EVAPOTRANSPIRAÇÃO POR MEIO DE LISÍMETRO DE PESAGEM EM *COFFEA CANEPHORA* PIERRE EX A. FROEHNER

José Angelim da S. Neto[1]; Carlos Alexandre B. de Almeida[2]; Antônio C. D. Antonino[4]; Rejane M. de M. Pimentel[3]; Carlos A. Brayner de O. Lira[4]; Iane Andrade de Oliveira[2]; Luiz Evandro de Lima[5]

RESUMO – Este estudo objetivou estimar a evapotranspiração real do cafeeiro Conilon utilizando lisímetro de pesagem eletrônica, além de determinar a influência das variáveis atmosféricas nesse processo. Para isso foi alocado um clone de café Conilon (Variedade Vitória 2 Precoce) em um lisímetro com volume total de 0,3 m^3 e utilizadas três células de carga, tipo LC101, marca Alpha, com capacidade de 250 kg, localizado no pátio interno do Departamento de Energia Nuclear (DEN) do campus da UFPE-Recife. Uma estação micrometeorológica automática, contendo sensores para medição da temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar foi montada próxima à planta. Verificou-se que as principais variáveis meteorológicas que afetam a evapotranspiração do cafeeiro são o déficit de pressão de vapor (DPV) e o saldo de radiação (Rn). O lisímetro de pesagem eletrônica se mostrou viável e eficaz para a obtenção de medidas diárias diretas e determinação da evapotranspiração em plantas de café Conilon.

Palavras-chave: Relações Hídricas, Fatores Climáticos, Consumo de Água.

ABSTRACT --- This study aimed to estimate real evapotranspiration of Conilon coffee using electronic weighing lysimeter and to determine the influence of atmospheric variables in this process. It was allocated a clone of coffee Conilon (Vitória 2 Precoce variety) at lysimeter with a total volume of 0.3 m^3, and used three cell cargo type LC101, Alpha brand, with a capacity of 250 kg, located at internal site in the Nuclear Energy Department (DEN) of UFPE-Recife. An micrometeorological automatic station with sensors for measuring temperature, humidity on air, wind speed and solar radiation was installed near the plant. It was found that the major meteorological variables that affect the evapotranspiration of coffee are the vapor pressure deficit (DPV) and the net radiation (Rn).The electronic weighing lysimeter was viable and efficient to obtain direct and daily measures determination of evapotranspiration in coffee plants.

Keywords: Hydric relations, climatic factors, water consumption.

1) Mestrando em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE. e-mail: **joseangelim@yahoo.com.br**
2) Doutorando em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco. Av. Professor Luiz Freire, 1000, Recife, PE, 50740-540, Recife – PE. e-mail: **almeidacarlos2003@yahoo.com.br.;janeandrade@yahoo.com.br**
3) Prof. Associado da UFRPE. Rua Manoel de Medeiros, S/N, Recife, PE, 52171-900, Recife – PE. e-mail: **pimentel@db.ufrpe.br**
4)Professor Associado da Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE. e-mail: **acda@ufpe.br, cabol@ufpe.br**
5) Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco. Vitória de Santo Antão – PE. Email: **luizevandro@ipa.br**

1. INTRODUÇÃO

O planejamento hídrico de uma forma sustentável para a cultura do cafeeiro requer estudos dos parâmetros utilizados no manejo da irrigação e da resposta dos mecanismos fisiológicos que explicariam esses processos. O café Conilon (*Coffea canephora* Pierre exFroehner) pertence à seção Eucoffea, subseção Erythrocoffea, a qual reúne as espécies mais cultivadas para a produção de café. Embora apresente qualidade pouco inferior ao de *C. arabica* em relação à bebida, concorre no

mercado internacional por ser cotado a um menor preço e ser empregado em misturas e na indústria de café solúvel, uma vez que permite alta extração de sólidos solúveis (Andreoli *et al.*, 1993).

As primeiras lavouras comerciais de café Conilon foram implantadas a partir da década de 50, com o objetivo de cultivarem-se áreas marginais ao café arábica. Em razão da exploração econômica do café Conilon ser relativamente recente, poucos estudos, ao longo do tempo, foram desenvolvidos com essa variedade e, portanto, o conhecimento sobre a fisiologia do café Conilon é muito embrionário, se comparado com o café arábica (Ferrão *et al.*, 2007).

O café Conilon foi introduzido pelo Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), há dez anos, como alternativa de cultivo na Zona da Mata, tradicionalmente ocupada pela cana-de-açúcar. Diferente do café Arábica (produzido em locais de baixas temperaturas), o café Conilon, também conhecido como Robusta, se adéqua a áreas com altas temperaturas, altitude inferior a 500 m e precipitação acima de 1000 mm anuais.

A determinação da evapotranspiração do cafeeiro e os parâmetros utilizados no manejo da irrigação têm sido o grande desafio dos pesquisadores, os quais procuram caracterizar, regionalmente, esses fatores, buscando a condição ideal para o suprimento hídrico de uma cultura (Bernardo, 1995).

Procurando melhorar a exatidão das medições do consumo de água pelas plantas estão sendo utilizados métodos que permitem estimar, direta e indiretamente, a transpiração da planta. Os lisímetros são um exemplo de medição direta, eles são estruturas especiais em que um volume de solo vegetado é devidamente isolado, a fim de que todas as entradas e saídas de água desse sistema sejam controladas (Sentelhas, 2001). Esses equipamentos funcionam como uma balança de precisão e medem a evapotranspiração de um volume de solo-planta conhecido, a partir da variação da massa devido à entrada ou saída de água.

O estudo da evapotranspiração é importante por refletir a influência de condicionantes atmosféricas, das disponibilidades hídricas do solo/subsolo junto ao sistema radicular, da estrutura física do dossel arbóreo e de características morfológicas e mecanismos de resposta fisiológica da planta que controlam a perda de água pelas folhas (Calder, 1990).

Levando em conta a necessidade de informações sobre o consumo hídrico dessa espécie, este estudo objetivou avaliar o comportamento funcional de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (Variedade Vitória 2 Precoce) quanto ao mecanismo de evapotranspiração, além de identificar os fatores atmosféricos que mais interferem nesses processos.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Departamento de Energia Nuclear – DEN, no campus da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, no município de Recife – PE (8º03’ S e 34º58’ O), situado na cidade do Recife. O clima, de acordo com Koppen, é As’ – quente e úmido, de forte influência oceânica, com médias térmicas mensais chegam a 25ºC, com precipitações de outono-inverno, um total pluviométrico com média de 2.000 mm.ano^{-1}, o período que apresenta maior precipitação vai de março a agosto, com valor máximo em julho. O período de estiagem se estende de setembro a fevereiro, quando ocorrem registros de precipitação, porém, sem grande intensidade. A umidade relativa do ar chega a 79,8 % como valor médio mensal. O aparato experimental foi instalado no pátio interno do DEN, onde também existia uma estação micrometeorológica automatizada.

2.2 Lisímetro

O lisímetro utilizado foi o de pesagem eletrônica, constituído por um reservatório e um sistema de pesagem. O reservatório consistiu de uma caixa plástica com dimensões de 1,02 m de largura e 0,58 m de profundidade, com volume total de 0,3 m^3. O sistema de pesagem consistiu de três células de carga, tipo LC101, marca Alpha, com capacidade de 250 kg, conectadas a uma central de aquisição de dados (Figura 1a). As leituras de variação da massa do bloco solo-planta isolado foram registradas e armazenadas a cada 30 minutos pela central de aquisição de dados.

Para o monitoramento do lençol freático no lisímetro foi instalado um observador de nível (Figura 1b).

Figura 1 - Lisímetro instalado na área experimental do DEN-UFPE. a. Lisímetro, b. Detalhe da central de aquisição de dados.

2.3 Seleção da Planta para Transplante

O plantio da Unidade Demostrativa localizado na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley, do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), Vitória de Santo Antão, Zona da Mata Sul do Estado de Pernambuco, nas coordenadas geográficas: 08º 08' 00'' latitude sul; 35º 22' 00'' longitude Gr. e altitude 146 m ,.foi constituído em uma área de 7200 m^2, em abril de 2006 com quatro talhões, com espaçamento de 2,0 m x 1,5 m e parcelas de 1800 m², totalizando 1660 plantas. O solo da área de estudo foi classificado como do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, ligeiramente ácido e boa fertilidade natural. As plantas utilizadas foram provenientes de propagação vegetativa por estacas do Instituto Capixaba de Pesquisas Agrícolas (INCAPER), Clone 2/Var. Vitória 12; Clone 2/Var. Vitória 2; Clone 3/Precoce e Clone 7/Var. 8121/Clone 3/Var. 8141 Robustão, cultivadas com irrigação por microaspersão.

Em agosto de 2009 foi selecionado um indivíduo de *C. canephora* da variedade Vitória 2 Precoce INCAPER para o transplante até o lisímetro alocado no DEN-UFPE. Essa variedade foi escolhida por apresentar as melhores respostas adaptativas visuais em relação aos outros clones cultivados. Um critério adicional de seleção utilizado para esta planta foi de que ela deveria ter um menor porte e se mostrar saudável, a fim de minimizar o dano no sistema radicular, além de estar localizada no interior do plantio, para evitar possíveis efeitos de borda.

Foi calculado um volume (0,3 m^3) de torrão a ser retirado junto com a planta, mediante a determinação da densidade média do solo, estimada em 1,4 g/cm^3, para não prejudicar as raízes efetivas. Esse torrão equivaleu a um peso de aproximadamente 400 kg. A planta selecionada foi transportada da estação do IPA – Vitória de Santo Antão para o DEN-UFPE, onde a mesma foi acomodada em um lisímetro de 310 L.

Além da irrigação feita no local, incorporou-se 20 kg de matéria orgânica e 0,5 kg de adubo nitrogenado para uma rápida recuperação do estresse da planta. Na instalação do lisímetro, a borda da caixa ficou 5 cm acima da superfície do solo.

2.4 Precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos, diariamente, através de pluviômetro existente na estação micrometeorológica do DEN – UFPE.

2.4.1 Irrigação Aplicada

As irrigações realizadas, dependendo do regime pluviométrico, visaram estabelecer a umidade do solo próximo da condição de capacidade de campo (CC). Essa condição correspondeu à massa do lisímetro saturado, subtraída a drenagem natural ocorrida após dois dias da mesma.

2.5 Estimativa da Evapotranspiração de Referência (ETo)

Para estimar a evapotranspiração de referência foram utilizados os dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e de radiação solar registradas na estação micrometeorológica instalada no pátio do DEN – UFPE (Figura 2).

Figura 2 - Estação micrometeorológica automática instalada no pátio do DEN-UFPE, em Recife-PE.

Com as médias diárias das variáveis meteorológicas para cada dia do período considerado foi calculada a evapotranspiração de referência pelo método, recomendado pela FAO, proposto por Allen *et al.* (1998) :

$$\mathbf{ET_0} = \frac{0,408\Delta\left(\mathbf{R_n} - \mathbf{G}\right) + \gamma \dfrac{900}{\mathbf{T_{med}} + 273}\mathbf{u}_2\left(\mathbf{e_s} - \mathbf{e_a}\right)}{\Delta + \gamma\left(1 + 0,34\mathbf{u}_2\right)} \qquad (1)$$

Na qual ETo é a evapotranspiração de referência em (mm), Δ é a declividade da curva de pressão de vapor na saturação em (kPa.ºC^{-1}) , Rn é o saldo da radiação ou radiação líquida em (MJ m^{-2} dia^{-1}), G o fluxo de calor no solo em (MJ m^{-2} dia^{-1}), γ é a constante psicrométrica em (kPa ºC^{-1}), T é a temperatura média em (°C), u_2 velocidade do vento a 2 m de altura em (m s^{-1}), e_s é a pressão de vapor na saturação em (kPa) e e_a o cálculo da pressão de vapor atual em (kPa).

2.6 Cálculo da ETr Através dos Dados Coletados no Lisímetro

O cálculo da lâmina de água diária perdida por evapotranspiração direta foi realizado para transformar o consumo individual de massa de água em volume de água, referente à fração da área ocupada pelo cafeeiro (mm.dia^{-1}) (Villa Nova *et al.*, 2002), de acordo com a Equação 2:

$$ETr = \frac{M}{A} \qquad (2)$$

Na qual ETr é a evapotranspiração real em (mm), M é a diferença de massa medida pelo lisímetro em (kg) e A é a área ocupada pela projeção da copa (m^2).

2.7 Coeficiente de Cultura (Kc)

Os valores do Kc foram obtidos através da relação entre a evapotranspiração máxima da cultura (ETm) e a evapotranspiração de referência (ETo):

$$Kc = \frac{ETm}{ETo} \qquad (3)$$

Na qual Kc é o coeficiente de cultura; ETm é a evapotranspiração máxima da cultura correspondente à lâmina de água evapotranspirada pela cultura (mm), medida no lisímetro de pesagem, no intervalo de tempo considerado e ETo é a evapotranspiração de referência (mm) no intervalo de tempo considerado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Relações entre a ETr, ETo e aspectos climáticos durante a fase experimental

A precipitação medida na área experimental mostrou uma variabilidade (Figura 3) ao longo do período de 01/04 à 25/04/2010, mas que supriu a demanda da evapotranspiração real medida no mesmo período, de 2,86 mm. O valor da menor precipitação medida foi de 0,2 mm, no dia

22/04/2010, e o maior valor foi de 28,7 mm, no dia 17/04/2010, com valor médio de 7,6 mm. A irrigação feita no período visou repor a umidade do solo ao nível próximo da condição de capacidade de campo, com valor médio diário de 2,0 mm.

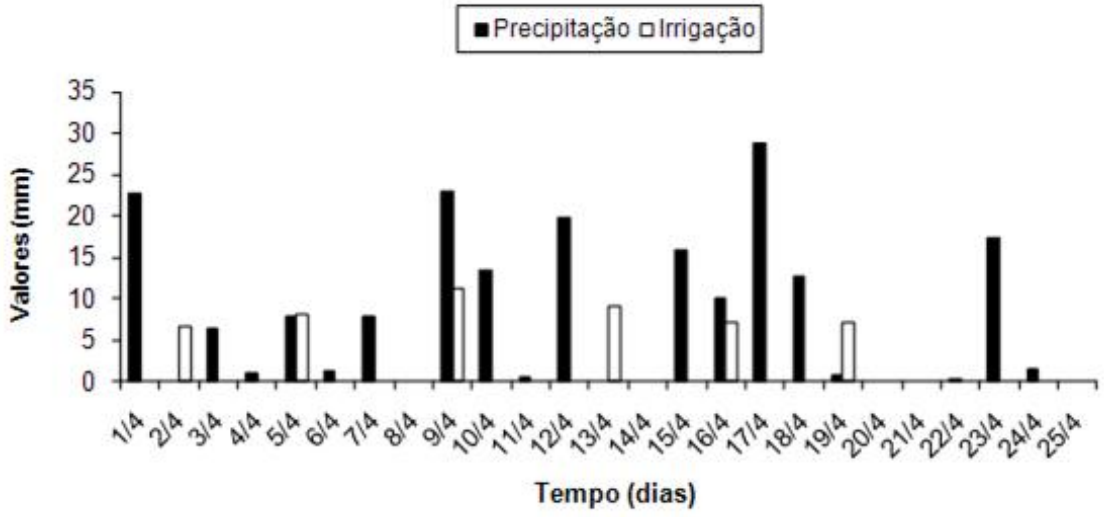


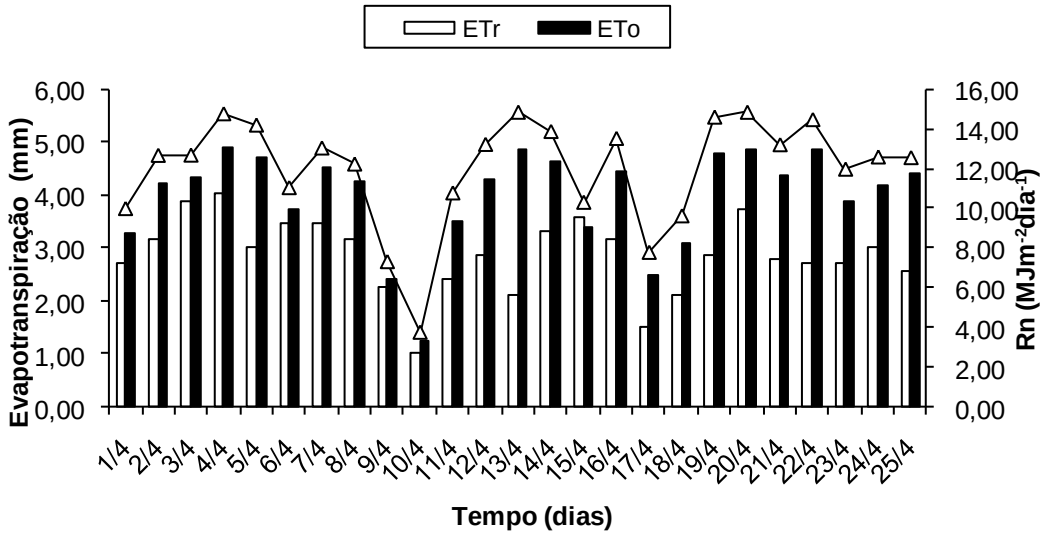
Figura 3 - Valores diários da precipitação e irrigação durante o período de 01/04 à 25/04/2010, DEN – UFPE.

As condições meteorológicas influenciaram o comportamento da evapotranspiração do cafeeiro; todas as curvas mostraram comportamentos semelhantes para o período, influenciando, conseqüentemente, o uso da água pela planta.

A ETr apresentou um valor mais elevado, de 4,05 mm, no dia 4/4/2010 e um menor valor, de 1,02 mm, no dia 10/4/2010, com média de 2.86 mm dia^{-1} para este período (Figura 4). O maior valor da ETo foi de 4,91 mm no dia 4/4/2010 e o menor valor de 1,25 mm no dia 10/4/2010, com média de 3,99 mm para este período.

Os maiores valores médios para o saldo de radiação (Rn) (Figura 4a) e o déficit de pressão de vapor (DPV) (Figura 4b) foram de 14,83 $MJm^{-2}d^{-1}$, nos dias 13 e 20/4/2010, e 1,30 e 1,26 kPa nos dias 7 e 8/4/2010, respectivamente. Os menores valores de Rn e DPV foram de 7,29 e 3,73 $MJm^{-2}d^{-1}$ nos dias 9 e 10/4/2010 e de 0,45 e 0,49 kPa nos dias 10 e 17/4/2010, respectivamente; com o valor médio de 11,98 $MJm^{-2}d^{-1}$ para o Rn e de 1,21 kPa para o DPV.

(a)



(b)

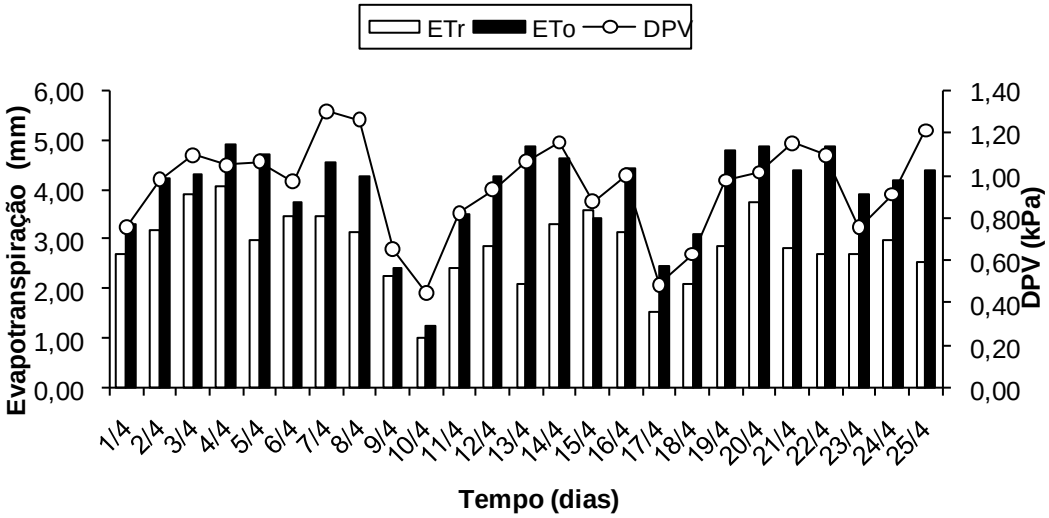


Figura 4 - Valores médios diários da Evapotranspiração associados ao Saldo de radiação (Rn). (a) e ao Déficit de pressão de vapor (DPV). (b) medidos durante o período de 01/04 à 25/04/2010 na estação micrometeorológica DEN – UFPE.

A Figura 4 mostra que o comportamento da evapotranspiração real e da evapotranspiração de referência do clone de café Conilon (Vitória 2 Precoce) foi semelhante ao saldo de radiação (Figura 4a) e ao déficit de pressão (Figura 4b) para o mesmo período.

O Kc calculado para o período foi de 0,73, um pouco menor que os valores médios de 0,79 obtidos por Gutierrez e Meinzer (1994) com plantas *Coffea arabica* Pierre ex A. Froehner Catuai Amarelo, aos 48 meses de idade. Isto indica que o clone de café Conilon (Variedade 2 Precoce) apresentou resultados semelhantes quanto a ETr, se comparada a uma planta sob condições de campo.

4. CONCLUSÕES

O lisímetro de pesagem foi eficaz para detectar as variações diárias da evapotranspiração, quer seja sob condições de céu claro, quer seja sob condições chuvosas, podendo ser usado com eficácia para uma estimativa acurada da evapotranspiração em plantas de café Conilon.

A contribuição da precipitação foi reduzida em relação à evapotranspiração, pois em dias de chuva ela foi maior que em condições de dias nublados.

O déficit de pressão de vapor (DPV) e o saldo de radiação (Rn) mostraram influência direta sobre a evapotranspiração real e de referência no período estudado.

O valor médio encontrado para o Kc corrobora os resultados obtidos em plantas de café arábica avaliadas sob condições de campo.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela bolsa de Mestrado ao primeiro autor. Ao Instituto de Pesquisas Agronômicas-IPA, pelo apoio ao projeto.

6. BIBLIOGRAFIA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. **Irrigation and Drainage** 56p.

ANDREOLI, D.M.C.; GROTH, D.; RAZERA, L.F. 1993. Armazenamento de sementes de café (*Coffea canephora* L. cv. Guarani) acondicionadas em dois tipos de embalagens após secagem natural e artificial. **Revista Brasileira de Sementes** 15, 87-95.

BERNARDO, S. 1995. **Manual de irrigação**. 6ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 657p.

CALDER, I.A. 1990. **Evaporation in the uplands**. John Wiley and Sons, Chichester 148p.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; MUNER, L.H. 2007. **Café CONILON**. Vitória: Incaper, 702 p.: il.

GUTIERREZ, M.V.; MEINZER, F.C. 1994. Estimating water use and irrigation requirements of coffee in Hawaii. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 119, 653-657.

SENTELHAS, P.C. 2001. Agrometeorologia aplicada à irrigação. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. **Irrigação**. Jaboticabal: SBEA, 1, pp. 63-120. Série Engenharia Agrícola.

VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, J.L.; ANGELOCCI, L.R.; DOUTORADO NETO, D. 2002. Estimativa do coeficiente de cultura do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas. **Bragantia**, Campinas, 61, 81-88.