ISSN 1808-3765

# RETENÇÃO DE ÁGUA PELO DOSSEL DO FEIJOEIRO IRRIGADO POR ASPERSÃO

**José Alves Junior; Pedro Marques da Silveira; Luis Fernando Stone; Paulo César Ribeiro da Cunha**
*Universidade Federal de Goiânia, Goiânia, GO, jose.junior@pesquisador.cnpq.br*

## 1 RESUMO

O conhecimento da retenção de água pela parte aérea das plantas é importante para fins de manejo da irrigação e quimigação (alvo folha). Este trabalho objetivou estimar o volume de água por hectare retido no dossel da cultura do feijoeiro sob uma lâmina de irrigação aplicada via pivô central. Foi semeada a cultivar de feijão Pérola, nos períodos de verão, outono e inverno, no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com 15 sementes por metro. As avaliações foram realizadas em 10 plantas, em cinco estádios fenológicos. A quantidade de água retida nas folhas das plantas foi estimada pela diferença de massa após secagem com compressor de ar. A área foliar foi avaliada em cada amostragem utilizando o medidor LICOR, modelo 3100. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão. Os resultados mostraram que conhecido o índice de área foliar (IAF) é possível estimar o volume de água retida no dossel do feijoeiro (V, L $ha^{-1}$) utilizando a expressão, V= 648,12*IAF. A aplicação da lâmina média de água de 8,1 mm proporcionou perdas médias de água por interceptação foliar de aproximadamente 2,5%.

**UNITERMOS**: *Phaseolus vulgaris*, área foliar, manejo da irrigação, pivô central.

# ALVES JUNIOR, J.; SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F.; CUNHA, P. C. R. da. CANOPY WATER RETENTION OF BEAN IRRIGATED BY SPRINKLER SYSTEM

## 2ABSTRACT

Knowing the amount of water retained by common bean leaves is important for irrigation and chemigation purposes. This study was carried out in order to estimate the volume of water retained in common bean leaves per unit area (ha), under a center pivot irrigation depth. Pérola common bean cultivar was sown in the summer, autumn and winter crop season at 0.45 m between rows and 15 plants per meter. 10 plants were measured at five phenological stages. The amount of water retained in the bean leaves was obtained by the difference between total plant weight (measured after irrigation) and dry plant weight (measured after drying with air). The total plant leaf area was evaluated for each sampling period using a leaf area meter LICOR, model 3100. Data were submitted to regression analyses. Results indicated that the water retained in bean leaves (V, L $ha^{-1}$) can be estimated using a leaf area index (V=648.12*LAI). The application of average water depth of 8.1 mm allowed 2.5% of average water losses by foliar interception.

**KEYWORDS**: *Phaseolus vulgaris*, leaf area, irrigation management, central pivot.

Recebido em 02/12/2008 e aprovado para publicação em 25/02/2010

## 3 INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro tem-se constituído na principal alternativa de cultivo irrigado em Goiás. Do total de 124.440 ha plantados com essa cultura na safra 2006-2007, 53.980 ha eram irrigados, respondendo por 56% do total da produção (Levantamento…, 2007). No cultivo de feijão irrigado, denominado cultivo de inverno (maio-junho), o agricultor é estimulado a utilizar maiores níveis de tecnologia, obtendo produtividade três a cinco vezes superior às obtidas em outras épocas de cultivo. Outras vantagens do cultivo irrigado são: possibilidade de produção de sementes de alta qualidade, oferta do produto no período da entressafra, quando alcança melhores preços e, facilidade de mão-de-obra (Stone & Moreira, 1986).

Devido à facilidade operacional, à alta adaptabilidade a diferentes condições de solo e topografia e à pequena demanda por mão-de-obra, a prática da irrigação pelo sistema pivô central vem sendo amplamente utilizada na região Centro-Oeste do Brasil (Silva & Azevedo, 1998).

A disponibilidade do recurso água é cada dia mais preocupante, tornando-se cada vez mais necessário o uso criterioso da irrigação, com altos níveis de uniformidade e eficiência no uso da água. Para atender essas exigências, a preocupação com a qualidade da irrigação se faz necessária, tanto no processo de planejamento e operação dos sistemas como no manejo das irrigações (Frizzone, 1998). Sob esses aspectos, pesquisas revelam que a água interceptada pelo dossel das culturas irrigadas por aspersão são de grande relevância, podendo influir significativamente na eficiência de aplicação de água e agroquímicos, assim como no consumo de energia elétrica. Muitos estudos relatam que essa quantidade varia de 1,8 a 2,7 mm por irrigação para milho (Seginer, 1967; Smajstrla & Hanson, 1980; Steiner et al., 1983; Lamm & Manges, 2000), e é maior que 10 mm para trigo (Li & Rao, 2000; Du et al., 2001). A cana-de-açúcar intercepta cerca de 24% do total de água aplicado (Vieira, 1982), o cajueiro 31% (Rao, 1987), os citrus 17% (Luchiari, 1989), o milho menos que 8% (Tolk et al., 1995; Alves et al., 2001) a 30-35% (Souza , 2004), e o trigo 25-30% (Chaves, 1996). Há poucas informações sobre a interceptação de água pelo dossel da cultura do feijão. Os poucos estudos mostram que essa pode ser de 22,3% (Chaves, 1996).

A água interceptada pelo dossel é normalmente considerada uma porção de água perdida inserida na eficiência do uso da água aplicada. Muitos fatores podem influenciar na interceptação de água pelo dossel, tais como: estrutura da planta, tamanho e orientação das folhas, características das folhas, ângulo de inserção das folhas nos caules, índice de área foliar, diâmetro da gota aplicada, intensidade de aplicação de água e velocidade do vento (Li & Rao, 2000). Esses fatores tornam sua determinação uma tarefa difícil.

Wang et al. ( 2006) apresentam um método para determinar a água interceptada pelo dossel das culturas, que tem como princípio o uso de material de alta capacidade de absorção de água (“estopas”) para enxugar as folhas e os caules da cultura. Após a irrigação, toda a parte aérea da planta é cuidadosamente enxugada e o incremento de peso da “estopa” é capaz de estimar a água interceptada pelo dossel da cultura. Esse método foi desenvolvido para a cultura do trigo, mas Wang et al., (2006) afirmaram que pode ser utilizado em outras culturas de folhas pequenas e baixa altura, como a cultura do feijoeiro.

Dessa maneira, diante da relevância da água interceptada pelo dossel das culturas irrigadas por aspersão, da importância da cultura do feijoeiro irrigado por pivô em Goiás, e da carência de informações sobre o volume de água interceptado pelo dossel dessa cultura, se propôs este estudo objetivando quantificar quanto da lâmina de água aplicada via pivô central fica interceptada no dossel do feijoeiro, em diferentes épocas do ano, e em diferentes estádios de desenvolvimento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás - GO, cujas coordenadas geográficas são: 16º 28' 00" de latitude sul, 49º 17' 00" de longitude oeste e 833 m de altitude.

O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw (tropical e chuvoso), caracterizado por dois períodos bem definidos, a estação chuvosa, compreendida, entre outubro e abril, em que se verifica cerca de 90% do total anual precipitado, e a estação seca, de maio a setembro, com baixos índices de precipitações. A temperatura média é de 22,3 ºC, e as médias mínimas e máximas anuais de 17,1 ºC e 29,2 ºC, respectivamente. Os meses mais frios são junho e julho, quando a temperatura média fica em torno de 19 ºC, com mínimas de 12 ºC, sendo o total da precipitação pluvial anual média de 1488,5 mm, apresentando total médio para o mês mais chuvoso de 299,3 mm e 0,0 mm para o mês mais seco, enquanto o total médio anual de insolação é de 2318,9 horas. A umidade relativa do ar apresenta-se baixa nos meses de julho a setembro, provocando níveis de evaporação superiores a 250 mm mensais. Os dados foram obtidos da estação meteorológica da Embrapa Arroz e Feijão, referentes ao período de 1983 a 2006.

O solo onde foi instalado o experimento é um Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (Embrapa, 1994), com composição granulométrica de 614,4 g de argila, 77,8 g de silte e 307,8 g de areia $kg^{-1}$ de solo.

A área total da parcela experimental foi de 10 x 20 m, com 45 linhas de plantas. As semeaduras foram realizadas em 12 de dezembro de 2006 (verão), em 19 de março de 2007 (outono) e em 20 de julho de 2007 (inverno) e a emergência de 100% das plântulas ocorreu 5-8 dias após o plantio.

A cultivar de feijão Pérola, do tipo III, foi semeada manualmente, no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com 15 sementes por metro, esperando obter uma população final de 300 mil plantas por hectare.

A adubação foi de 400 kg $ha^{-1}$ dos elementos N-P-K na formulação 4-30-10 distribuído no sulco de semeadura. A adubação de cobertura foi efetuada quando as plantas estavam com 40 dias após emergência, na razão de 45 kg $ha^{-1}$ de N.

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi feito quando necessário, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do feijoeiro.

O sistema de irrigação utilizado foi um pivô central de 25 ha. Foram realizadas irrigações todas as vezes que tensiômetros instalados a 0,15 m acusavam 30-40 kPa. As leituras dos tensiômetros foram feitas diariamente, durante todo o ciclo fenológico da cultura, sempre às 9:00 horas da manhã. A lâmina de irrigação foi estimada pela fórmula: ETc = ETo*Kc, em que ETo foi determinada com base no modelo empírico de Penman-Monteith, com os dados obtidos na estação agrometeorológica da Embrapa Arroz e Feijão, situada a 3 km da área experimental, e os coeficientes de cultivos foram os recomendados para cultivo de feijão em sistema plantio direto.

A área foliar e a interceptação de água pelo dossel das plantas foram determinadas nas três épocas de semeadura e em cinco diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, conforme procedimento descrito a seguir. Após a irrigação, 10 plantas foram selecionadas aleatoriamente e pesadas individualmente, e toda a parte aérea de cada planta foi cuidadosamente enxugada com o uso de ar comprimido. Imediatamente após a secagem, as plantas novamente foram pesadas. Após a pesagem das plantas, a área foliar foi determinada com o medidor LICOR, modelo LI 3100. A diferença de massa antes e depois da secagem com o compressor de ar foi utilizada para estimar a água retida pelo dossel da cultura. O

resultado foi dividido pela massa específica da água, a qual foi assumida igual a 1 g $cm^{-3}$. O procedimento matemático pode ser descrito como:

i) determinação da massa de água retida nas folhas ($m_{we}$, g):

$$m_{we} = m_t - m_s \quad (1)$$

em que:
$m_t$ - massa total (massa da planta irrigada antes da secagem, g);
$m_s$ - massa da planta enxugada (massa da planta irrigada após a secagem, g);

ii) determinação do volume de água retido nas folhas ($V_r$, $cm^3$):

$$V_r = \frac{m_{we}}{\rho_{we}} \quad (2)$$

em que:
$\rho_{we}$ - massa específica da água, 1 g $cm^{-3}$;

iii) determinação da lâmina de água que fica retida nas folhas da planta ($h$, mm):

$$h = \frac{V_r}{AFT} * 10 \quad (3)$$

em que:
AFT - área foliar total ($cm^2$) da planta;

iv) determinação do índice de área foliar (IAF):

$$IAF = \frac{AFT}{E * e} \quad (4)$$

em que:
$E$ - espaçamento entre linhas (cm); $e$ - espaçamento entre plantas (cm);

Portanto, pode-se determinar o volume de água que fica retido nas folhas do feijoeiro por hectare, em função da lâmina de água retida nas folhas de uma planta e do índice de área foliar.

v) determinação do volume de água retido na folhagem da cultura por hectare ($V$, L $ha^{-1}$):

$$V = h.\ IAF.\ 10^4 \quad (5)$$

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de irrigação aplicadas em cada teste são apresentadas na Tabela 1, variando de 7,5 a 9,0 mm, com valor médio de 8,1 mm, e interceptação foliar média de 0,20 mm entre os três períodos de cultivos. Em termos percentuais, as perdas de água pelo processo de interceptação foram em média de 2,5%, podendo chegar a 7% na fase de máximo índice de área foliar. Esse resultado sinaliza aos usuários de sistemas de irrigação tipo pivô central a aplicar, quando possível, maiores lâminas de irrigação em menor freqüência de rega, o que

molharia menos vezes as folhagens da plantas e reduziria as perdas por interceptação do dossel.

**Tabela 1.** Médias dos dados obtidos nos testes de interceptação foliar da água aplicada no dossel do feijoeiro realizados nos diferentes períodos de cultivo. Santo Antônio de Goiás, GO, 2006-7.

| DAE[1] | IAF[2] ($m^2$ $m^{-2}$) | Hora de início do teste | L[3] (mm) | IF[4] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mm | (%) |
| **Verão** | | | | | |
| 11 | 0,65 | 8:15 | 7,8 | 0,04 | 0,51 |
| 21 | 2,11 | 8:35 | 8,4 | 0,13 | 1,55 |
| 28 | 4,02 | 8:10 | 9,0 | 0,24 | 2,67 |
| 34 | 4,18 | 8:20 | 8,0 | 0,25 | 3,12 |
| 42 | 4,82 | 8:25 | 7,9 | 0,29 | 3,67 |
| **Outono** | | | | | |
| 2 | 0,65 | 8:10 | 8,0 | 0,05 | 0,63 |
| 12 | 1,00 | 8:25 | 7,6 | 0,07 | 0,92 |
| 19 | 1,88 | 8:20 | 8,1 | 0,13 | 1,60 |
| 33 | 2,38 | 8:20 | 8,3 | 0,17 | 2,05 |
| 42 | 2,93 | 8:10 | 7,5 | 0,21 | 2,80 |
| 49 | 2,00 | 8:25 | 8,0 | 0,14 | 1,75 |
| **Inverno** | | | | | |
| 2 | 0,26 | 8:15 | 8,2 | 0,03 | 0,36 |
| 19 | 1,59 | 8:10 | 7,6 | 0,16 | 2,11 |
| 28 | 2,62 | 8:30 | 9,0 | 0,27 | 3,00 |
| 35 | 4,66 | 8:10 | 8,0 | 0,47 | 5,87 |
| 42 | 5,68 | 8:25 | 8,2 | 0,58 | 7,00 |
| **Média** | **2,59** | | **8,10** | **0,20** | **2,48** |

[1]DAE - dias após a emergência; [2]IAF - índice de área foliar; [3]L - lâmina média de irrigação aplicada e [4]IF - interceptação foliar de água medida.

Observa-se que a perda de água por interceptação do dossel do feijoeiro não foi tão grande como em outras culturas. A cana-de-açúcar, por exemplo, intercepta cerca de 24% da água aplicada (Vieira, 1982); o cajueiro 31% (Rao, 1987); citrus 17% (Luchiari, 1989); milho menos que 8% (Tolk et al., 1995; Alves et al., 2001) a 30-35% (Souza , 2004), e trigo 25-30% (Chaves et al., 1996). Essa diferença pode ser devida tanto a características das plantas do feijoeiro, como ao sistema de irrigação, condições climáticas e método de avaliação.

Chaves (1996) utilizou o método de coletores de precipitação, que consiste na utilização de caixas retangulares de 750 $cm^2$ de área de captação, confeccionadas com folhas de flandres galvanizadas, distribuídas aleatoriamente no interior da cultura, para estimar a interceptação de água pela dossel da cultura do feijoeiro. Ele obteve o valor de interceptação total de 61 mm, de um total de chuva acumulado de 273,8 mm durante todo ciclo do feijoeiro, o que corresponde a 22,3%. Esse resultado difere muito do encontrado no presente estudo, provavelmente devido ao emprego de diferentes metodologias para obtenção da interceptação de água no dossel do feijoeiro. No método utilizado por Chaves (1996), a água interceptada pelo dossel é calculada subtraindo o volume de água coletado abaixo do dossel do volume de água coletado acima. Nesse método, a água escorrida pelo caule e a evaporação interna no

dossel são negligenciadas, ocasionando super-estimativa da interceptação de água no dossel do feijoeiro.

O volume de água retido pelo dossel do feijoeiro cv. Pérola apresentou correlação altamente significativa (r = 0,79**, P>0,01) com o seu índice de área foliar (Figura 1). Verifica-se que para cada acréscimo de uma unidade no IAF, o volume de água retido pelo dossel aumenta em cerca de 648 L $ha^{-1}$. Alves et al. (2001) também observaram, na cultura do milho, que o aumento do IAF promove aumento na interceptação foliar.

Quando for necessária a aplicação de um produto químico cujo alvo for as folhas do feijoeiro, o volume utilizável pode ser estimado em função do IAF segundo a equação apresentada na Figura 1. A possibilidade de se estimar o volume de água máximo que pode ser retido na parte aérea das plantas é uma ferramenta para definir o equipamento adequado para se fazer uma aplicação mais eficiente do produto e verificar se a quimigação é recomendável (Basanta et al., 2000).

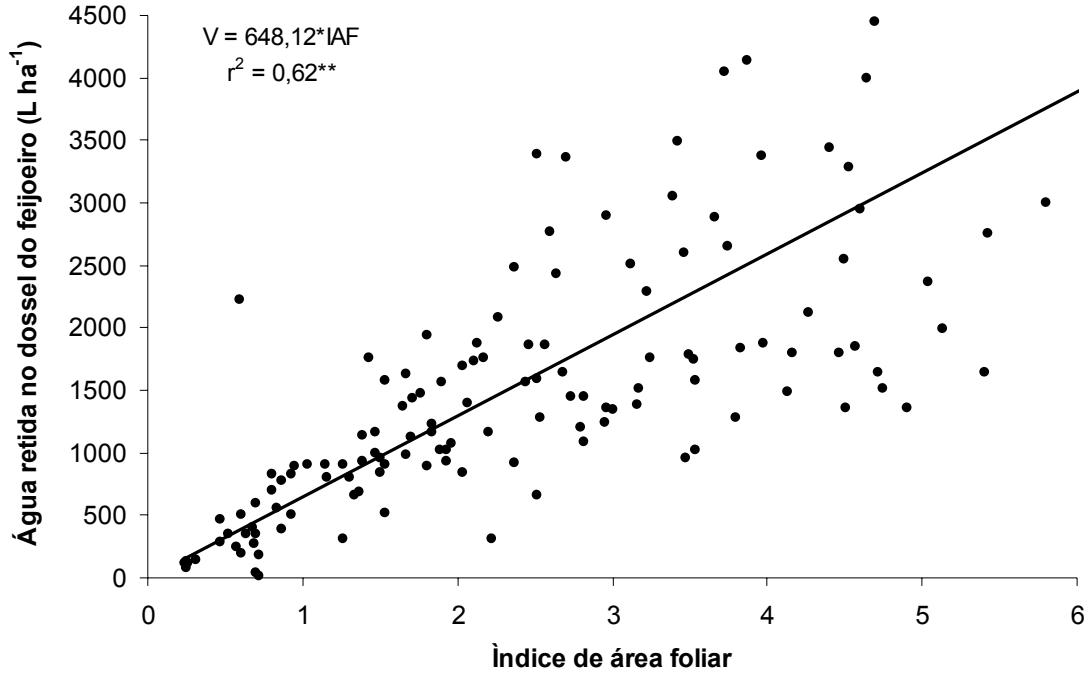


**Figura 1.** Volume de água retido pelo dossel (V) do feijoeiro cv. Pérola em função do índice de área foliar (IAF).

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que o volume de água máximo retido nas folhas da cultura do feijoeiro (V, L $ha^{-1}$) pode ser estimado a partir do índice de área foliar (IAF) pela equação V = 648,12*IAF. A aplicação da lâmina média de água de 8,1 mm proporcionou perdas médias de água por interceptação foliar de aproximadamente 2,5%.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. R. B.; FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Repartição da lâmina de irrigação, aplicada via pivô central, na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 67-70, 2001.

BASANTA, M. V.; DOURADO NETO; D., GARCIA, A. G. Estimativa do volume máximo de calda para aplicação foliar de produtos químicos na cultura de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 75, n. 2, p. 283-8, 2000.

CHAVES, J. G. **Experimentação e modelagem da evapotranspiração da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1996. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

CHAVES, J. G.; LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. Modelo simplificado para balanço hídrico de culturas: Determinação da altura de chuva interceptada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25. CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENÍERIA AGRÍCOLA, 2. 1996, Bauru. **Resumos...** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p. 277, 1 CD-ROM.

DU, Y., et al. Water distribution and microclimatic effects of sprinkler irrigation on spring wheat field. **Chinese Journal of Applied Ecology**, Shenyang, v. 12, p. 398-400, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Relatório técnico 1990-1992.** Goiânia, 1994. 325 p. EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 51.

FRIZZONE, J. A. **Uniformidade e eficiência da irrigação.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 40 p. (Série didática).

Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, dez. 2007. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 26 ago. 2008.

LAMM, F. R.; MANGES, H. L. Partitioning of sprinkler irrigation water by a corn canopy. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 43, p. 909-918, 2000.

LI, J.; RAO, M. Sprinkler water distributions as affected by winter wheat canopy. **Irrigation. Science**, New York, v. 20, p. 29-35. 2000.

LUCHIARI, D. J. F. **Estudo da repartição das chuvas em culturas de citros**. 1989. 121 f. Dissertação (Mestrado Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Campinas. Limeira, 1989.

RAO, S.A. Interception losses of rainfall from cashew trees. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 90, p. 293-301, 1987.

SEGINER, I. Net losses in sprinkler irrigation. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 4, p. 281-291, 1967.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A. **Dimensionamento da lateral de irrigação do pivô-central**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 54 p. (Documentos, 71).

SMAJSTRLA, A. G.,; HANSON, R. S. Evaporation effects on sprinkler irrigation efficiencies. **Proceedings of the Soil Crop Science Society of Florida**, Belle Glade, v. 39, p.28-33. 1980.

SOUZA, L. P. **Interceptação foliar de água pela cultura do milho em condições de irrigação de alta intensidade.** 2004. 45 f Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, DF, 2004.

STEINER, J. L.; KANEMASU, E. T.; CLARK, R. N. Spray losses and partitioning of water under a center pivot sprinkler system. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 26, p.1128-1134, 1983.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. **Irrigação do feijoeiro.** Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1986. 31 p. (Circular Técnica, 20).

TOLK, J. A. et al. Role of transpiration suppression by evaporation of intercepted water in improving irrigation efficiency. **Irrigation Science**, New York, v. 16, p. 89-95, 1995.

VIEIRA, D. B. **Avaliação da interceptação hidrológica e o efeito da vinhaça em cana-de-açúcar.** 1982. 124 p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Limeira, Universidade de Campinas, Limeira, 1982.

WANG, Q. G. et al. Method for Measurement of canopy interception under Sprinkler Irrigation. **Journal of irrigation and drainage Engineering**. New York, v. 132, p.185-187, 2006.