

## RESPOSTA FITOMÉTRICA DA PALMEIRA PUPUNHA AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

*Adriana Ramos<sup>1</sup>, Marcos Vinícius Folegatti<sup>2</sup>, Adriano Valentim Diotto<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil. aramosmendes@gmail.com;

<sup>2</sup>ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Engenharia de Bissistemas, Av. Pádua Dias, nº 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. mvfolega@usp.br; <sup>3</sup>UFLA - Universidade Federal de Lavras, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001, Kennedy, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. adriano.diotto@gmail.com

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a resposta fitométrica da pupunheira ao manejo de irrigação e fertirrigação. O experimento foi conduzido por 22 meses no campo experimental da Fazenda Areão da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba - SP à latitude de 22° 42'30"S e longitude de 47° 30'00"W. O delineamento usado foi em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 4, com 4 lâminas de irrigação (L1 (0 %), L2 (50 %), L3 (100 %) e L4 (120 %) da ET<sub>0</sub> obtido pelo método do Tanque Classe A) e 3 níveis de nitrogênio, N1 (testemunha), N2 (200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e N3 (400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). As avaliações fitométricas foram realizadas por mensurações de algumas variáveis de crescimento. Houve efeito significativo ( $P<0,05$  e  $P<0,01$ ) dos tratamentos (irrigação e adubação) para todos os parâmetros: altura, diâmetro da haste principal, número de folhas número de perfilhos e índice de área foliar. Os tratamentos L1(testemunha) e L2(50%ET<sub>0</sub>) apresentaram os menores crescimentos nos parâmetros avaliados. Apesar de não ter ocorrido diferenças estatísticas entre os tratamentos L3(100 %) e L4 (120 % ET<sub>0</sub>), os maiores crescimentos em altura e de diâmetro foram obtidos em L3. Para nitrogênio, N2 (200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e N3 (400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) também não diferiram estatisticamente entre si, entretanto, maiores respostas foram obtidas em N2. Conclui-se que pelo crescimento em altura e diâmetro obtidos e devido aos custos com aplicação de lâminas e fertilizantes, a irrigação com 100% ET<sub>0</sub> e adubação com 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> são as recomendadas para a pupunheira cultivada em condições ambientais semelhantes ao referido estudo.

**Palavras-chave:** crescimento de planta, pupunheira, manejo de água

### **Phytometric features of peach palm to irrigation management and fertigation.**

The principal aim was to study the phytometric features of peach palm to irrigation management and fertigation in an experiment field conducted at the Irrigation and Drainage Area (22° 42'30"S and 47° 30'00"W) of Areão Agricultural Experiment Area, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brazil. Treatments were grouped in randomized blocks resulting in a 4x3 factorial experiment irrigation L1(0 %), L2 (50 %), L3 (100 %) and L4 (120 %) of ET<sub>0</sub> and N fertilizer, N1(0 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), N2 (200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) and N3(400 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). The water and N were applied through the use of a diaphragm-activated injection pump in a weekly basis. The phytometric features were measured monthly to accompany the plant growth and development. Significative differences among treatments were found in almost the total duration of the experiment. The L1 and L2 treatments (0 % and 50 % of ET<sub>0</sub>) showed the lowest values of all parameters. On the other hand, L3 (100 % of ET<sub>0</sub>) treatment exhibited the highest ones, although the 120 % of ET<sub>0</sub> treatment did not differ statistically from the former. Also to nitrogen, N2 (200 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) and N3 (400 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) treatments did not differ statistically, showing the N2 treatment (200kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) the highest values. We conclude that the growth in height and diameter obtained and due to the cost of applying fertilizer and levels of irrigation, the 100 % ET<sub>0</sub> irrigation and fertilization with 200 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> are recommended for the peach palm grown under similar environmental study.

**Key words:** plant growth, peach palm, water management

## Introdução

Existe uma grande diversidade de palmeiras potencialmente importantes para a produção de palmito. A palmeira pupunha ou pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth) tem sido objeto de pesquisas intensivas e de desenvolvimento em várias partes da América tropical (Clement, 1995), graças, principalmente, às suas características de precocidade, rusticidade e perfilhamento, no entanto é grande a desuniformidade de resposta dos produtos atualmente comercializados, o que indica a necessidade de melhoramento genético para todas as espécies produtoras de palmito (Agriannual, 1998), e a necessidade de estudos que permitam maior conhecimento sobre as características fisiológicas da planta em determinadas condições de manejo e cultivo, dentre elas, sob a tecnologia da irrigação.

Sampaio et al. (2007) estudaram a viabilidade técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude), aos 4 anos de idade, sendo a análise técnica realizada através da produtividade média dos palmitos e análise financeira, através dos fluxos de caixa, e encontrando a produtividade média de 13,5 t/ha e 8,4 t/ha no quarto ano, para a pupunha e a palmeira-real, respectivamente. Os autores afirmaram que ambas as culturas cultivadas sob irrigação mostraram-se viáveis economicamente, porém o cultivo da pupunha apresentou maior rentabilidade.

Marques et al. (2004) estudaram a escolha da lâmina de irrigação utilizando árvore de decisão, incluindo risco através de simulação pelo Método de Monte Carlo utilizando dados para as condições locais de Ilha Solteira/SP, considerando a variabilidade da vida útil dos equipamentos e dos preços pagos ao produtor. Os autores encontraram que a aplicação 4 mm (Evaporação do Tanque Classe A) apresenta-se como a escolha melhor, por fornecer a maior expectativa de receita líquida e uma probabilidade de 90,8 % da receita líquida ser superior a zero.

Ramos et al. (2002) avaliaram o desenvolvimento vegetativo da pupunheira, com três anos, em Piracicaba, São Paulo, em Nitossolo Vermelho, em função de níveis de depleção de água no solo. Dentre as variáveis de crescimento avaliadas, encontraram

maior desenvolvimento em diâmetro no caule, altura e maior número de folhas novas emitidas no tratamento com maior intensidade de aplicação de água (25% da água disponível).

Em experimento conduzido com pupunheiras cultivadas em solo Aluvial álico em Ubatuba, SP, foram estudadas os efeitos de quatro doses de nitrogênio, fósforo e potássio, aplicados em cobertura, sobre alguns parâmetros de crescimento. Verificou-se que o máximo crescimento foi obtido com doses anuais de 400 kg de N, 0 kg de  $P_2O_5$  e 200 kg de  $K_2O$  por hectare (Bovi et al., 2002a).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a resposta fitométrica da pupunheira ao manejo de irrigação e fertirrigação.

## Material e Métodos

A área experimental se localiza na Fazenda Areão, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba - SP, altitude de 576 metros e coordenadas geográficas de 22° 42'30" S e 47° 30'00" W. O solo está classificado como Nitossolo Vermelho, apresentando declividade média de 5%.

O clima é do tipo CWa, isto é subtropical úmido, verão chuvoso, e inverno seco. A precipitação média anual é 1247 mm, temperatura média 21,1°C, umidade relativa média de 74% e velocidade do vento de 2,2 m/s com direção E/SE predominantemente (Ometto, 1981).

Para determinação das características físicas e hidráulicas e dos principais parâmetros do solo da área experimental foram retiradas amostras de solo com estrutura deformada e indeformada, nas profundidades de 0,0-0,2 m, 0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m e 0,6-0,8 m. Em laboratório foram realizadas análise granulométrica e de densidade do solo (Tabela 1), curva de retenção da água no solo (Figura 1) e análise química do solo (Tabela 2), cujos resultados obtidos encontram-se abaixo.

O espaçamento do plantio da pupunheira foi de 2,0 m x 1,0 m e adubação foi realizada em função do resultado obtido da análise do solo, aplicada no sulco de plantio sendo 20 kg de esterco de curral curtido mais 140 kg de superfosfato simples por hectare. A adubação realizada com nitrato de potássio (200 kg  $ha^{-1} ano^{-1}$ ), em cobertura, via fertirrigação, assim como as demais fontes de N.

Tabela 1. Análise granulométrica do solo para as camadas de 0-0,2 m, 0,2-0,4 m e 0,4-0,6m

Profundidade (m)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )
0,0-0,2	40,87	27,64	31,49	1,60
0,2-0,4	47,62	23,16	29,23	1,42
0,4-0,6	50,30	23,53	26,17	1,44

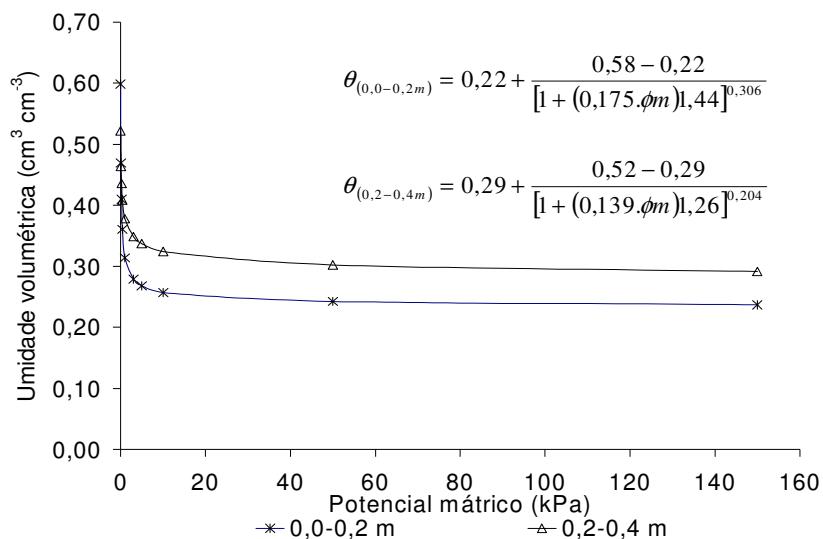


Figura 1 - Curvas de retenção da água no solo, nas camadas de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m, em um Nitossolo.

Tabela 2. Análise química do solo para as camadas de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m

Camada (m)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	S - SO <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H + AL	SB	T	V (%)
0,0-0,2	4,7	30	40	46	4,0	40	16	2,0	42	59	101	58
0,2-0,4	4,8	23	40	42	2,0	40	15	1,0	38	60	98	61

Utilizou-se o sistema de irrigação localizada tipo gotejamento com gotejadores espaçados entre si 0,40 m, vazão de 2,7 litros por hora à pressão de serviço de 30 kPa. Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica localizada próxima a área experimental. Também, foram instalados tensiômetros na profundidade de 0,15 m, para determinação do momento de irrigação. A irrigação foi realizada toda vez que o tensiômetro acusava tensão de 30 kPa.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com os tratamentos divididos em um ensaio fatorial 4 x 3, sendo quatro lâminas de

irrigação e três doses de nitrogênio, com doze tratamentos e quatro repetições, totalizando quarenta e oito parcelas. Cada parcela foi constituída por trinta e duas plantas, sendo vinte e quatro plantas de bordadura e oito plantas úteis.

Os tratamentos referentes aos níveis de irrigação corresponderam às lâminas de irrigação, sendo L1 = 0%; L2 = 50%; L3 = 100%; L4 = 120% da evaporação medida por um Tanque Classe A Modificado (Amorim Neto e Villa Nova, 1983).

Os níveis de nitrogênio aplicados foram respectivamente (N1 = 0; N2 = 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e N3

= 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) foram baseados na recomendação de adubação para a pupunheira (Bovi et al., 1999; Bovi e Cantarella, 1996). Foram aplicados como fonte de nitrogênio o nitrato de potássio, nitrato de cálcio e uréia. O nitrato de cálcio foi aplicado também como fonte de cálcio e o nitrato de potássio, para suprir a necessidade da cultura desse elemento. Quando o nitrato de potássio foi utilizado como fonte de K<sub>2</sub>O, o restante do nitrogênio necessário foi aplicado na forma de uréia.

As fertirrigações foram realizadas com o emprego de uma bomba de acionamento hidráulico. Como ainda não se dispunha de dados sobre a curva de absorção da cultura para nitrogênio, optou-se pela aplicação de uma dosagem uniforme, uma vez que o nitrogênio é um elemento muito importante na produção de biomassa da pupunheira.

As respostas da pupunheira aos tratamentos foram avaliadas mensalmente por variáveis fitométricas: diâmetro da planta, altura da planta, número de perfilhos por planta, número de folhas e área foliar. Os parâmetros número de folhas e número de perfilhos foram avaliados a partir do número de unidades estruturais. Para estimar o IAF foi utilizado o equipamento LAI 2000 PCA (Li-Cor, Lincoln, NE, USA).

Para a análise estatística do experimento foi efetuada uma análise de variância e de regressão, com o auxílio do software SAS (Statistical Analysis System 6.11).

## Resultados e Discussão

A umidade relativa média do período estudado foi de 74,55%. As temperaturas variaram de 16,5 a 26,6 °C (Tabela 3).

Somando-se os valores de precipitação referentes ao período de aplicação dos tratamentos, chega-se a um total anual de 1398,1 mm. Este valor é inferior ao recomendado para a cultura (Bovi, 1998), para que ocorra tanto um maior desenvolvimento vegetativo, e um maior peso em palmito por planta. Esses dados confirmam a necessidade de irrigação complementar quando cultivada nas condições agroclimatológicas de Piracicaba, SP.

No primeiro ano da cultura no campo, e que corresponde à fase de pegamento das mudas e estabelecimento da cultura, foi aplicada uma lâmina de água uniforme para toda a área (100 % ETo). Depois

deste período foram iniciadas as aplicações dos tratamentos com lâminas de irrigação diferenciadas. Os totais aplicados para cada tratamento, em todos os períodos avaliados, foram de 784,2 mm, 678,1 mm e 410,3 mm, para os tratamentos L2, L3 e L4, respectivamente. A esses totais estão inclusos as lâminas referentes à fertirrigação. O tratamento L1 (testemunha) recebeu água somente via fertirrigação, sendo aplicada uma lâmina de 3 mm em cada fertirrigação efetuada, num total de 144,0 mm em todo o período correspondente à fertirrigação.

As avaliações de crescimento foram realizadas mensalmente, com variações de dias por período variando entre 28 e 42 dias, totalizando 20 períodos, de 0 até aos 636 NDA (número de dias acumulados a partir da imposição dos tratamentos).

Foi realizada análise de variância dos dados obtidos para todos os períodos avaliados. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) dos tratamentos (irrigação e adubação), em grande parte dos períodos avaliados. Até 126 NDA não houve diferenças

Tabela 3. Valores médios de temperatura (T), umidade relativa (UR), radiação global (RG) e precipitação total acumulada (P), registrados na estação meteorológica de Piracicaba, SP

NDA*	UR (%)	T (°C)	RG (J)	Precipitação (mm)
0	74	18,7	81,05	5,3
35	71	19,6	74,74	5,2
64	72	16,5	75,40	60,4
96	68	19,5	76,33	122,9
126	73	22,1	105,09	72,9
162	69	25,4	116,08	124,7
190	77	23,9	109,31	262,3
229	81	24,8	115,97	188,3
261	75	26,1	109,42	275,1
301	82	25,4	109,16	96,1
332	77	24,6	105,93	86,8
361	73	20,5	85,87	57,3
393	78	18,8	67,67	29,4
435	77	18,7	72,23	27,2
464	72	20,8	95,30	44,2
499	65	21,4	99,45	132,8
531	67	23,5	119,69	176,1
566	69	24,9	114,73	98,0
594	83	24,5	102,15	204,2
636	88	23,9	98,06	320,2

\*NDA (número de dias acumulados).

significativas em altura entre plantas. A partir dos 162 NDA, começaram a ocorrer diferenças estatísticas ( $P < 0,01$ ), na altura das plantas, em função das doses de nitrogênio que foram aplicadas. Já para lâminas de irrigação, houve diferença estatística ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) entre os tratamentos aplicados a partir dos 190 NDA, mantendo-se até o final. Por sua vez, a interação lâmina x nitrogênio não mostrou efeito significativo ( $P > 0,05$  e  $P > 0,01$ ) em nenhum dos períodos avaliados.

Inicialmente, as plantas apresentavam altura média de 13,82 cm apresentando um menor crescimento nos quatro primeiros períodos de avaliação. A partir dos 361 NDA até os 499 NDA, o crescimento foi menor, pois ocorreram as menores temperaturas variando entre 18,7 °C e 21,4 °C (Tabela 3). No momento do corte, as plantas apresentavam altura média de 150,06 cm. Os tratamentos com déficit hídrico ou sem irrigação (L1 e L2) apresentaram os menores crescimentos em altura durante todo o período avaliado. O mesmo ocorreu para N1.

Os tratamentos lâminas e doses de nitrogênio, não tiveram efeitos sobre o crescimento em altura de planta até os 126 NDA e a interação lâmina x nitrogênio não foi significativa em nenhum período avaliado.

Em relação às lâminas de irrigação, a partir dos 162 NDA, os efeitos lineares foram sempre significativos ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) e nenhum efeito quadrático significativo foi detectado. Aos 361 NDA (Figura 2a), o efeito da irrigação sobre o crescimento em altura pode ser representado por  $Y = 57,08 + 0,049X$  ( $R^2 = 0,92\%$ ). Para quantidades crescentes de lâminas de irrigação, a resposta de crescimento em altura foi também crescente até o último período avaliado, em

resposta às lâminas totais de 144,00 mm/planta, 410,30 mm/planta, 678,1 mm/planta e 787,2 mm/planta aplicadas nos tratamentos L1, L2, L3 e L4, respectivamente.

É pertinente lembrar que a pupunheira é natural de áreas com precipitações de 2000 mm ano<sup>-1</sup> e não só o total de precipitação é importante, como também sua distribuição. Períodos secos maiores que três meses ocasionam um atraso no desenvolvimento da planta, o que prejudicaria uma colheita precoce de palmito (Villachica, 1996). Ainda, Ramos et al., (2001) e Diotto et al., (2000) trabalhando com pupunheiras adultas determinaram um alto consumo hídrico pela cultura, sendo encontrados valores médios de coeficiente de cultura (Kc) de 1,00 para a planta mãe e perfilhos. Resultados semelhantes foram obtidos por Lopes et al. (2000), comprovando o alto consumo hídrico da cultura.

O nitrogênio também começou a apresentar efeitos lineares significativos sobre o crescimento em altura a partir dos 162 NDA. Até 361 NDA, em que se completa o parcelamento da adubação realizada por 12 meses, com a aplicação de 411 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (para o tratamento N3) os efeitos lineares ainda foram significativos, com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,93\%$ , sendo esta relação representada por  $Y = 61,68 + 0,046X$ . Na ausência de adubação nitrogenada (N1) foram observados os menores valores de altura de planta (Figura 2b). Gusman (1985), em experimento realizado na Costa Rica com a pupunheira, avaliou a influência de quatro doses de nitrogênio sobre algumas características vegetativas. O autor constatou que o aumento de nitrogênio influenciava positivamente os parâmetros avaliados, até a dose de 367 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Também, Bovi et

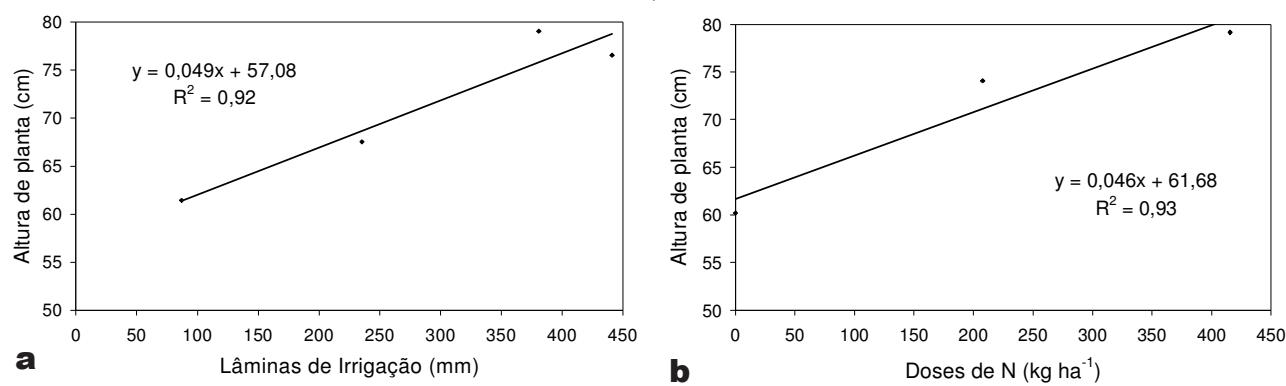


Figura 2 - Regressão linear: (a) entre as lâminas de irrigação acumuladas e crescimento em altura; (b) entre os níveis de nitrogênio acumulados e crescimento em altura, obtidas aos 361 NDA.

al. (2002a), estudando os efeitos de quatro doses de nitrogênio, fósforo e potássio, aplicados em cobertura, sobre alguns parâmetros de crescimento verificaram um máximo crescimento vegetativo com doses de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

A partir dos 499 NDA, em que foram aplicados 321,09 kg de N ha<sup>-1</sup> e 642,19 kg de N ha<sup>-1</sup> para N2 e N3, começam a ocorrer efeitos quadráticos. Alguns autores têm comprovado que, por estar relacionado com a biomassa aérea e a produção, o nitrogênio é um elemento essencial para o desenvolvimento vegetativo de algumas palmeiras, como a pupunheira (Zamorra, 1984; Bovi et al., 2000; Bovi et al., 2002b) e o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Bonneau et al., 1993).

Os diâmetros da haste principal, assim como a altura, apresentaram correlações positivas e significativas para a produção de palmito (Bovi, et al., 1988, Clement e Bovi, 1998). Em relação ao diâmetro da haste principal, tanto para lâminas, quanto para nitrogênio, começam a ocorrer diferenças significativas ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) entre os tratamentos a partir dos 229 NDA, mantendo esta tendência até o final. A interação lâmina x nitrogênio não foi significativa ( $P > 0,05$  e  $P < 0,01$ ) em nenhum dos períodos.

Comportamento semelhante ao parâmetro altura, no que se refere à curva de crescimento obtida para os tratamentos L3 e L4 e N2 e N3, com exceção dos 361 e 499 NDA, pois nestes intervalos, o crescimento em diâmetro aparentemente não sofreu influência da diminuição de temperatura ou de outros parâmetros climáticos. Como a magnitude do crescimento em diâmetro é menor do que em altura, este deve ser menos influenciado por condições adversas.

Os tratamentos que receberam as menores lâminas (L1 e L2) e dosagens de adubação nitrogenada (N1) também apresentaram um crescimento menor, quando comparados aos demais tratamentos.

Na primeira avaliação realizada, o diâmetro médio era de 1,45 cm e ao final, 10,70 cm. Diâmetros acima de 9 cm são considerados por alguns autores (Mora Urpí et al., 1997) como indicativos de que a planta encontra-se em ponto de colheita de palmito

Para lâminas de irrigação, a partir dos 190 NDA, constatou-se efeito linear sobre diâmetro, ocorrendo um ajuste significativo ( $P < 0,01$ ) com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,96\%$  aos 361 NDA. O crescimento em diâmetro é expresso por  $Y = 5,26 + 0,004X$  (Figura 3a). Estes efeitos lineares se mantiveram até o último período avaliado. Ramos et al. (2002) estudaram o desenvolvimento vegetativo de uma cultura de pupunheira, com três anos, em Terra Roxa Estruturada, em função de níveis de depleção de água no solo. Dentre as variáveis de crescimento testadas, encontraram maior crescimento em diâmetro de planta, altura e maior número de folhas novas emitidas para o tratamento com maior intensidade de aplicação de água (75% AD). Alves Júnior et al. (2000) quantificaram e qualificaram os efeitos de lâminas de irrigação sobre as características vegetativas e produtivas de pupunheiras cultivadas no Noroeste Paulista e obtiveram maior crescimento vegetativo e produtividade no tratamento que recebeu 75% da evapotranspiração do Tanque Classe A, no corte inicial, e 100% ECA no segundo ano de produção.

Os efeitos lineares do nitrogênio começam a partir dos 96 NDA, perdurando até o último período avaliado.

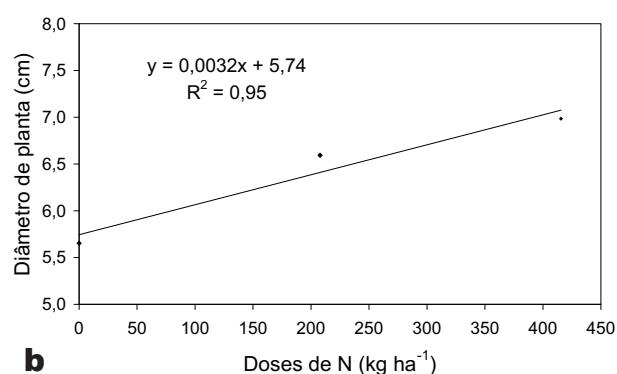
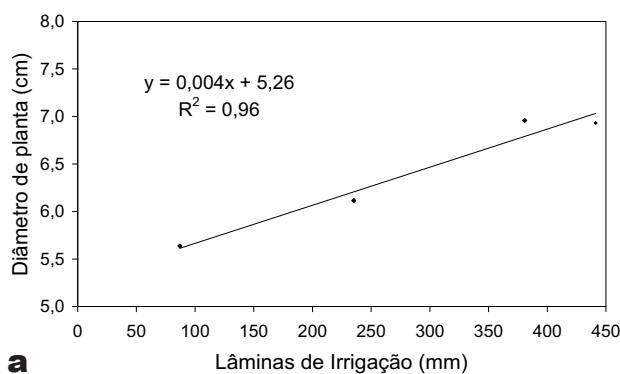


Figura 3 - Regressão linear: (a) entre as lâminas de irrigação acumuladas e crescimento em diâmetro; (b) entre os níveis de nitrogênio acumulados e crescimento em diâmetro, obtidas aos 361 NDA.

Aos 361 NDA os efeitos da adubação nitrogenada sobre o crescimento em diâmetro são lineares, com  $R^2 = 0,95\%$  e expresso por  $Y = 5,74 + 0,032X$ , onde X representa a dose de N aplicada (Figura 3b). Da mesma forma, Bovi et al. (2002a), estudando os efeitos da adubação sobre o crescimento da pupunheira, concluíram que, ao longo de todo o período avaliado, doses crescentes de N proporcionaram aumentos também crescentes no diâmetro da haste principal.

A interação lâmina x nitrogênio não mostrou efeitos significativos em nenhum dos períodos avaliados.

O número de folhas vivas, verdes ou funcionais está diretamente relacionado com o número de folhas internas e, portanto, com a produção de palmito. Esse número também reflete bem o efeito de estresse hídrico e adubação (Bovi, 1998; Bovi et al., 1988; Ramos et al., 2002).

Para o parâmetro número de folhas há efeito significativo ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) entre os tratamentos, principalmente, sob lâminas de irrigação dos 64 NDA aos 229 NDA. Posteriormente, somente ocorreram diferenças estatísticas, novamente dos 499 NDA aos 636 NDA, sendo neste período registrados altos valores de umidade relativa, temperatura e radiação (Tabela 3). Todos esses dados são um indicativo de que não só a irrigação influenciou na quantidade de folhas, mas também aqueles parâmetros climáticos. Isto se relaciona com o pico de crescimento em relação ao número de folhas, chegando neste período até, aproximadamente, 8,4 folhas planta<sup>-1</sup>.

De 229 aos 499 NDA não houve efeito das lâminas aplicadas sobre o número médio de folhas. Entre 229 e 361 NDA as temperaturas estiveram bem acima da média recomendada para a cultura, que é de 22 °C

(Tabela 3). Esses resultados estão em concordância com Diotto et al. (2001) que estudando a influência dos parâmetros climáticos sobre a taxa de crescimento das pupunheiras observaram que a época do ano exerceu influência na taxa de crescimento calculada em função da altura. Essa influência foi constatada tanto para os tratamentos com déficit, quanto para aqueles que não sofreram nenhuma deficiência hídrica, chegando a acarretar uma diminuição média de 60% na taxa de crescimento. No presente trabalho, tal fato pode ser atribuído à diminuição da quantidade de energia solar incidente, que ocorreu mais efetivamente durante os meses de maio a agosto.

Em relação às dosagens de nitrogênio, os diferentes níveis aplicados influenciaram significativamente ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) o número de folhas somente dos 96 aos 190 NDA. Nos demais períodos, não houve efeito significativo. Para a interação lâmina x nitrogênio, também, não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

No início, as plantas apresentavam em média 5,78 folhas, chegando aos 332 NDA até um valor de 8,4. Durante o desenvolvimento vegetativo da planta, como parte do processo fisiológico, a cada período, surgem novas folhas e ocorre a senescência e morte de folhas mais velhas, razão de uma certa flutuação em relação ao número de folhas entre os períodos.

Houve apenas efeitos lineares para lâminas e nitrogênio, sendo que nenhum efeito quadrático foi observado. Também não foi detectada a interação lâmina x nitrogênio em nenhum período avaliado, seguindo a mesma tendência que para os outros parâmetros avaliados. Os efeitos lineares para o nitrogênio (Figura 4b), assim como para lâminas,

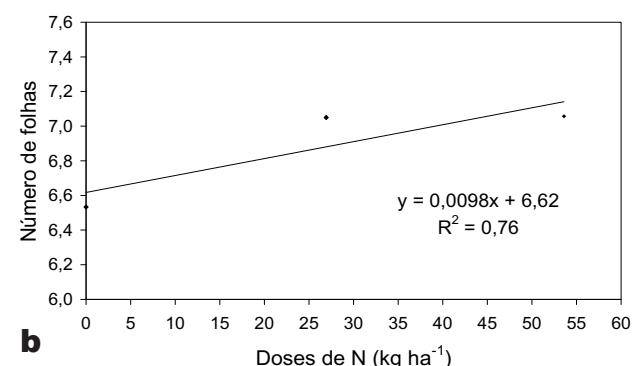
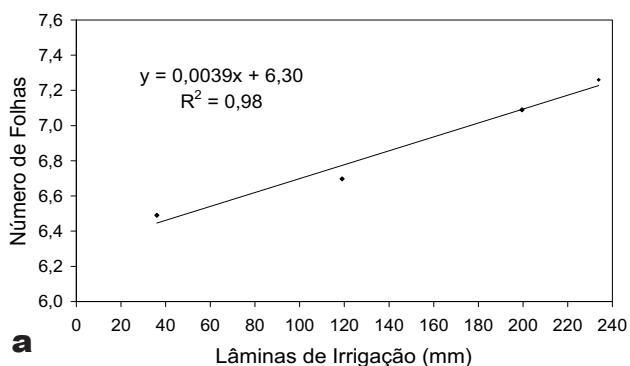


Figura 4 - Regressão linear: (a) entre as lâminas de irrigação acumuladas e o número de folhas; (b) entre os níveis de nitrogênio acumulados e o número de folhas, aos 162 NDA.

começaram a ser significativos já a partir dos 64 NDA até 229 NDA. A partir dos 464 NDA, começaram a ocorrer, novamente, efeitos lineares significativos sobre o parâmetro número de folhas.

Aos 162 NDA, o efeito das lâminas sobre o número de folhas pode ser representado pela equação  $Y = 6,30 + 0,0039X$  ( $R^2 = 0,98\%$ ). O coeficiente de determinação obtido para a regressão entre as doses de N e o número de folhas foi menor ( $R^2 = 0,76$ ), podendo esta relação ser expressa por  $Y = 6,62 + 0,0098X$ .

O maior número de perfilhos esteve relacionado às plantas das parcelas que receberam N2 (200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e N3 (400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), com aumento sucessivo do número médio de perfilhos em respostas às adubações nitrogenadas recebidas nos períodos de avaliação. Os tratamentos que receberam N1 (testemunha) apresentaram menor número de perfilhos durante o período de aplicação dos tratamentos. A partir dos 190 NDA, começou a ocorreu um maior incremento do número de perfilhos.

A Figura 5a ilustra o gráfico da regressão entre as lâminas de irrigação e o número de perfilhos aos 361 NDA. A equação que representa a resposta em número de perfilhos às lâminas é  $Y = 6 + 0,0025X$  ( $R^2 = 0,84\%$ ), onde o X é à lâmina aplicada. Para o nitrogênio (Figura 5b), a equação é expressa por  $Y = 5,98 + 0,0035X$  ( $R^2 = 0,73\%$ ). O coeficiente de determinação obtido para N teve valor inferior à lâmina.

Para o parâmetro índice de área foliar houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada, com ausência de interação significativa para a combinação lâmina x nitrogênio ( $P > 0,01$ ) (Tabela 4).

Pela Tabela 5, observa-se que houve efeito linear significativo para as lâminas de irrigação aplicadas, assim como para doses de nitrogênio. Não houve efeitos quadráticos e nem interação significativa entre lâmina x nitrogênio.

A Figura 6a ilustra a regressão linear entre as lâminas de irrigação aplicadas e o índice de área foliar. Por esta, é possível verificar que a regressão foi linear e com aumentos crescentes no valor do IAF, a medida em que se aumentava a lâmina de irrigação. O maior valor de IAF (2,13 m<sup>2</sup>) foi alcançado em L3 (100 % ETo), acima do tratamento L4 com 1,99 m<sup>2</sup> para a lâmina de 120 % ETo. Este resultado era esperado, uma vez que também ocorreram efeitos lineares para o comprimento de folha em todos os períodos avaliados. Para L1 (testemunha), que recebeu água somente pela fertirrigação, com um total de 144 mm aplicados durante todo o período irrigado, registrou-se

Tabela 4. Análise de variância para índice de área foliar (m<sup>2</sup>) aos 499 NDA

Causas de Variação	GL	Índice de Área foliar (m <sup>2</sup> )	
		QM	P
Lâmina	3	0,7102	0,0019**
Nitrogênio	2	0,6963	0,0037**
L x N	6	0,0343	0,8100
Tratamento	11	0,3119	0,0100**
Bloco	1	0,040	0,4699
Resíduo	12	0,0714	
CV (%)	14.72		

\*\*significativo ao nível de 1% pelo teste F.

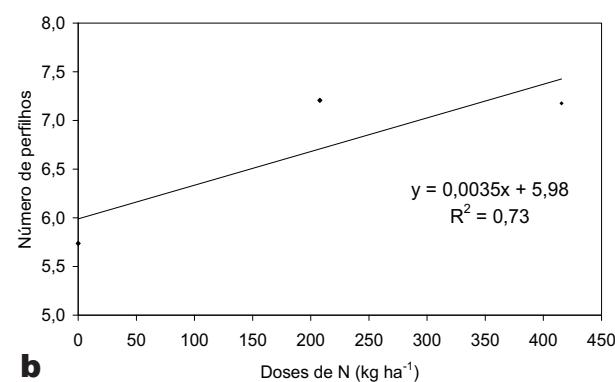
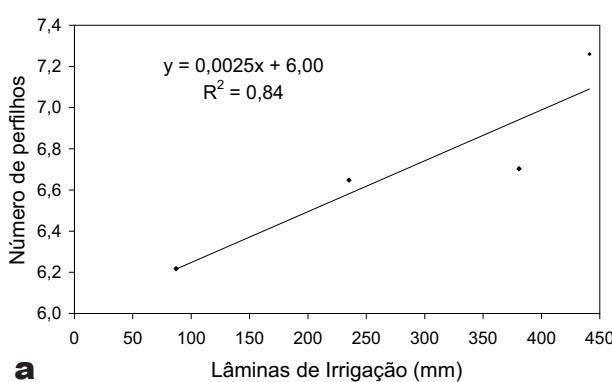


Figura 5 - Regressão linear: (a) entre as lâminas de irrigação acumuladas e o número de perfilhos; (b) entre os níveis de nitrogênio acumulados e o número de perfilhos, aos 361 NDA.

Tabela 5. Análise de regressão para índice de área foliar ( $m^2$ ) aos 499 NDA

Causas de Variação	GL	Índice de Área foliar ( $m^2$ )	
		QM	P>F
Tratamento	6	0,5765	0,0001**
Resíduo	17	0,0629	
Bloco	1	0,0400	0,4362
Linear Lâmina	1	1,4897	0,0001**
Quadrática Lâmina	1	0,1761	0,1127
Linear Nitrogênio	1	1,3924	0,0002**
Quadrática Nitrogênio	1	0,0001	0,9639
L x N	1	0,0011	0,8977
CV (%)	13,82		

\*\*significativo ao nível de 1% pelo teste F.

o menor valor de IAF ( $1,35 m^2$ ). Clement et al. (1985) utilizaram metodologia indireta para estimar o IAF de pupunheiras adultas, cultivadas num espaçamento de 5 m x 5 m e encontraram valor de  $2,72 m^2$ . Já para Martel e Clement (1986/87) esses valores variaram de  $3,02 m^2$  a  $3,74 m^2$ . Ressalve-se que estes dois trabalhos foram realizados com plantas adultas. Estes autores afirmam que essas variações, como por exemplo, comprimento da ráquis e o número de folíolos, observadas dentro de uma mesma progénie podem ser atribuídas a fatores ambientais. Também ponderaram que o IAF pode variar com a idade da planta, espaçamento, fertilidade do solo, entre outros fatores.

Para o nitrogênio, notou-se a mesma tendência das lâminas, com efeitos lineares das dosagens aplicadas sobre o índice de área foliar. Conforme seria previsível afirmar, o maior IAF obtido foi para a maior dosagem de nitrogênio ( $N_3 = 400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) (Figura 6b).

## Conclusões

Houve efeito significativo dos tratamentos (irrigação e adubação) para todos os parâmetros de crescimento e de produção estudados e grande parte dos períodos avaliados. Já a interação lâmina x nitrogênio não foi significativa em nenhum período estudado.

Os tratamentos com déficit hídrico (L2) e sem irrigação (L1) apresentaram os menores crescimentos em todos os parâmetros avaliados. O mesmo ocorreu para N1 (testemunha).

As regressões para as lâminas de irrigação tiveram efeitos lineares significativos em todas as variáveis analisadas, com exceção do número de perfilhos. Tudo isso, vem confirmar o alto consumo da cultura e a importância da irrigação, quando cultivada em áreas com déficit hídrico.

Para o nitrogênio, todos os parâmetros apresentaram efeitos lineares das regressões, ressaltando a importância do nitrogênio no desenvolvimento vegetativo da pupunheira.

Os parâmetros analisados apresentaram um crescimento mais acentuado nos períodos em que foram registrados altos valores de umidade relativa, temperatura e radiação global, podendo ser este um indicativo de que não só os tratamentos aplicados influenciaram o crescimento, mas também, a época do ano.

Apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre os tratamentos L3 e L4, os maiores crescimentos e produtividades foram obtidos em L3 (100% ETo). Para o nitrogênio, N2 e N3 também não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, maiores respostas foram obtidas com N2 ( $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ).

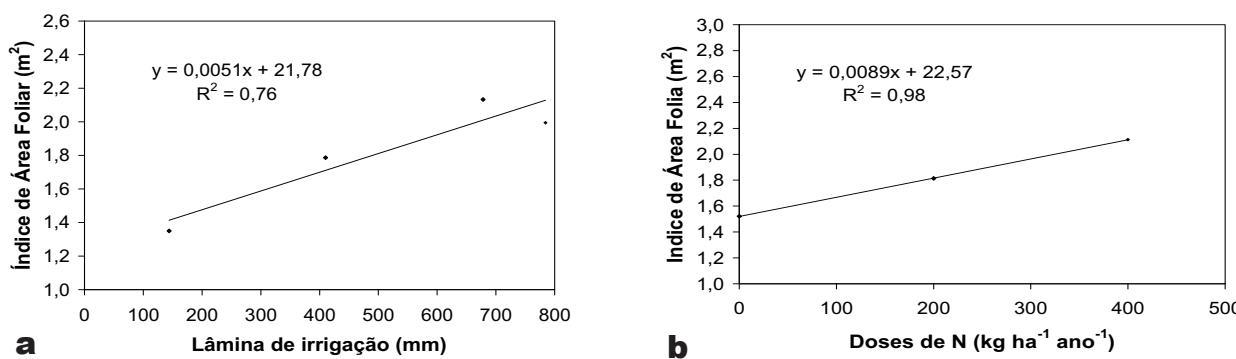


Figura 6 - Regressão linear: (a) entre as lâminas de irrigação acumuladas e o índice de área foliar ( $m^2$ ); (b) entre os níveis de nitrogênio acumulados e o índice de área foliar ( $m^2$ ), estimado aos 499 NDA.

## Literatura Citada

AGRIANUAL. 1998. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio. pp.355-388.

ALVES JÚNIOR, J. et al. 2000. Influência de diferentes níveis de irrigação na cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para produção de resíduos, objetivando seu uso na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29. Fortaleza, Ceará. CD-ROOM.

AMORIM NETO, M. S.; VILLA NOVA, N. A. 1983. Novo sistema de medidas de evaporação para o tanque classe A. Pesquisa Agropecuária Brasileira 18(7):695-702.

BONNEAU, X. et al. 1993. Nutrition minérale des cocotier hybrides sur tourbe de la pépinière à l'entrée en production. Oléagineux 48:9-26.

BOVI, M. L. A.; GODOY JR., G.; SAES, L. A. 1988. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronômico de Campinas. In: Encontro de Pesquisadores, 1. Curitiba, PR. Palmito. pp.1-43.

BOVI, M. L. A.; CANTARELLA, H. 1996. Pupunha para extração de palmito. In: Raij, B.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação para algumas culturas do estado de São Paulo. Campinas, SP, IAC, Boletim Técnico nº 100. pp.240-242.

BOVI, M. L. A. 1998. Palmito pupunha informações básicas para cultivo. Campinas, SP, IAC, Boletim Técnico nº 173. 50p.

BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; BARBOSA, A.M.M. 1999. Densidade radicular de progêneres de pupunheira em função de adubação NPK. Horticultura Brasileira 17 (3):186-193.

BOVI, M. L. A. et al. 2000. Biomass accumulation and vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization in pejibaye (*Bactris gasipaes*) as a function of NPK fertilization. Acta Horticulturae 513(3):153-168.

BOVI, M. L. A.; GODOY JR., G.; SPIERING, S. H. 2002a. Resposta de crescimento da pupunheira à adubação NPK. Scientia Agricola (Brasil) 59(1):161-166.

BOVI, M. L. A. et al. 2002b. Plant mineral fertilization affecting heart-of-palm processing. Acta Horticulturae 575(2):643-650.

CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J.; COSTA, S. S. 1985. Estimación del área foliar del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 33:99-105.

CLEMENT, C. R. 1995. Growth and analysis of pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Hawaii. Honolulu. Thesis (Ph.D.). Honolulu, University of Hawaii. 221p.

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. 1998. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 38. Petrolina, PE. Anais... Petrolina, PE. SOB.

DIOTTO, A. V.; RAMOS, A.; FOLEGATTI, M. V. 2001. Taxa de crescimento da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) submetida a diferentes lâminas de irrigação e sua correlação com a variação climática anual. In: Simpósio de Iniciação Científica, 8. Resumos. Piracicaba, SP, EDUSP, v.1. 76p.

DIOTTO, A. V.; RAMOS, A.; FOLEGATTI, M. V. 2000. Balanço hídrico da cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada por gotejamento. In: Simpósio de Iniciação Científica, 7. Resumos. Piracicaba, EDUSP, SP, v.1. 97p.

GUSMAN, L. P. 1985. Nutrición y fertilización Del pejibaye. Informe de Labores de Diversificación Agrícola. ASBANA, nº 7, pp.41-46.

LOPES, A. S. et al. 2000. Manejo da irrigação na cultura da pupunha no Noroeste Paulista. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29. Fortaleza, CE. Anais. Fortaleza, CE. UFC/SBEA. (CD-ROM).

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A.; PERES, F. C. 2004. Uso da árvore de decisão na escolha da lâmina de irrigação da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para Ilha Solteira, Estado de São Paulo. Acta Scientiarum Agronomy 26(3): 321-327.

MARTEL, J. H. I.; CLEMENT, C. R. 1986/87. Comparação preliminar da área foliar de três acessos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) oriundos de três populações distintas da Amazônia Ocidental. Acta Amazônica 16/17:13-18.

MORA-URPI, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. 1997. Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Rome, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gaterleben and International Plant Genetic Resources Institute. 83p.

OMETTO, J. C. 1981. Bioclimatologia vegetal. São Paulo, SP. Agronômica Ceres. 440p.

RAMOS, A.; BOVI, M. L. A.; FOLEGATTI, M. V. 2002. Desenvolvimento vegetativo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada por gotejamento em função de diferentes níveis de depleção de água no solo. Horticultura Brasileira 20(1).

RAMOS, A. et al. 2001. Consumo de água da palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) pela utilização de lisímetro de drenagem. In: Anais do XI CONIRD e 4th IRCEW, Ceará-Fortaleza.

SAMPAIO, L. C. et al. 2007. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). Revista Floresta e Ambiente (Brasil) 14(1):14-24.

VILLACHICA, L. M. 1996. Cultivo del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonía, Lima. Tratado de Cooperación Amazónica. 146p.

ZAMORRA, F. C. 1984. Densidade de siembra de pejibaye para palmito com tallo dobre. Informe de Labores de Diversificación Agrícola. ASBANA, nº 6. pp.79-80.