

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**INFLUÊNCIA DA COR E DO TAMANHO DE VASOS PLÁSTICOS NA
EVAPORAÇÃO DE ÁGUA E TEMPERATURA DO SUBSTRATO**

CELSO DANIEL FIORAVANTI

Trabalho de Graduação
apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP, como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

ILHA SOLTEIRA – SP

Junho de 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**INFLUÊNCIA DA COR E DO TAMANHO DE VASOS PLÁSTICOS NA
EVAPORAÇÃO DE ÁGUA E TEMPERATURA DO SUBSTRATO**

CELSO DANIEL FIORAVANTI

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Maria Monteiro de Castilho

Trabalho de Graduação
apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP, como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

ILHA SOLTEIRA – SP

Junho de 2006

“O poder de produzir riquezas
é infinitamente mais importante
que a riqueza em si.”

(...)

À minha noiva **Karina**, pelo apoio e pela presença nos momentos difíceis. Por todo sacrifício da distância, vencidos com paciência, amor e carinho. És minha fonte de inspiração. Obrigado por sua existência.

Te amo

DEDICO

Aos meus queridos pais,
Celso e Dulce,
pelo apoio, exemplo e sacrifício para
me ensinar a ser quem eu sou.

e

Irmãos,
David e Junior,
pelo companheirismo, amizade e compreensão.

OFEREÇO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Deus, por me mostrar o caminho correto e me dar forças para continuar em frente, superando os momentos difíceis.

À Prof. Dra. Regina Maria Monteiro de Castilho, pela acolhida, amizade, orientação e dedicação.

Ao Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez, que por muito tempo me orientou, pelos seus ensinamentos e amizade.

Aos amigos Arthur, Giuliano, Cesar e Christian, que me auxiliaram no período de condução do experimento e dedicaram à mim verdadeira amizade.

À Prof. Dra. Aparecida Conceição Boliani e ao Prof. Dr. João Luis Zocoler, respectivos paraninfa e homenageado de minha formatura, pela grande amizade e espírito de educadores, aos quais sinto orgulho de ter sido aluno.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/IS), pela oportunidade e pelas ótimas condições de ensino.

Aos Departamentos de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, e de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, pelo apoio.

Aos estagiários do Laboratório de Hidráulica e Irrigação, pelo auxílio no experimento e empréstimo de equipamentos.

Aos amigos com que já tive o prazer de dividir o mesmo teto: Fernando, César, Diogo, Luis Gustavo, Rafael, Aurasil, Michel, Levi, Marcos, Diego e Fábio, pelo companheirismo e amizade ao longo destes anos.

Aos amigos Henrique, Fernando, Mário, Robson, Renato, Gardino, Calafati, Ricardo, William, Kátia, Daniela e Bruna, e todos que apesar da distância continuaram sempre me apoiando e torcendo por mim.

A todos os alunos de Agronomia da primeira turma de meio do ano em 2001, por terem participado de uma importante fase na minha vida.

A todas as pessoas que contribuíram de algum modo para o sucesso deste trabalho.

ÍNDICE

Introdução.....	01
Revisão de Literatura.....	04
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	16
Considerações Finais.....	26
Conclusões.....	27
Anexos.....	28
Referências Bibliográficas.....	29
Literatura Consultada.....	32

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos recursos hídricos está diminuindo a cada dia no Brasil e no mundo, afetando sensivelmente o mercado agropecuário, amplamente dependente da água em sua produção. Uma das causas dos problemas relacionados a esses recursos é a sua utilização indiscriminada e o manejo inadequado dos sistemas de irrigação. A preocupação em minimizar esses problemas tem motivado cada vez mais a realização de estratégias para o uso sustentável da água, de forma a promover sua otimização.

A floricultura é uma das atividades agrícolas responsável por grande consumo de água, devido à sua utilização na irrigação, sendo o mercado de plantas ornamentais um dos que mais cresce dentro do setor. No mês de dezembro de 2004, as exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais atingiram US\$ 2,27 milhões, superando em 16,09 % o valor exportado no mesmo mês do ano anterior. No acumulado do ano, as exportações nacionais do segmento somaram US\$ 23,5 milhões, valor, esse, que superou em 20,96

% os resultados obtidos no período de janeiro a dezembro de 2003, confirmando todos os prognósticos sobre o desempenho contemporâneo do setor exportador da floricultura brasileira (JUNQUEIRA, 2004). Grande parte da produção de flores e demais plantas ornamentais só é possível com o uso de irrigação, que muitas vezes é realizada sem um manejo adequado.

O alto rendimento e lucratividade do setor, além da crescente demanda do mercado interno têm motivado a profissionalização dos produtores. Além disso, tem-se intensificado a preocupação com a qualidade dos produtos, principalmente no que diz respeito à padronização e boa apresentação dos mesmos. Todos esses fatos remetem uma grande preocupação com a redução dos custos de produção, contudo sempre ligada a uma procura por preservação do meio ambiente, principalmente dos recursos hídricos.

Dessa maneira, a pesquisa deve servir como auxílio nesse processo de preservação dos recursos hídricos, fornecendo informações que possam colaborar com a máxima otimização dos sistemas de irrigação utilizados, de maneira a desempenhar sua função principal que é a de repor a água perdida pelas plantas e pelo seu substrato de desenvolvimento.

Para poder se determinar as perdas do conjunto planta/substrato, deve-se conhecer as particularidades de cada um. O substrato irá perder água através do processo de evaporação e a planta pelo processo de transpiração. Dessa forma, o manejo correto da irrigação deve levar em conta a evapotranspiração do conjunto.

Portanto, para se determinar a quantidade de água correta a ser aplicada em uma planta e se realizar um manejo correto da irrigação, devem levar em conta todos os fatores que possam influenciar nos processos de perda ocorrido.

A evolução tecnológica ocorrida na área industrial agrícola possibilitou a introdução de novos materiais como matéria prima para os contêineres utilizados no paisagismo. Entre eles, destacou-se principalmente o plástico, que substituiu a argila em muitos casos, sendo sua principal vantagem a facilidade de deslocamento, devido ao baixo peso, possibilitando uma rápida reorganização do meio. Outra grande qualidade dos recipientes plásticos é a maior resistência à quebra quando relacionados à outros materiais.

Inicialmente colocado como elemento decorativo, a coloração dos recipientes surgiu de modo a propiciar aos consumidores maior adaptação à harmonia do ambiente. Contudo, essa nova característica trouxe consigo algumas dúvidas quanto à influência da mesma sobre o desenvolvimento da planta e também uma possível ação no seu substrato.

A cor nada mais é que um reflexo da radiação que incide nos corpos, possuindo ela efeito significativo no ganho de calor, devido à quantidade de energia que é absorvida ou refletida. Portanto, é de grande importância o conhecimento da influência da coloração do recipiente no comportamento hídrico do substrato nele contido.

O tamanho do contêiner também é uma característica que sofreu muitas alterações ao longo do processo de desenvolvimento do setor paisagístico. A demanda por recipientes em diversos tipos de ambiente tornou necessária uma diversificação no tamanho dos mesmos, introduzindo mais uma variável na determinação dos fatores que influenciam na evaporação de água no substrato de cultivo.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da cor e do tamanho do vaso sobre o comportamento do substrato, verificando a interferência na temperatura e na evaporação de água do mesmo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A água é considerada um recurso natural de domínio público e, no Brasil, a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, considera esse recurso limitado e dotado de valor econômico.

Contudo, a degradação dos mananciais provocada pela má utilização da água e pela falta de práticas de conservação do solo vem causando, com o tempo, a diminuição da disponibilidade de água em várias regiões do Brasil. A constatação desse problema aumentou a preocupação com a conservação dos recursos hídricos (MAURO, 2003).

Atualmente, grande parte dos recursos hídricos é utilizada para a irrigação em vários setores da agricultura, destacando-se a floricultura como área com constante crescimento no país. A prática da irrigação viabiliza a produção de muitas espécies de plantas ornamentais não havendo, contudo, manejo que possa adequar a sua utilização.

A preocupação com uma correta reposição da água perdida pelas plantas se dá por sua grande importância na composição da estrutura e nos processos de metabolismo dos vegetais. A sua atuação vai desde a absorção de nutrientes até a fotossíntese, processo este que garante o suprimento alimentar vegetal (MATTER, 2005).

Entende-se como perda de água os processos de evaporação e transpiração ocorridos no solo e nas plantas, respectivamente. Dá-se o nome de evaporação à formação mais ou menos lenta de vapores à superfície de um líquido. Já a transpiração é o processo pelo qual as plantas eliminam água, em estado de vapor, por sua superfície (WIKIPÉDIA, 2006).

Guimarães (1982, p. 346) diz que o conhecimento da quantidade de água perdida pelas plantas permite que se realize um correto manejo da irrigação. O mesmo autor relata ainda que a espécie e estágio de desenvolvimento de certas culturas exigem maior frequência nas irrigações, podendo esta ser influenciada também por outros fatores como o clima, estação, solo, drenagem e disponibilidade hídrica.

Na verdade, o clima, segundo Klar (1984, p. 189), é o fator mais importante que afeta a perda de água de uma cultura. Outros fatores como condições do solo, doenças, pragas e as próprias culturas também irão influenciar nessa transferência de água para a atmosfera. Dos fatores meteorológicos que flutuam durante o dia, a radiação é o que está mais intimamente ligado ao processo de evapotranspiração (SUTCLIFFE, 1980, p. 85).

Alfonsi (1979, p. 31) encontrou também alta dependência entre a temperatura do ar e do solo. O mesmo autor propõe a elaboração de equações de estimativa de uma variável em função da outra.

O grande número de espécies presentes em paisagismo dificulta a determinação de uma lâmina de água a ser aplicada no mesmo. Com o crescimento do setor, a biodiversidade e os tipos de ambientes e recipientes aumentam a cada dia, fazendo com que cresçam também os questionamentos sobre um correto manejo da irrigação para essas áreas.

Segundo Abreu & Bataglia (2001, p. 08-09), o setor de produção de plantas envasadas têm apresentado grande crescimento, principalmente na agricultura, motivado pelo crescimento do uso de substratos para cultivo "sem

solo". Além disso, a escolha se deve pelo fato de o uso do vaso ser de fácil manutenção, podendo ser mudado de lugar no ambiente, renovando a configuração do espaço, além de facilitar a substituição de espécies, quando desejado (FRATIN, 2005).

Angonesi et al. (1999, p. 11) enaltece a utilização de vasos como uma excelente alternativa para o cultivo de espécies, não só em interiores, mas também em jardins externos. No primeiro caso, o vaso complementa a atuação no jardim, servindo como uma continuidade para o mesmo ou mesmo substituindo-o em áreas sem vegetação, como por exemplo, os apartamentos.

O vaso a ser utilizado pode diferenciar em material, tamanho e cor. Essas características irão diferenciá-lo quanto ao peso, durabilidade, capacidade de retenção de água, etc. A escolha deverá ser feita de acordo com alguns fatores como clima da região, ambiente onde ele se localiza, tipo de planta que será cultivada no mesmo e turno de rega a ser empregado. Os vasos de plástico possuem a característica de maior retenção de umidade, pelo fato de não absorvê-la. Comercialmente, os vasos de plástico podem ser encontrados em diversas colorações, assim como em tamanhos diferentes (ABRACC, 2005).

As cores de um objeto representam a capacidade deste em separar a radiação que chega até eles de acordo com a faixa de cada uma delas. Trata-se do fenômeno da absorção e refração por parte dos corpos. A constituição molecular dos corpos é tal que, enquanto algumas ondas penetram, sendo absorvidas ou deixadas até passar através, outras são rejeitadas. Com isso ocorre a separação e a diferenciação das cores dos objetos (PAULI, 1997).

No processo de fabricação dos vasos, juntamente ao material plástico (PVC) é adicionado um corante. Os corantes são compostos orgânicos ou sintéticos que tem a capacidade de absorver radiação eletromagnética (MINATTI, 2005). É a própria tinta que, conforme sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela (PEDROSA, 2005).

A absorção é o processo no qual a energia luminosa incidente é retida por uma substância. A radiação absorvida é então transformada em energia molecular. Quando enxerga-se um objeto na cor preta, é porque ele absorveu

todos os raios de luz, e quando na cor branca é porque ele refletiu todos estes raios, mas quando é com determinada cor, por exemplo, vermelho é porque ele refletiu somente o comprimento de onda referente à cor vermelha, absorvendo os demais e assim sucessivamente para as outras cores (SILVA, 2005). Saba (2002) chegou à mesma conclusão num estudo com a absorção de radiação pelos objetos e sua relação com a cor do mesmo. Segundo ele, a absorção de luz e, portanto, de calor varia conforme a cor do objeto iluminado. Um objeto branco reflete todas as cores, sendo a quantidade de energia absorvida pelo objeto pequena. No entanto, quando o objeto possui coloração preta, ele absorve todas as cores "contidas" na luz solar.

A luz são ondas eletromagnéticas, ou seja, são frequências que oscilam em uma determinada faixa, visível ao olho humano, direta ou indiretamente, podendo ser vista em seu todo (luz branca), ou em partes, ou seja, luz com determinada (s) cor (es) conforme o comprimento da onda (SILVA, 2005).

As cores estão relacionadas com comprimentos de onda particulares. O vermelho, por exemplo, corresponde à faixa entre 480 a 530 nm, e o azul, de 600-700 nm. É disso que se valem as técnicas de análise de infravermelho ou espectroscopia de ultravioleta. Entretanto, somente compostos com várias ligações duplas conjugadas na sua estrutura química é que são capazes de absorver radiação na faixa da luz visível. É a maneira e frequência onde ocorre a absorção que define a cor do composto: a cor observada é a complementar à cor absorvida; os corantes pretos absorvem radiação em toda a faixa visível, enquanto que os brancos refletem toda a luz visível, e quanto mais estreita for a faixa de absorção, mais intensa e brilhante será a cor apresentada (MINATTI, 2005).

Portanto, quando a radiação interage com um objeto, pode ser refletida, absorvida ou mesmo transmitida (no caso de objetos transparentes). Em geral a parte absorvida é transformada em calor ou em algum outro tipo de energia e a parte refletida se espalha pelo espaço. O fator que mede a capacidade de um objeto de refletir a energia radiante indica a sua reflectância, enquanto que a capacidade de absorver energia radiante é indicada pela sua absorptância e, da mesma forma, a capacidade de transmitir energia radiante é indicada pela sua transmitância. Certamente um objeto escuro e opaco tem um valor baixo para a

reflectância, alto para a absorptância e nulo para a transmitância. A reflectância, absorptância e a transmitância costumam ser expressas em percentagem (STEFFEN, 2005).

Segundo Castro (2000) é importante observar que a informação que interessa quanto ao ganho de calor devido à absorção da radiação solar é a reflectância total da amostra, a partir da qual se obtém a absorptância, e, conseqüentemente, o ganho solar. Este mesmo autor, determinando a reflectância de diversas colorações de tintas em uma superfície, concluiu que as trocas de calor através de uma parede opaca podem ocorrer por diferença de temperatura ou por radiação solar incidente e as superfícies expostas diretamente à radiação solar provocarão sempre um ganho de calor no ambiente interno. A cor de uma superfície opaca fornece boa indicação da sua capacidade de absorção da radiação solar. Quanto mais clara e brilhante, menor a absorptância, e, conseqüentemente, maior a reflectância. A cor da pintura externa possui um efeito significativo no ganho de calor, sendo possível, através da escolha adequada da cor, atenuar consideravelmente esse ganho.

De forma qualitativa, Bertulani (2005) descreve a temperatura de um objeto como aquela que determina a sensação de quanto ele está quente ou frio quando se têm contato com ele. O mesmo autor diz que se um objeto for colocado em um recipiente cujas paredes estiverem a temperatura uniforme, espera-se que este entre em equilíbrio térmico com as paredes do recipiente e que o objeto passe a emitir uma radiação parecida com a das paredes do recipiente. Tal objeto absorve e irradia a mesma quantidade de energia. Portanto, um objeto que não absorva toda a radiação que chega até ele, refletindo a radiação que não esteja em sua faixa de absorção, deverá apresentar uma temperatura de equilíbrio diferente, e conseqüentemente irradie uma quantidade diferente de radiação.

Como a energia da luz deve ser absorvida, antes que possa ser utilizada, a cor da superfície evaporante exerce um grande efeito sobre a evaporação de água do meio (SUTCLIFFE, 1980, p. 85).

Bley Jr. (2005) diz que a radiação solar varia de acordo com as estações do ano: é maior no verão e menor no inverno. No periélio, ponto em que a

Terra está mais próxima do Sol, a energia recebida é 7% maior que no afélio, ponto mais distante, sendo esta energia determinada à temperatura ambiente. A radiação é um fator que também está estreitamente relacionado à temperatura do solo, ou do substrato.

Klar (1984, p. 287) classifica a temperatura como fator que afeta a viscosidade da água, a permeabilidade do protoplasma e outros fenômenos fisiológicos que podem alterar a absorção de água pelas raízes das plantas. Afirma também que a maioria das plantas tem o melhor intervalo de temperatura entre 20 e 25°C, sendo que temperaturas abaixo ou acima das consideradas ideais podem provocar decréscimo na área de absorção das raízes com conseqüente diminuição do crescimento.

Considerando a temperatura do solo um estímulo do meio ambiente, Ferri (1979, p. 3) diz que valores extremos para essa variável pode causar mudanças drásticas no desenvolvimento vegetal. Quando o crescimento é visto em termos de aumento de tamanho, esse depende da absorção de água, e a temperatura do solo afeta exatamente esse processo na planta.

A taxa de germinação de sementes pode ser diminuída em condições inadequadas de solo, segundo Bleasdale (1977, p. 16-17). Reichardt (1985, p. 270), seguindo a mesma linha de raciocínio, relata que, além da taxa de germinação de sementes, a temperatura do solo afeta também o desenvolvimento das raízes da planta, a atividade de microrganismos, a difusão de solutos e dos gases, as reações químicas e uma série de processos importantes no solo.

Outros autores também citam influência da temperatura no desenvolvimento das plantas. Sousa (2000, p. 39), trabalhando com sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* Linn.), notou que a temperatura e tipo de substrato podem influenciar na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, sendo a temperatura de 25°C a mais adequada para a germinação dessas plantas.

A diversidade de cores e tamanhos encontrada nos tipos de contêineres utilizados na floricultura e também no setor paisagístico torna necessário um conhecimento maior das influências causadas por essas características nos processos de perda de água pelas plantas contidas nesses recipientes. Com isso, pode-se realizar um manejo correto da irrigação, para suprir

adequadamente as necessidades hídricas da planta na quantidade e no momento certo, e para melhorar a eficiência na utilização de água e energia, visando reduzir os custos com a aplicação de água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Execução e Montagem do Experimento

O experimento foi conduzido no Campus II da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, em ambiente coberto por tela de sombreamento (50%) e plástico transparente (Figura 1). As coordenadas do local são 20°20'08" de latitude Sul e 51°20'21" de longitude Oeste, a uma altitude de 335 metros, sendo realizado no período entre 21 de janeiro e 20 de fevereiro de 2006.

Segundo a classificação de KÖPPEN, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 24,5° C, precipitação total anual de 1232,2 mm e umidade relativa média de 64,8% (HERNANDES et al., 1994). Os parâmetros agrometereológicos no período foram adquiridos através de estação agrometereológica e disponibilizados pelo Laboratório de Hidráulica e Irrigação (<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigação.php>).

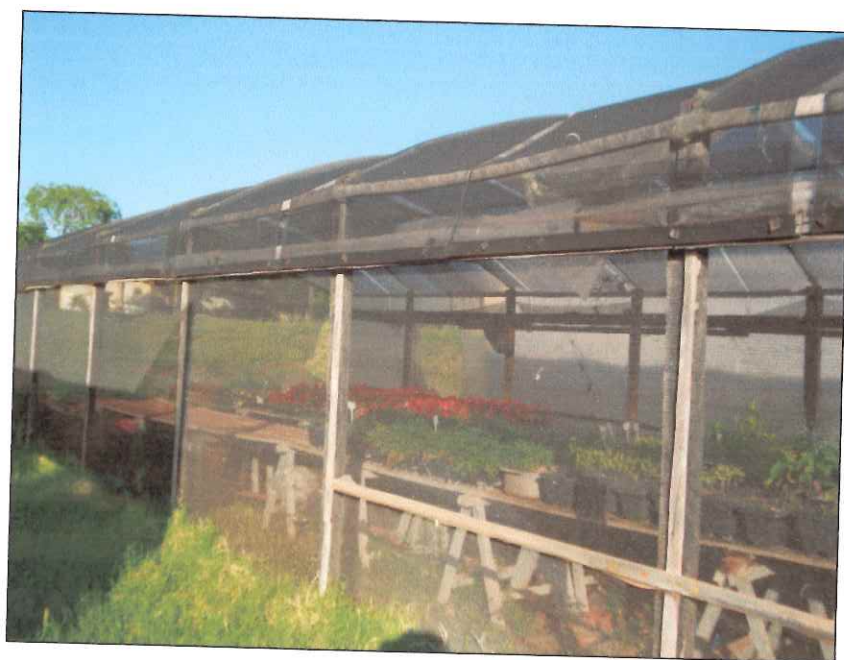


Figura 1: Casa de vegetação com cobertura de tela de sombreamento (50%) e plástico transparente.

Foram utilizados no experimento vasos plásticos da marca Nutriplan modelos Terracota nº 1 e Terracota nº 2, nas cores 'preto', 'marrom' e 'branco', e comercialmente denominadas de 'preto', 'cerâmica' e 'marfim', respectivamente (Figura 2). O modelo Terracota nº 01 possui diâmetro superior de 0,175m e inferior de 0,12m, com altura de 0,15 m e receberá neste trabalho a denominação de pequeno; o Terracota nº 02 possui as dimensões de 0,26m de diâmetro superior e 0,18m de diâmetro inferior, sendo sua altura de 0,24 m, recebendo posteriormente o nome de grande.

Os vasos pequenos e grandes foram preenchidos com 2,5 e 7 litros respectivamente com um substrato que continha uma mistura de composto orgânico e solo, na proporção de 1:2, respectivamente. Em todos os vasos foram feitas camadas de drenagem de 3 cm com argila expandida, no fundo do recipiente.

Os tratamentos foram os seguintes: pequeno preto, pequeno marrom, pequeno branco, grande preto, grande marrom e grande branco, com 12 repetições por tratamento. A disposição do experimento foi feita conforme mostra a Figura 3.

Os vasos foram colocados sobre duas pranchas de madeiras suspensas com cavaletes a 1 metro de altura. As pranchas apresentavam 1,2 m de largura

e, entre elas, espaço para tráfego de 0,7 metros. Conforme observado no esquema apresentado na Figura 3, os vasos foram posicionados aleatoriamente em três fileiras com onze vasos em uma prancha e três fileiras com treze vasos na prancha ao lado.



Figura 2: Modelos de vasos utilizados nas cores branca, marrom e preta.

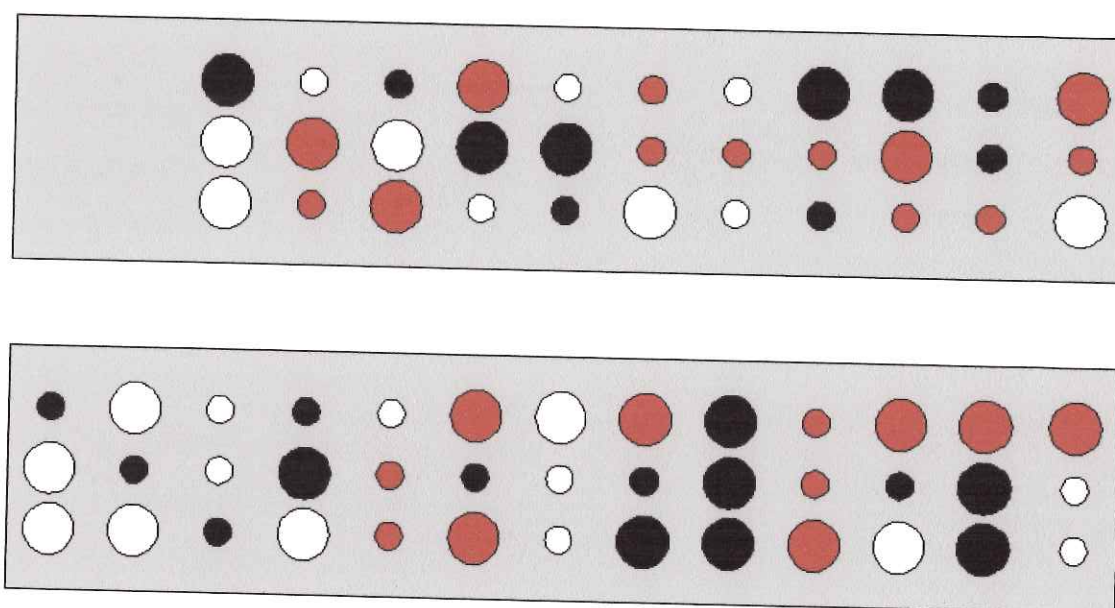


Figura 3. Esquema da disposição dos vasos no experimento.

3.2. Coleta de Dados

As variáveis analisadas foram: Temperatura do Substrato ($^{\circ}\text{C}$) e Evaporação de água (L/cm^3). Os dados de evaporação de água foram coletados a cada dois dias durante quatro semanas sempre às 07h00. As coletas de dados de temperatura do substrato foram realizadas às 14h30 também a cada dois dias, nos intervalos da primeira operação.

A determinação da evaporação de água foi realizada através de uma adaptação do método proposto por Pruitt & Angus (1960) citado por Klar (1984, p. 200), onde um lisímetro de pesagem determinava o valor da evapotranspiração do conjunto. Neste trabalho, foi utilizada uma balança com precisão de cinco gramas para averiguar a perda de água por evaporação do substrato contido nos recipientes. No preparo para início da avaliação, foi fornecida água ao substrato até a saturação no dia 20 às 19 horas. No dia seguinte, às 07 horas foram anotados os pesos dos vasos para servir como valor inicial e posteriormente, a cada 2 dias foi anotada a diferença de peso, transformando esses valores para volume de água perdido (eq. 1). Esse volume de água encontrado foi repostado em cada vaso todos os dias, imediatamente após a coleta dos dados.

$$E_v = P_f - P_i \quad (1)$$

A temperatura do substrato foi determinada com um termômetro de haste *SoloTerm 1200* (Figura 4). A profundidade onde se colocou a haste variou de acordo com o modelo do vaso. No vaso Terracota nº 01, com capacidade para 2,5 litros, a haste foi colocada a 07 cm de profundidade e a 10 cm, no modelo Terracota nº 02, com capacidade para 7 litros.

Para o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente, foi utilizado um termohigrômetro digital colocado em um abrigo instalado à 2 m de altura (Figura 5) (Anexos).



Figura 4: Termômetro de haste *SoloTerm 1200*.



Figura 5: Termohigrômetro digital utilizado para medir temperatura e umidade do ar dentro do ambiente.

3.3. Avaliações

Os dados coletados foram avaliados através de planilhas e gráficos, onde se pôde observar o comportamento hídrico e da temperatura do substrato em cada modelo de vaso.

A temperatura e umidade ambiente nos dias de coleta de dados foram anotadas em uma tabela para posterior comparação com o comportamento da evaporação de água e temperatura do substrato nos recipientes analisados. Os valores de evaporação encontrados através da equação 1 foram

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados com 6 tratamentos, sendo 12 repetições para cada tratamento. Temperatura do substrato em °C e evaporação de água em L/cm^3 de substrato foram as variáveis estudadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percebe-se através da Figura 6 que a temperatura média dos vasos pequenos é maior que nos vasos grandes, demonstrando que vasos menores retêm mais calor que vasos maiores, chegando a diferir em até 3,3°C. As médias de temperatura dos vasos pequenos foram maiores em relação às médias dos vasos grandes, se comparadas estatisticamente, ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey (Tabela 1). Essa diferença de temperatura é obtida através da evaporação de água do substrato, acelerando assim a perda de água e aumentando a necessidade de regas. De acordo com a Sociedade Brasileira de Bugei (2006), por terem menor quantidade de substrato, há uma evaporação de água mais rápida nos vasos pequenos, sendo necessário uma grande atenção no local de cultivo para que não ocorra morte de plantas.

O tratamento que atingiu os maiores valores de temperatura foi o pequeno preto, chegando a 45,2°C, podendo essa temperatura de substrato prejudicar a absorção de água pelo sistema radicular de uma planta, como já

dito por Klar (1984, p. 287) e por Ferri (1979, p. 3). Contudo, a temperatura média do substrato nos vasos grandes é a mais recomendada para a germinação de sementes de várias plantas, conforme descrito por Iossi et al. (2003, p. 66), que trabalhou com sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). Se a espécie trabalhada for a sumaúma (*Ceiba pentandra* Linn.), os resultados não favorecem a sua germinação, de acordo com Sousa (2000, p. 39), já citado neste trabalho.

Tabela 1: Médias de Temperatura dos vasos de tamanhos diferentes.

Tamanho do vaso	Temperatura Média (°C)
Pequeno	38,75 a
Grande	36,84 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

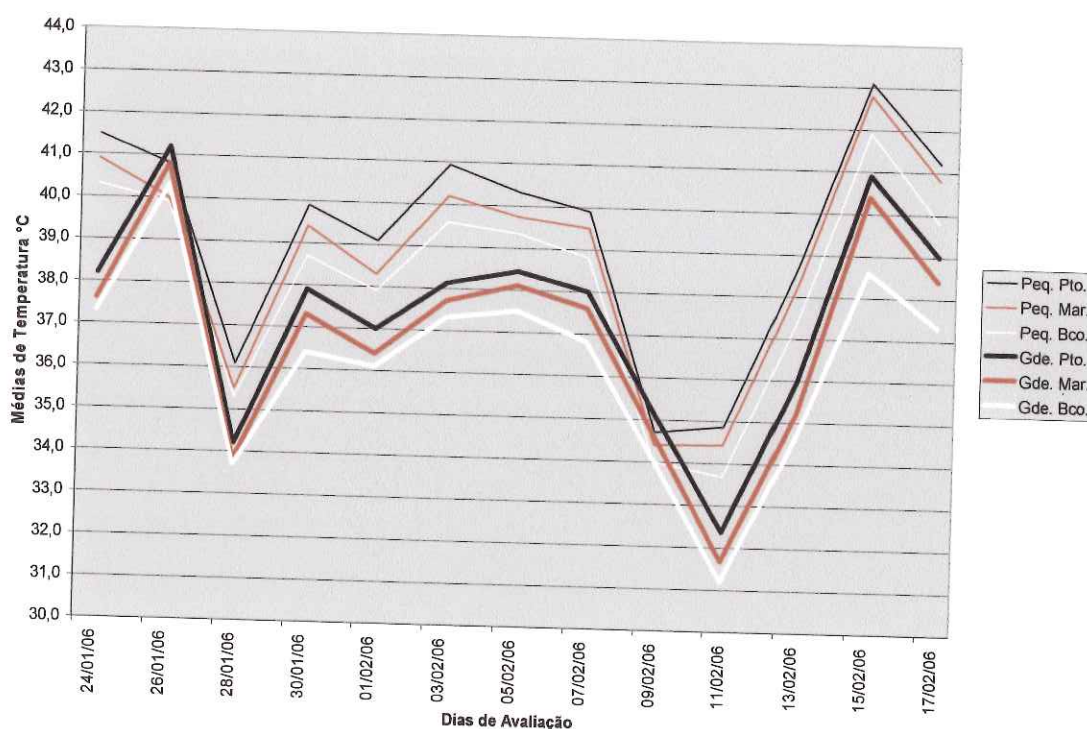


Figura 6. Temperatura do Substrato às 14 horas.

A Figura 7 mostra o comportamento da temperatura do substrato em vasos pequenos e grandes na cor preta que acompanha o que já foi mostrado anteriormente, salvo nos dias 26/01 e 09/02, onde foram encontrados valores médios de temperatura maiores nos vasos grandes.

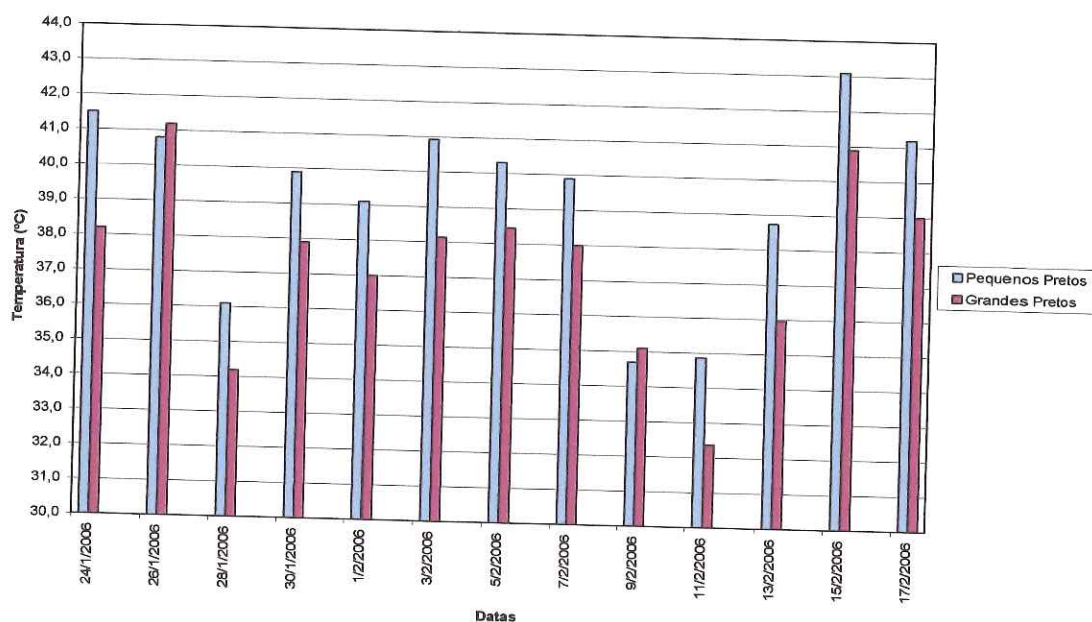


Figura 7. Temperatura do substrato às 14 horas dos vasos pretos.

O comportamento da temperatura se repetiu quando se comparou os vasos marrons e brancos (Figura 8 e 9, respectivamente). Contudo, os valores encontrados foram menores, sendo o maior valor encontrado para os vasos pequenos na cor marrom foi 44,7°C e nos vasos na cor branca foi 43,4°C. A diferença para os vasos grandes não apresentou grande variação, sendo 3,3°C em média para os vasos marrons e 3,0°C em média para os vasos cor branca.

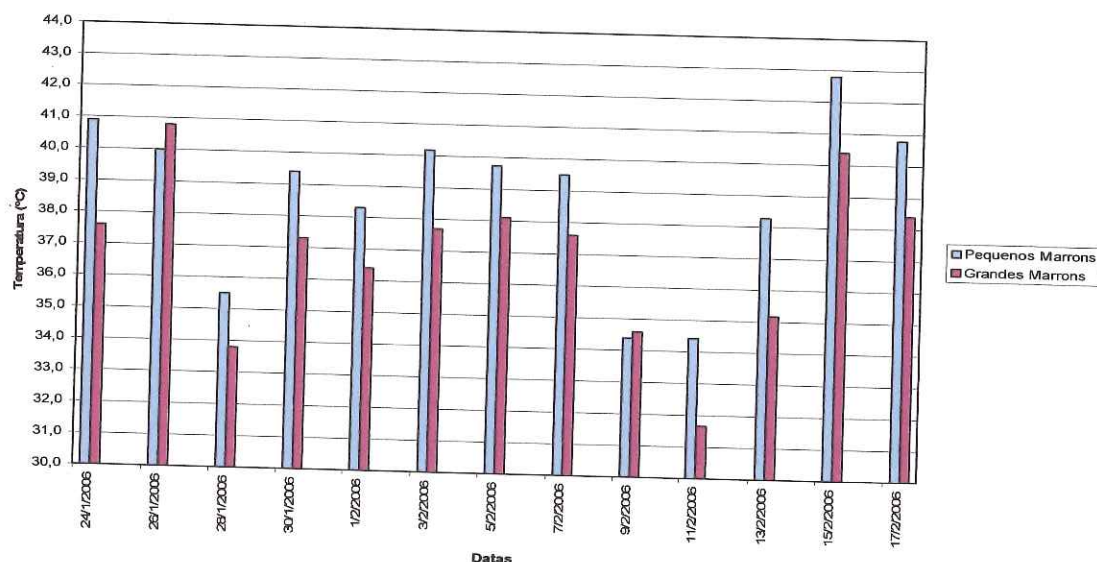


Figura 8: Temperatura do substrato às 14 horas dos vasos marrons.

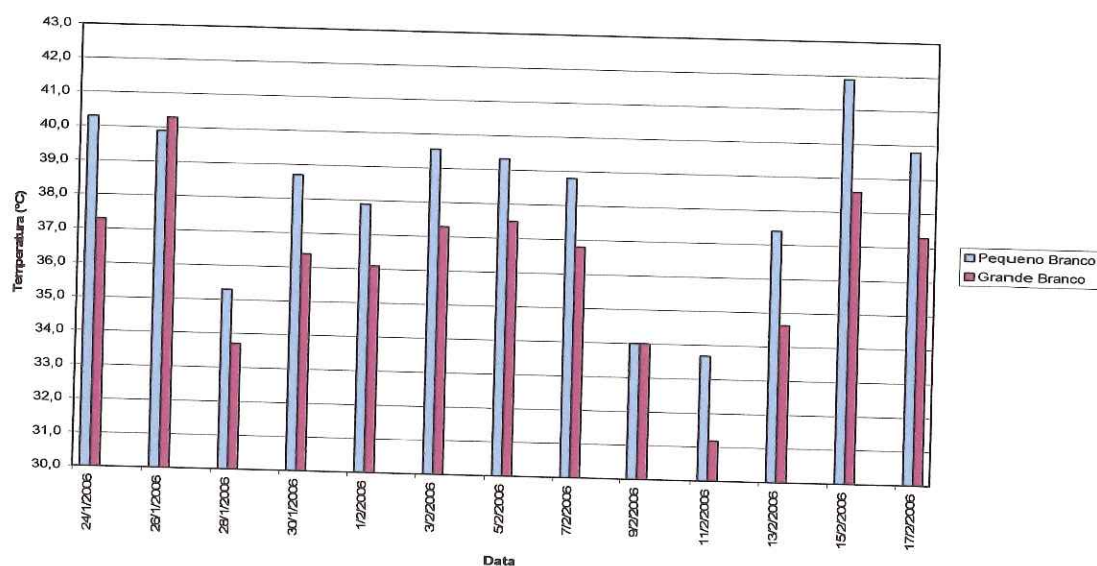


Figura 9: Temperatura do substrato às 14 horas dos vasos brancos

Realizada a comparação da temperatura do substrato nos vasos de cores diferentes, a diferença encontrada não foi significativa, de acordo com o Teste de Tukey (Tabela 3). Pela Figura 10 pôde-se notar que, para vasos pequenos, houve pouca variação de temperatura para as diferentes cores.

Tabela 3: Médias de Temperatura nos vasos de cores diferentes.

Cor do vaso	Médias de Temperatura (°C)
Preto	38,35 a
Marrom	37,83 a
Branco	37,22 a

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

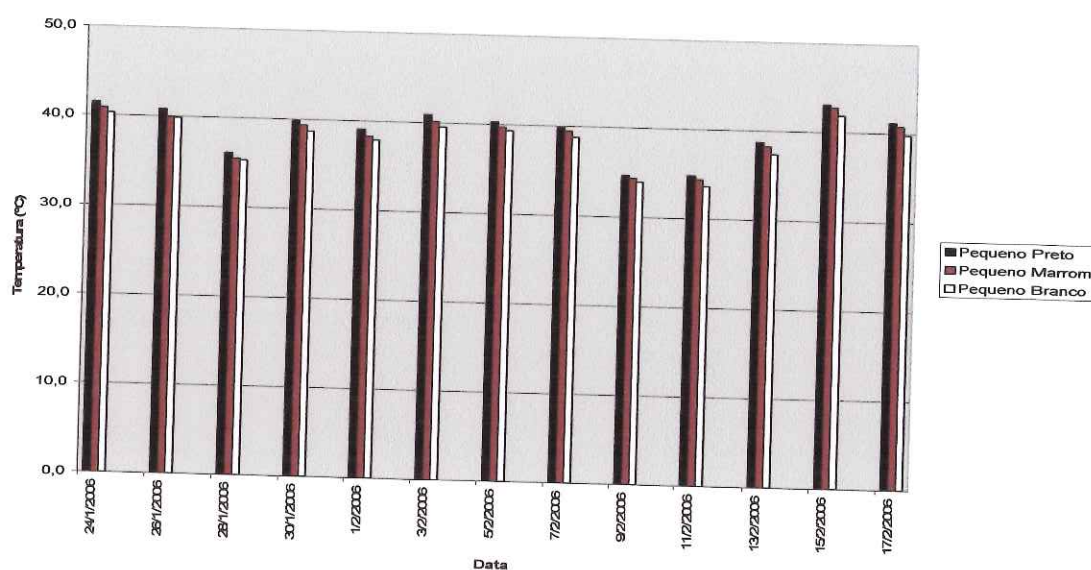


Figura 10: Temperatura do substrato às 14 horas dos vasos pequenos.

Da mesma maneira, o comportamento da temperatura do substrato nos vasos grandes foi semelhante, não havendo diferença significativa entre as várias cores de recipiente (Figura 11). Ambos os resultados discordam do que foi encontrado por Sutcliffe (1980, p. 85) e por Steffen (2005), onde a cor do recipiente influenciou na temperatura do ambiente interno do mesmo.

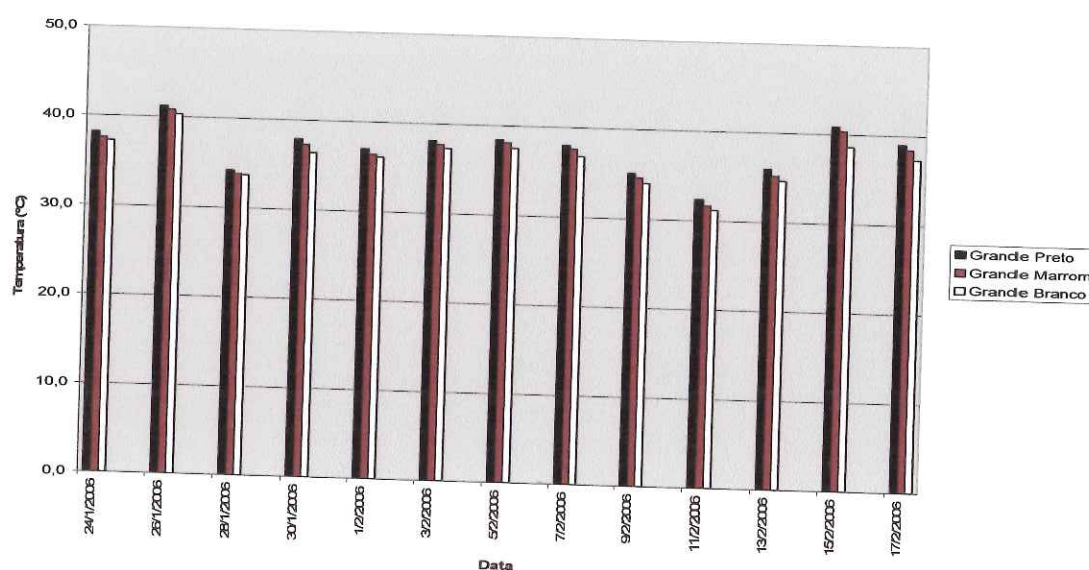


Figura 11: Temperatura do substrato às 14 horas dos vasos grandes.

A evaporação de água pelo substrato também demonstrou comportamento semelhante ao da temperatura no comparativo entre os tamanhos dos recipientes. A Figura 12 mostra que ocorreu uma evaporação de água maior nos vasos pequenos, em relação aos vasos de maior tamanho. Pelo Teste de Tukey, as médias de evaporação de água dos vasos pequenos foram maiores e diferiram ao nível de 5% quando comparadas aos vasos grandes (Tabela 2). Nappo (2006) cita que o pequeno volume de substrato proporciona um rápido esgotamento de umidade, fazendo com que seja necessária uma maior frequência de irrigação.

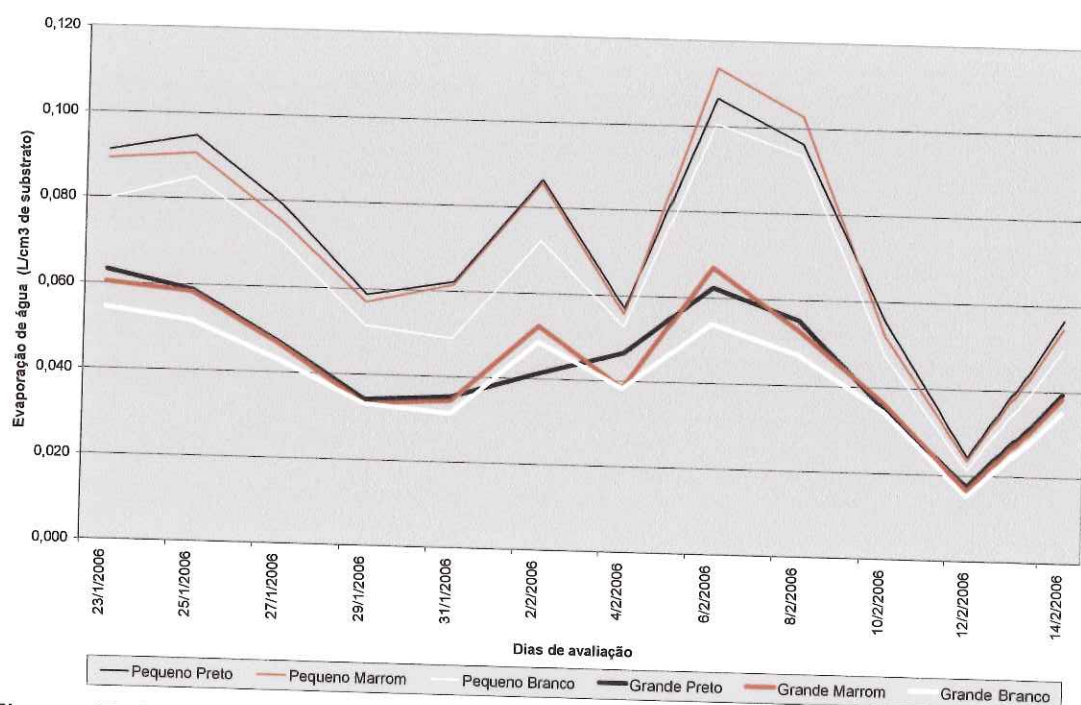


Figura 12. Evaporação de água no substrato a cada 2 dias.

Tabela 2: Médias de evaporação de água dos vasos de tamanhos diferentes.

Tamanho do vaso	Médias de Evaporação de água (L/cm ³)
Pequeno	0,070 a
Grande	0,043 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

O mesmo comparativo entre os vasos de mesma cor para os dois tamanhos relacionado à temperatura do substrato foi realizado para a variável evaporação de água. Foi verificado que para as três cores de recipientes analisadas, nos vasos pequenos houve uma evaporação de água proporcionalmente maior em relação aos vasos grandes. Nos vasos pretos (Figura 13), o maior valor de evaporação de água foi de 0,107 L/cm³. O maior valor de evaporação de água encontrado para os vasos de cor marrom foi 0,114 L/cm³ e de 0,101 L/cm³ para os vasos brancos, sendo que nos três casos, esses valores foram encontrados em vasos pequenos.

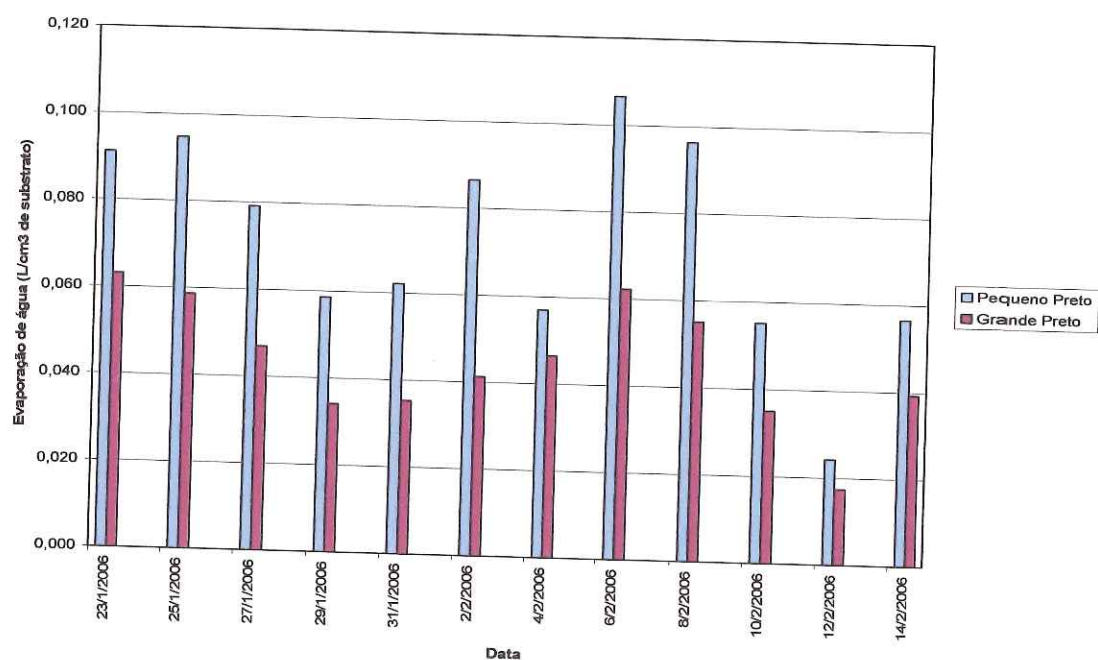


Figura 13: Evaporação de água a cada 2 dias em vasos pretos.

As Figuras 14 e 15 mostram o comparativo feito da evaporação de água entre os vasos marrons e brancos, respectivamente.

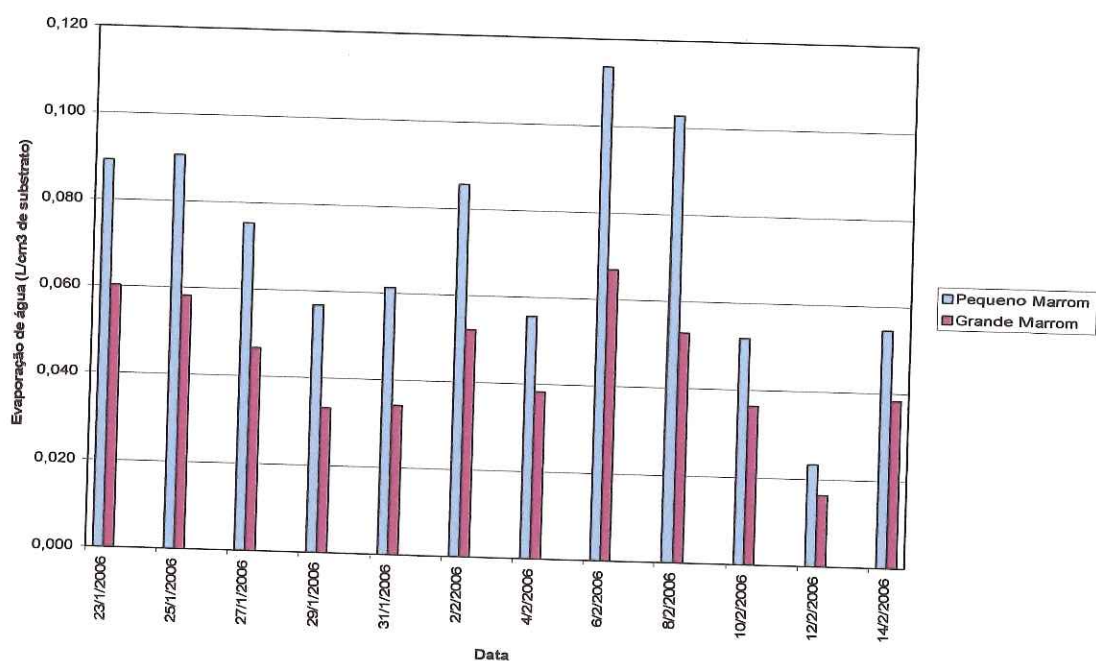


Figura 14: Evaporação de água a cada 2 dias em vasos marrons.

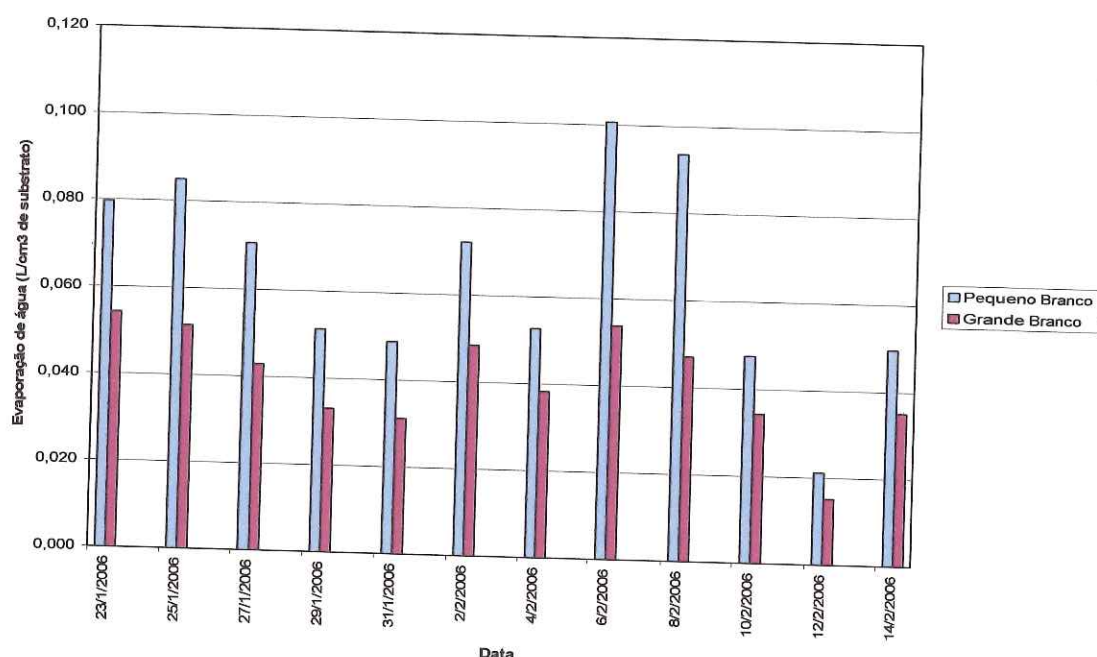


Figura 15: Evaporação de água a cada 2 dias em vasos brancos.

Castro (2001), conforme citado anteriormente, diz que superfícies mais escuras absorvem maior energia que superfícies mais claras. Contudo, com relação à evaporação de água pelo substrato presente no recipiente, as médias entre as cores também não diferiram ao nível de 5% pelo Teste de Tukey (Tabela 4). Nas Figuras 16 e 17 podemos observar que o comportamento hídrico no substrato acompanhou a mesma tendência da Temperatura, não havendo grande diferença entre as cores, tanto nos vasos pequenos como nos vasos grandes, respectivamente.

Tabela 4: Médias de Evaporação de água nos vasos de cores diferentes.

Cor do vaso	Médias de Evaporação de água (L/cm³)
Preto	0,059 a
Marrom	0,058 a
Branco	0,053 a

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

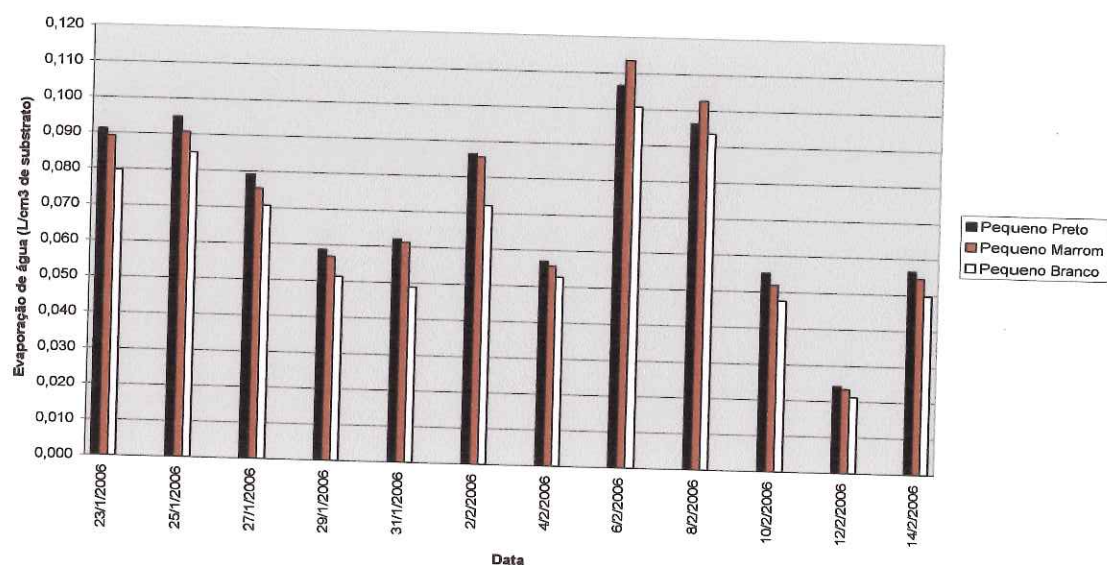


Figura 16: Evaporação de água a cada 2 dias nos vasos pequenos.

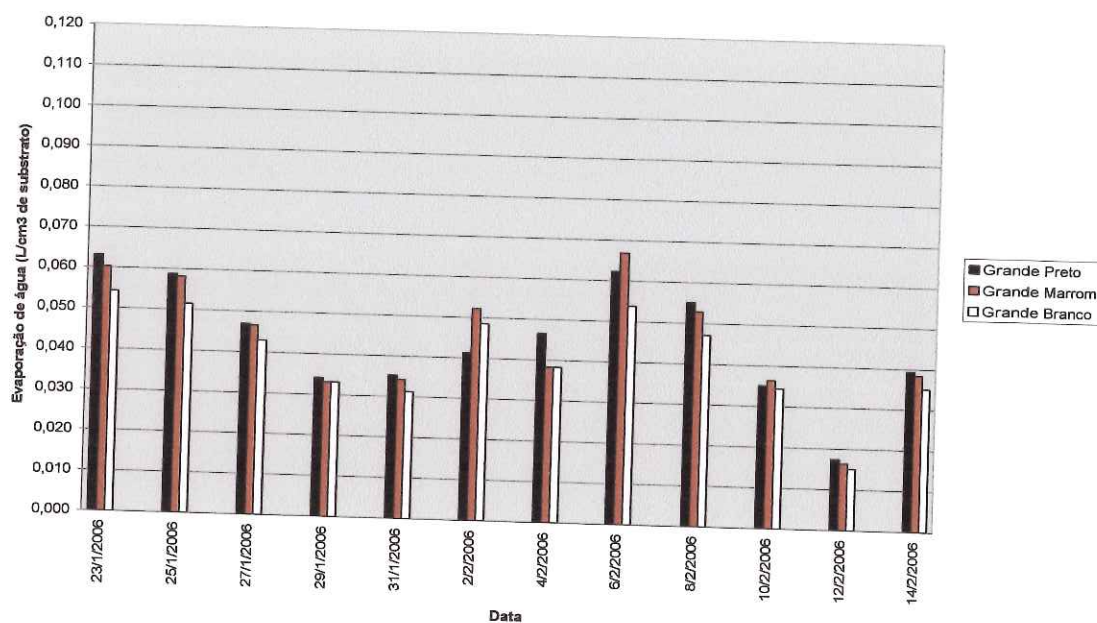


Figura 17: Evaporação de água a cada 2 dias nos vasos grandes.

A Tabela 5 apresenta os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar do ambiente nos dias em que foram coletados os dados de temperatura do substrato às 14 h, dentro da casa de vegetação onde foi conduzido o experimento.

Tabela 5: Temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação às 14 h.

Data	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
24/jan	42,5	21
26/jan	41,0	20
28/jan	36,0	25
30/jan	35,7	23
01/fev	40,4	21
03/fev	40,2	22
05/fev	40,9	26
07/fev	41,8	19
09/fev	33,3	40
11/fev	27,6	95
13/fev	37,5	25
15/fev	40,4	20
17/fev	36,7	29

A Figura 18 mostra um comparativo do comportamento da temperatura do ar e com a temperatura do substrato às 14 horas, comprovando o que Alfonsi (1979, p. 31) diz, ao citar a grande relação entre temperatura do ar e do solo.

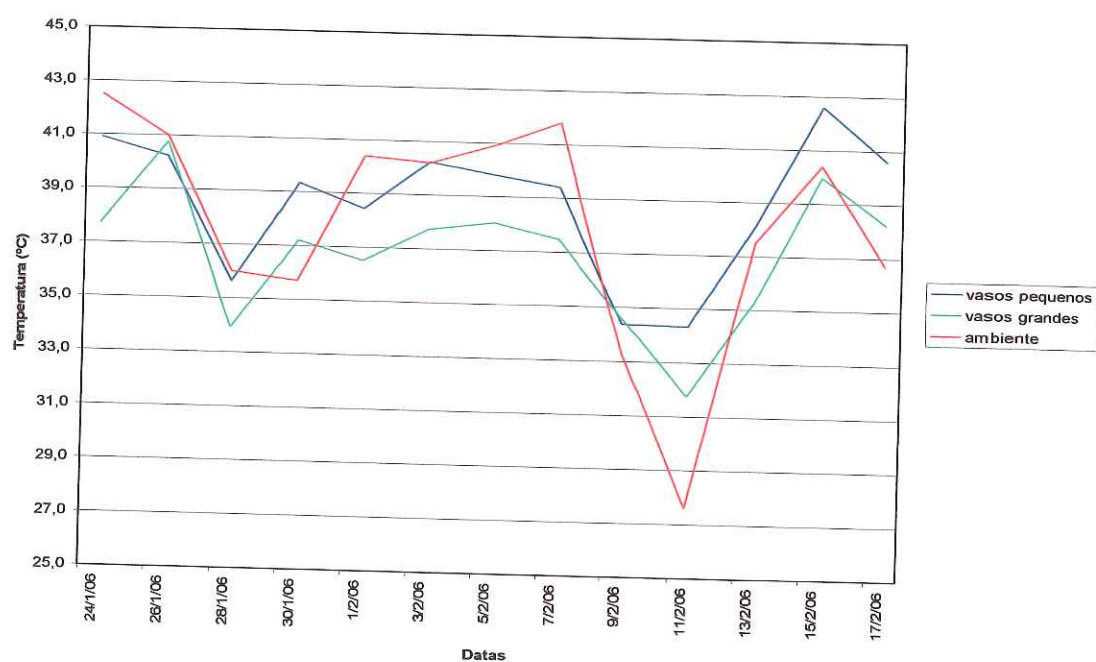


Figura 18: Temperaturas do ar e do substrato às 14 horas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No comparativo realizado entre os dois diferentes tamanhos de vasos, tanto a Temperatura quanto a Evaporação de água apresentaram maiores valores nos vasos menores. Com isso, conclui-se que recipientes menores devem sofrer maior atenção na reposição de água, adotando-se um turno de rega mais freqüente quando comparado aos de maior tamanho. Além disso, informações como temperatura do substrato pode ajudar na produção de mudas, pelo fato desse fator influenciar na germinação de sementes, principalmente no setor de plantas ornamentais.

O resultado da análise de comparação entre recipientes de cores diferentes não apresentou diferença estatística. Contudo, pôde-se perceber que vasos com colorações mais escuras apresentaram maiores temperaturas e maiores valores de evaporação de água quando comparados aos vasos de cor mais clara. Essa diferença pode influenciar na análise de custo de reposição de água num setor produtivo, quando adotada em grande escala.

Por se tratar de um experimento conduzido em ambiente com iluminação parcial, espera-se que os valores encontrados possam ser maiores quando o ambiente for de iluminação plena, devido ao fato de se ter radiação incidindo diretamente na parede do recipiente.

Com os dados de temperatura e umidade relativa do ar, notou-se que o comportamento hídrico e térmico do substrato acompanhou as alterações sofridas no ambiente.

6. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, pôde-se concluir que:

- A cor do vaso não influenciou nem na temperatura nem no volume de água perdido pelo substrato por evaporação;
- Os vasos de menor tamanho apresentam maior temperatura quando comparados a vasos de maior tamanho, e também apresentam maior volume de evaporação de água.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRACC. Associação Brasileira de Cultivadores de Catasíneas. Disponível em: <http://www.orkideas.com.br/produtos/default.html>. Acesso em 18/07/05.
- ABREU, C.A., BATAGLIA, O.C. Análise química de substratos para crescimento de plantas: Um novo desafio para cientistas do solo. Boletim Informativo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Vol. 26, nº 01 – Janeiro/Março/2001. p. 08-09.
- ALFONSI, R. R. Flutuação estacional da temperatura e da difusividade térmica para solo da região de Campinas, SP. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: ESALQ. 1979. 82 p.
- ANGONESI, A. O Jardim e Seus Cuidados. Carlos Barbosa: Tramontina. 1999. 25 p.
- BERTULANI, C. A. A temperatura do Universo (2005). Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/temperatura/universo/tmp.html>. Acesso em 22 set. 2005.
- BLEASDALE, J.K.A. Fisiologia Vegetal. São Paulo: EPU. 1977. 176 p.
- BLEY JR., C. Erosão solar: risco para a agricultura nos trópicos. Disponível em: http://www.pfilosofia.pop.com.br/04_miscelanea/04_03_barsa/barsa_11.htm. Acesso em 22 set. 2005.
- CASTRO, S. G. F. Avaliação da qualidade de flores cortadas de chuva-de-ouro após armazenamento em câmara fria a baixa temperatura. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000100012&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 18 Jul. 2005.
- FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. v.2. São Paulo: EPU. 1979. 392 p.
- FRATIN, P. Beleza roubada. Revista Casa & Jardim. 555 ed. Disponível em: <http://www.casaejardim.globo.com/edic/ed555/paisagismo.htm>. Acesso em 19 set. 2005.

GUIMARÃES, J.A.I. Drenagem e Irrigação. Rio de Janeiro: Enciclopédia da Barsa Britânica do Brasil. n.6.1982. 344 p.

HERNANDEZ, F.B.T. et al. Balanço hídrico e clima para região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIV. Viçosa, RESUMO..., 1995, p.226.

IOSSI, E., et al. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222003000400009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 25 jun. 2006.

JUNQUEIRA, A.H., PEETZ, M.S. Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil. Disponível em: http://www.ibraflor.com.br/ibraflor/index.php?id=183&no_cache=1. Acesso em: 23 jun. 2006.

KLAR, A.E. A água no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo: Nobel. 1984. 408 p.

MATTER, G. Irrigação. Disponível em: <http://www.paisagismobrasil.com.br/?lnk=todos&f=geral&area=jardinagem&dir=1&vida=193&dir=1>. Acesso em 22 set. 2005.

MAURO, F. Vazão e qualidade de água em manancial degradado do Cinturão Verde de Ilha Solteira – SP. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

MINATTI, E. Corantes: A química das cores. Disponível em: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/dye/corantes.html>. Acesso em: 01 set. 2005.

NAPPO, M.E., GOMES, L.J., CHAVES, M.M.F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. Disponível em: http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdf/bol_30.pdf. Acesso em: 25 jun. 2006.

- PAULI, E. Estética das Cores (1997). Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~simpósio/megaestetica/e-cores/3911y117.html/#BM138>. Acesso em 22 set. 2005.
- PEDROSA, I. Leitura E-A na cor do desenho. Disponível em: <http://www.marel.pro.br/cor.html>. Acesso em 22 set. 2005.
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4.ed. Campinas: Fundação Cargil. 1985. 466 p.
- SABA, M.M.F. Fotografando o que não se vê. Física na Escola, suplemento da Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 3, No. 1, p. 12-14, 2002.
- SILVA, F. C. da. Luz – Iluminação – Fontes de Luz. Disponível em: http://tecnociencia.com.br/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=88&Itemid=1. Acesso em 22 set. 2005.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE BUGEI. Bonsai: Métodos e Técnicas. Disponível em: http://www.bugei.com.br/bugei/mentais/bonsai_metodo.asp. Acesso em: 25 jun. 2006.
- SOUSA, M.P. Efeito da temperatura e do tipo de substrato sobre a germinação de sementes de Sumaúma *Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. Bombacácea. Dissertação de Mestrado. Ilha Solteira: UNESP. 2000. 86 p.
- STEFFEN, C.A. Introdução ao sensoriamento remoto. Disponível em: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#top>. Acesso em: 01 set. 2005.
- SUTCLIFFE, J. F. As plantas e a água. São Paulo: EPU. 1980. 126 p.
- WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Transpira%C3%A7%C3%A3o&oldid=1760516>. Acesso em: 22 Jun 2006

08. LITERATURA CONSULTADA

BERTULANI, C. A. Luz e Cor. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/teaching/luz/cor.html>. Acesso em 22 set. 2005.

BLACKWOOD, Oswald, HERRON, Wilmer B., KELLY, William C. Física na escola secundária. Tradução de José Leite Lopes e Jayme Tiomno. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1961. 384p. Disponível em <http://www4.prossiga.br/lopes/prodcien/fisicanaescola/cap16-5.html>. Biblioteca Virtual Leite Lopes. Acesso em: 22 set. 2005.

DOMINGUES, L. A. S. Influência de vasos de plástico e cimento e de coberturas em algumas propriedades do substrato. Trabalho de Graduação. UNESP. 2002. 54 p.

JADÃO, J. Dicas de outono. Disponível em: <http://www.planoseplantas.com.br>. Acesso em 19 set. 2005.

JADÃO, J. Qual o melhor vaso para a sua planta? (2004). Disponível em: <http://www.planoseplantas.com.br>. Acesso em 19 set. 2005.

MARTINEZ, H.E.P. Marcha de absorção de micronutrientes em aceroleira (*Malpighia glabra* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, REUNIÃO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA TROPICAL, 42. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MIRTACEAS, 1996, Curitiba. Anais... Curitiba 1996. p.42.

PAULI, E. Propriedades Físicas da Cor. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~simposio/megaestetica/e-cores/3911y252.htm/#top-of-page>. Acesso em 22 set. 2005.