. (coord.) **Fisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1979. V.1, P.3-25.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.** 3 ed. Piracicaba, Fundação Cargill, 1975, 286 p.
- RICHARDS, L.A.; FIREMAM, M. Pressure plate apparatus for measuring moisture sorptions and transmission by soils. **Soil Science**, Baltimore, v.56, n. 2, p.395-404, February, 1943.
- RODRIGUEZ, O.; ROSSETTI, V.V.; MÜLLER, G.W.; MOREIRA, C.S.; PRATES, H.S.; DE NEGRI, J.D.; GREVE, A. Declínio de plantas cítricas em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, Pelotas, 1979. **Anais . . .** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979, p. 927-932.
- RUSSEL, P.J.; RICHARDS, L.A. The determination of the soil moisture energy relations by centrifugation. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 3, p. 65-9, 1938.
- SA, M.E. de **Relações entre a qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill).** Piracicaba: ESALQ, 1987. 147p. (Tese de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SANCHEZ, A.C.; RAIJ, B.VAM; BLASCO. E.E.A.; MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; CANTRELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DENEGRÍ, J.D.; RODRIGUEZ, O.; BATAGLIA, O.C. Recomendação e calagem para citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, 1994. 27 p. (Edição Especial).

- SILVA, J.A. Efeito da umidade do solo no desenvolvimento de mudas de cebola (*Allium cepa* L.) Piracicaba: ESALQ/USP, 1986, 64p. (Dissertação-Mestrado em Irrigação e Drenagem)
- SILVA, O.M.da. Choques e conseqüências no mercado internacional de suco de laranja. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 13-34, 1994.
- SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.30, n. 5, p. 605-619, maio, 1995.
- SLATYER, R.O. **Plant water relationships**. London: Academic Press. 1967. 366p.
- SQUIRE, R.O.; ATTIWILL, P.M.; NEALES, T.A. Effects of changes of available water and nutrients on growth, root development and water use in *Pinus radiata* seedlings. **Australian Forest Research**, Victoria, v.17, n.2, p.99-111, nov. 1987.
- STANHILL, G. Water use efficiency. **Advance in Agronomy**, New York, v. 39, p. 53-83, 1986.
- STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980, 471 p.
- SOARES FILHO, W. dos. **Influência do porta-enxerto no desenvolvimento dos citros**. Piracicaba: ESALQ, 1981, 40 p.
- TEÓFILO SOBRINHO, J.; FIGUEIREDO, J.O. de. Diversificação do uso de porta-enxertos na agricultura paulista. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 5, n.1, p. 403-17, 1984. ✖
- VILELA, E.de A. **Efeito de níveis de água no solo e do estresse hídrico nos estágios de perfilhamento e floração em cultivares de trigo**. São Carlos: UFSC, 1984, 101 p. (Tese - Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais).
- VIEIRA, D.B. Controle da irrigação em citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 11, n. 5, p. 121-32, 1984. ✖
- VIEIRA, D.B. Planejamento de irrigação em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 2, n. 7, p. 481-88, 1986. ✖
- YANG, S.J.; JONG, E. Effect of aerial environmental and soil water potentials on the transpirations and energy status of water in wheat plants. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, n. 5, p.574-578, Sept./oct. 1972.
- YU, P.T.; STOLZEY, L.H.; LETEY, J. Survival of plant under prolonged flooded conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n.1, p. 844-47, Jan./Feb. 1969.
- ZELITCH, I. **Photosynthesis, photorespiration, and plant productivity**. New York: Academic Press, 1971. 347 p.
- WILLIAMSON, R.E. The effect of rool aeration plant growth. **Soil Science Society American of Proceeding**, Madison, v. 28; n. 1, p. 86-90, Febuary 1964.

WILLIAMSON, R.E.; SPLINTER, W.E. Effect light intensity, temperature and root gaseous environment on growth of *nicotina tabacum* L. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n.1, p. 258-68, Jan./Feb. 1969.

APÊNDICE

QUADRO 1A - Resumo da análise de regressão para a característica altura da planta, UFLA,
Lavras, MG, 1996.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.
Espécie	2	2858,083333	1429,041666 **
Água d. 'Cravo'	3	1601,250000	533,750000 **
Reg. linear	1	324,900000	324,900000 N.S.
Reg. Quadrática	1	1128,125000	1128,125000 **
Reg. Cúbica	1	148,225000	148,225000 N.S.
Água d. 'Sunki'	3	166,250000	55,416666 N.S.
Água d. 'Cleópatra'	3	1285,375000	428,458333 **
Reg. linear	1	216,225000	216,225000 N.S.
Reg. Quadrática	1	703,125000	703,125000 *
Reg. Cúbica	1	366,025000	366,025000 N.S.
Resíduo	84	8828,000000	105,095238

QUADRO 2A - Resumo da análise de regressão para a característica diâmetro do coleto, UFLA,
Lavras, MG, 1996.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.
Espécie	2	0,680677	0,340338 **
Água d. 'Cravo'	3	0,488437	0,162812 *
Reg. Linear	1	0,060062	0,060062 N.S.
Reg. Quadrática	1	0,427812	0,427812 **
Reg. Cúbica	1	0,000562	0,000562 N.S.
Água d. 'Sunki'	3	0,975859	0,325286 **
Regressão	1	0,674500	0,674500 *
Desvio	2	0,301300	0,150600 NS
Água d. 'Cleópatra'	3	0,433359	0,144453 *
Reg. Linear	1	0,199515	0,199515 *
Reg. Quadrática	1	0,131328	0,131328 N.S.
Reg. Cúbica	1	0,102515	0,102515 N.S.
Resíduo	84	4,194999	0,049941

QUADRO 3A - Resumo da análise de regressão para a característica produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), UFLA, Lavras, MG, 1996.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.
Espécie	2	0,036702	0,018356 **
Água d. 'Cravo'	3	0,047500	0,015833 *
Reg. Linear	1	0,001690	0,001690 N.S.
Reg. Quadrática	1	0,026450	0,026450 *
Reg. Cúbica	1	0,019360	0,019360 *
Água d. 'Sunki'	3	0,004384	0,001461 N.S.
Água d. 'Cleópatra'	3	0,046500	0,015500 *
Regressão	1	0,021930	0,021930 *
Desvio	2	0,024570	0,012285 NS
Resíduo	84	0,407127	0,0048502

QUADRO 4A - Resumo da análise de regressão para a característica produção de matéria seca da raiz (PMSR). UFLA, Lavras, MG, 1996.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.
Espécie	2	0,142319	0,071159 **
Água d. 'Cravo'	3	0,030909	0,010303 *
Reg. Linear	1	0,008850	0,008850 N.S.
Reg. Quadrática	1	0,016653	0,016653 *
Reg. Cúbica	1	0,005405	0,005405 N.S.
Água d. 'Sunki'	3	0,007165	0,002388 N.S.
Água d. 'Cleópatra'	3	0,074875	0,024958 **
Reg. Linear	1	0,042902	0,042902 **
Reg. Quadrática	1	0,019012	0,019012 *
Reg. Cúbica	1	0,012960	0,012960 N.S.
Resíduo	84	0,288150	0,003430

Passos a serem seguidos para extrapolação de dados, na reposição de água no solo, durante a fase inicial de produção da muda:

⇒ Pesar os 10 sacos controle, ou seja, os sacos com o mesmo tipo de solo porém sem planta. Anota-se o quanto de água que perdeu, completando novamente para a capacidade de campo que já foi determinada anteriormente;

⇒ Dividir a média da perda de água pela área do saquinho, para poder encontrar a lâmina d'água a ser jogada;

⇒ A reposição (%) será realizada de acordo com o porta-enxerto utilizado;

Observação: Se a irrigação a ser realizada for através de aspersores devemos dividir a vazão do microaspersor pela área do espaçamento destes, onde vamos obter X mm/h, e através de uma regra de 3 iremos descobrir quantas horas de funcionamento destes microaspersores.

⇒ Se a irrigação for realizada através de regadores, devemos apenas transformar a lâmina a ser jogada (mm) para l/m²;

Exemplo:

⇒ Pesa-se os 10 sacos controle. Verifica-se que perdeu 800g. Divide-se por 10 para achar a média (80 g/saco);

⇒ Supondo-se que o diâmetro do saco seja 15 cm. Calcula-se a área deste saco pela fórmula:

$$A = \pi D^2 / 4 \Rightarrow = 3,1416 \times 15^2 / 4 \Rightarrow = 3,1416 \times 225 / 4 \Rightarrow = 176,7 \text{ cm}^2$$

⇒ Dividir a perda de água (g) pela área do saco cm²

$$\text{Lâmina a ser aplicada} = \frac{80 \text{ g (ou } 80 \text{ cm}^3\text{)}}{176,7 \text{ cm}^2} = 0,45 \text{ cm ou } 4,5 \text{ mm}$$

⇒ A vazão dos microaspersores utilizados no viveiro é de 80 l/h e estão espaçados de 4 X 5 m.

$$\text{Cada microaspersor joga } \frac{80 \text{ l/h}}{20 \text{ m}^2} = \frac{4 \text{ l/m}^2}{\text{h}} = 4 \text{ mm/h}$$

A lâmina que deve ser jogada como visto anteriormente é 4,5mm.

1 hora-----4 mm

X hora-----4,5 mm

X= 1 hora e 12 minutos que os aspersores deverão ficar ligados para elevar à capacidade de campo.

⇒ Se for realizar a irrigação com regadores é somente extrapolar 4,5 mm que é igual a 4,5 l/m²

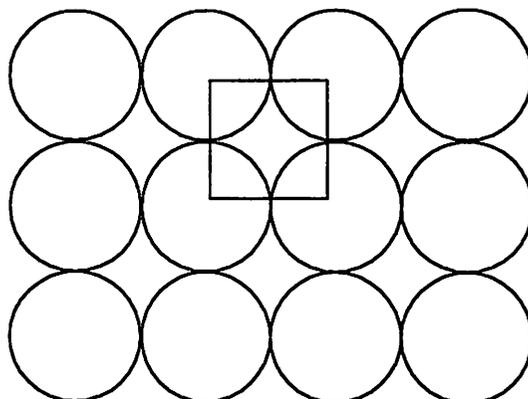
Observação: Todos estes resultados só podem ser extrapolados para viveiros que realizam irrigações diárias.

Através de cálculos matemáticos pode-se chegar às seguintes conclusões, segundo

Leeder (1982):

1) Se o arranjo dos sacos no viveiro forem um do lado do outro:

Exemplo:

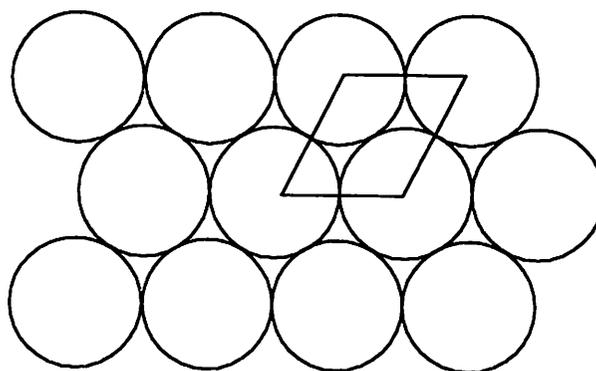


O aproveitamento da água de irrigação é $\pi/4$, o que significa 78,54%.

Perde-se $1 - \pi/4$, o que significa 21,46%.

2) Se o arranjo dos sacos no viveiro forem um entre dois:

Exemplo:



O aproveitamento da água de irrigação é $\pi/4 \text{sen } 60^\circ$, o que significa 90,69%.

Perde-se $1 - \pi/4 \text{sen } 60^\circ$, o que significa 9,31%.

Conclui-se com isso que perde-se menos água se os sacos forem arrumados do modo número 2.