

IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA PUPUNHA

Fernando Braz Tangerino Hernandez¹

José Alves Júnior²

Adriano da Silva Lopes³

1. INTRODUÇÃO

A cultura da pupunha tem-se mostrado mais uma alternativa de produção, agradando agricultores e ambientalistas tendo em vista as suas qualidades agronômicas, ecológicas, industriais e comerciais. Os métodos atuais de produção de palmito baseiam-se, ainda na sua maior parte, na exploração extrativista e irracional que vêm levando à extinção de espécies produtoras, aliado ao fato dessas espécies apresentarem ciclo de vida muito longo.

Partindo dessa realidade, o cultivo da pupunha tende a se expandir rapidamente, se tornando a principal fonte produtora de palmito, tanto para o mercado interno, quanto para o mercado externo, por se tratar de uma espécie que apresenta enormes vantagens em relação às demais, como: precocidade, rusticidade, perfilhamento, fácil processamento, boa produtividade e aceitação no mercado.

A UNESP - Ilha Solteira, localizada na região oeste do Estado de São Paulo, desde 1994 desenvolve atividades de pesquisa e extensão ligadas a implantação e mais diretamente a irrigação da cultura da pupunha, possibilitando a geração de informações técnicas sobre o manejo da irrigação e da fertirrigação na cultura.

2. A CULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Antes da década de 60, o estado de São Paulo era o principal produtor brasileiro de palmito, sendo extraído da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.). Por volta de 1980 ocorreu a primeira crise na exploração extrativista do palmito. Rapidamente as principais empresas processadoras de palmito se mudaram para o Estado do Pará, então com extensas reservas de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.). Atualmente, este estado é o primeiro produtor, com cerca de 92% da produção brasileira de palmito, sendo seguido pelo estado de São Paulo, com apenas 4% (BOVI, 1997).

De acordo com FLORI e D'OLIVEIRA (1995) a pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) se apresenta hoje como a melhor alternativa de cultivo para a produção racional de palmito, tendo em vista as suas qualidades agronômicas, industriais e comerciais. Essa palmeira apresenta um bom perfilhamento, precocidade de colheita, boa produtividade

¹ Área de Hidráulica e Irrigação, UNESP - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Caixa Postal 34, CEP 15385-000. Ilha Solteira - SP. Fone/fax: (18) 3742-3294 e 3743-1180. fbthtang@agr.feis.unesp.br e <http://www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html>. Apoio financeiro da FAPESP, Projeto 97/07.647-5

² Área de Hidráulica e Irrigação. UNESP - Ilha Solteira. Bolsista FAPESP em Iniciação Científica. jjunior@agr.feis.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo pela UNESP - Ilha Solteira e Mestrando em Produção Vegetal na UNESP - Jaboticabal.

e rusticidade. Nos últimos anos, com a seleção e produção de plantas sem espinhos, consolidou-se mais uma vantagem desta espécie. O palmito obtido da pupunha apresenta a característica de não sofrer escurecimento após o descascamento, que é comum tanto no palmito proveniente do açaí, como do juçara. No entanto, o palmito produzido a partir da pupunha se apresenta com um sabor levemente adocicado em relação às outras palmeiras já citadas.

Originária de regiões tropicais, a pupunheira apresenta um bom desenvolvimento em regiões úmidas, como é o caso da região Amazônica, onde a precipitação normalmente supera o 3.000mm anuais. Todavia, a cultura da pupunha tem se adaptado muito bem em outras regiões edafo-climáticas, como é o caso do Estado de São Paulo, tanto na região da Serra do Mar, como no Planalto Paulista.

A CATI, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, realizou um amplo levantamento das áreas de plantio (TONET et al, 1999) mostrando que a cultura pode ser encontrada em todo o estado. O Quadro 1 ilustra as regionais da CATI e a área de plantio, bem como a porcentagem da área de cultivo sob condições de irrigação.

QUADRO 1 - Área de cultivo de pupunha no Estado de SP por regionais da CATI.

Regionais CATI	Área Total hectares	Área irrigada hectares	Área irrigada %	No Estado %
Andradina	17,1	7,3	43,0	1,8
Araçatuba	12,9	5,0	38,8	1,3
Araraquara	0,1		0,0	0,0
Assis	0,7		0,0	0,1
Barretos	12,1	10,1	83,4	1,3
Bauru	1,0		0,0	0,1
Catanduva	18,7		0,0	1,9
Dracena*	84,6	72,0	85,1	8,8
Fernandópolis	2,0	1,6	80,0	0,2
Franca	14,6	14,4	98,6	1,5
General Salgado	1,0	1,0	100,0	0,1
Guaratinguetá	8,6	4,6	53,5	0,9
Jaboticabal	4,5	3,5	77,8	0,5
Jales	25,9	21,8	83,9	2,7
Limeira	2,4	2,4	100,0	0,2
Lins	1,0		0,0	0,1
Marília	37,7		0,0	3,9
Mogi das Cruzes	16,0		0,0	1,7
Mogi Mirim	5,0		0,0	0,5
Pindamonhangaba	13,0		0,0	1,3
Piracicaba	1,0		0,0	0,1
Presidente Prudente	22,6	0,2	1,1	2,3
Registro	600,0		0,0	62,2
Ribeirão Preto	4,0		0,0	0,4
São José do Rio Preto	5,4	5,4	100,0	0,6
São Paulo	10,6		0,0	1,1
Sorocaba	9,0		0,0	0,9
Tupã	12,1		0,0	1,3
Votuporanga	21,8	20,8	95,4	2,3
TOTAL	965,4	170,1	17,6	100,0

* Valores atualizados em 2001.

Introduzida no noroeste paulista, através da Área de Hidráulica e Irrigação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, em novembro de 1994, a resposta agrônômica da cultura frente à irrigação, adubação e fertirrigação tem sido avaliada desde então, com resultados que deixam claro a aptidão da cultura nas condições edafoclimáticas da região.

Considerada uma cultura que se adapta muito bem às condições de alta temperatura, alta pluviosidade e também solos arenosos, o noroeste paulista atende bem a essas exigências, à exceção do regime hídrico, que apesar de apresentar um total histórico de precipitação de 1.232 mm anuais, é mal distribuída, concentrando-se entre outubro a março, resultando em um déficit hídrico entre os meses de abril a dezembro (HERNANDEZ et al, 1995). Dessa maneira, para que a atividade seja considerada de rendimento econômico satisfatório, é imprescindível o uso da irrigação.

Vários são os produtores que introduziram em suas terras a cultura da pupunha no oeste paulista e as regionais de Jales, Andradina, Dracena e Presidente Prudente já incorporaram 150 hectares da cultura, sendo 101 hectares irrigados, sendo que os municípios de Ilha Solteira, Santa Mercedes e Santa Fé do Sul, já possuem uma área expressiva de plantio, inclusive com início de colheita.

Diferente da região de Registro (maior área de plantio no Estado), onde não se registra nenhuma área irrigada, na região oeste do Estado de São Paulo, que representa 15,6% da área cultivada, 67,4% da área é irrigada, pois é consenso entre os produtores de que a irrigação é uma prática obrigatória para o sucesso do empreendimento, sendo inclusive encontradas lavouras irrigadas que apresentaram início de produção aos 17 meses, sem dúvida alguma devido ao fornecimento regular de água e nutrientes. Os principais sistemas de irrigação utilizados são a aspersão e a microaspersão, todavia, estudos recentes têm demonstrado que a irrigação por gotejamento é também uma excelente alternativa.

3. OS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

São vários os sistemas de irrigação disponíveis no mercado e é importante considerar que não existe um melhor ou pior sistema de irrigação. O que existe é um sistema mais adequado que outro para uma determinada situação ou local, ou ainda um melhor projeto de irrigação, se considerado um mesmo sistema. Este projeto poderá ser melhor ou pior em função do *lay-out* definido pelo projetista, da qualidade e tecnologia do fabricante dos equipamentos, dos cálculos hidráulicos, da montagem efetuada e também da assistência técnica pós-venda. Na definição de um bom projeto de irrigação, fatores como o clima e o solo devem ser também analisados. Considerar todos estes elementos e escolher uma empresa de irrigação idônea, com engenheiros capacitados é fundamental para o sucesso do futuro empreendimento.

A seguir são descritos os principais sistemas de irrigação que podem ser utilizados para a irrigação da cultura da pupunha.

3.1. ASPERSÃO

Na irrigação por aspersão a aplicação de água ao solo resulta da fragmentação de um jato de água lançado sob pressão no ar atmosférico, por meio de simples orifícios ou bocais de aspersores. De forma geral, os sistemas de irrigação apresentam vantagens e limitações que devem ser analisadas quando da seleção do sistema a ser utilizado.

São consideradas vantagens da irrigação por aspersão a dispensa no preparo ou sistematização do terreno, a possibilidade de um bom controle da lâmina de água a ser

aplicada, economia de mão-de-obra (dependendo do nível de automação desejado) e a possibilidade da aplicação de fertilizantes e tratamentos fitossanitários juntamente com a irrigação, utilizando a técnica chamada de quimigação.

Por outro lado, de modo geral são consideradas limitações da irrigação por aspersão os custos de investimento, operação e manutenção elevados, a distribuição de água muito afetada pelos fatores climáticos (principalmente vento), o favorecimento no desenvolvimento de algumas doenças, riscos de “selamento” da superfície do solo (dificultando a infiltração) e por fim muitas vezes o sistema é impróprio para uso com água com alto teor de sais. Ainda exigem um alto volume de água e potência dos motores em função da maior pressão de serviço exigida pelos emissores.

Os sistemas de irrigação por aspersão apresentam algumas variações entre si, sendo classificados de acordo com a sua mobilidade ou nível de automação.

3.1.1. Convencional

Os sistemas convencionais podem ser apresentados em diferentes tipos. De forma geral, são constituídos por linhas principal, secundárias e laterais. A mobilidade dessas linhas definem os diferentes tipos de sistemas.

Sistema portátil: todas as linhas e componentes deslocam-se na área irrigada. A superfície total a ser irrigada pode ser dividida em parcela e o sistema é desmontado após a irrigação de uma parcela e montado em uma outra. Até mesmo a unidade de bombeamento pode ser desmontada; apresenta menor custo inicial de aquisição do equipamento, porém, o custo operacional é maior devido à quantidade de mão-de-obra requerida no deslocamento das tubulações.

Sistema semi-portátil (ou semifixo): as linhas principais e secundárias permanecem fixas e as linhas laterais se deslocam nas diferentes posições da área irrigada. As linhas principal e secundárias podem ou não ser enterradas. Assim como no sistema portátil, as tubulações, conexões e acessórios são leves, facilitando o deslocamento manual.

Sistema fixo permanente: todas as tubulações do sistema na área irrigada são enterradas e apenas os registros e as hastes dos aspersores afloram à superfície do terreno. Este sistema apresenta alto custo de aquisição, justificando-se para irrigação de áreas pequenas, culturas de elevado valor econômico e mão-de-obra escassa ou cara. São utilizados para irrigação de gramados e jardins (neste caso, os aspersores podem ser escamotáveis).

Os aspersores utilizados nos sistemas convencionais de irrigação operam normalmente com pressões de serviço da ordem de 30 mca e estes sistemas são ainda muito utilizados. A uniformidade da distribuição de água é função principalmente do espaçamento entre emissores e quanto maior o espaçamento entre emissores, menor o custo de implantação.

Também podem ser utilizados canhões com raio de alcance maior que os tradicionais aspersores, porém estes emissores exigem maiores pressões de operação, conseqüentemente, apresentam um maior custo operacional, face ao maior consumo de energia.

3.1.2. Autopropelido

Este sistema caracteriza-se por apresentar um aspersor (grande ou médio), instalado em uma estrutura metálica (carrinho) com rodas pneumáticas que se desloca linearmente, irrigando faixas de terreno. Uma mangueira flexível resistente à pressão, tração e atrito com a superfície do solo, faz a conexão entre a estrutura e os hidrantes para o suprimento de água. A água sob pressão aciona o sistema de propulsão (turbina, pistão), promovendo o enrolamento de um cabo de aço ancorado a uma

extremidade da faixa irrigada. O tracionamento do aspersor pode ser feito também pela própria mangueira flexível, que neste caso será enrolada no carretel.

Nesta situação é comum denominar este sistema de carretel enrolador ou rolão. O aspersor, conhecido como canhão hidráulico, requer alta pressão para funcionamento e, portanto, elevado consumo de energia.

Este sistema foi a primeira evolução da aspersão em termos de automação, representando facilidade de manejo e de transporte, sendo adaptável a diferentes tipos de cultura, inclusive a pupunha, porém, exige solos com alta capacidade de infiltração e seu desempenho é altamente prejudicado pelo vento, além da necessidade de alta pressão e, conseqüentemente, elevado consumo de energia.

Devido à alta precipitação não é recomendado para culturas delicada e terrenos declinados e com baixo índice de cobertura vegetal. São apropriados para solos arenosos e franco-arenosos e, por facilidade de deslocamento, para áreas regulares.

Para a irrigação da cultura da pupunha, este equipamento deve ser evitado em áreas pequenas de cultivo, sendo utilizado preferencialmente em áreas maiores e com geometria retangular.

3.2. IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

A irrigação localizada compreende a aplicação de água em apenas uma fração da área cultivada, em alta freqüência e baixo volume, mantendo o solo na zona radicular das plantas sob alto regime de umidade. A área mínima molhada deve ser de 1/3 da área sombreada (ou projeção da copa das plantas). A área de solo molhado exposto à atmosfera fica bem reduzida e, conseqüentemente, é menor a perda de água por evaporação direta do solo.

A água aplicada por estes sistemas penetra no solo e se redistribui formando um bulbo molhado, cuja forma e tamanho dependem da vazão aplicada, do tipo de emissor, da duração da irrigação e do tipo de solo. A infiltração ocorre em todas as direções, porém, no sentido vertical é mais pronunciado quando o solo apresenta características arenosas.

A principal diferença entre os sistemas de irrigação localizada e outros sistemas, é que nos primeiros, o balanço entre evapotranspiração e água aplicada é mantido em períodos compreendidos entre 24 e 72 horas (maior freqüência de aplicação). O gotejamento e a microaspersão são os principais representantes dos sistemas de irrigação localizada em uso comercial. Existem outros tipos de sistemas, de uso mais restrito, como tubo-gotejadores, tubos porosos e tubulações perfuradas a laser.



FIGURA 1 - Emissores para irrigação localizada: microaspersores, gotejadores e tubo-gotejadores.

No conceito geral de sistemas de irrigação localizada, ficam bem diferenciados os sistemas gotejamento e microaspersão, sendo que as diferenças fundamentais são:

. O gotejamento aplica água em pontos, utilizando emissores denominados gotejadores; enquanto que a microaspersão aplica água sobre uma pequena área circular ou setorial, através de emissores denominados microaspersores;

. Em gotejamento as vazões são de até 20 l/h em cada ponto de emissão e em microaspersão de até 200 l/h;

. A seção de saída da água nos emissores varia em torno de 0,78 mm² em microaspersores e 0,12 mm² em gotejadores;

. Os gotejadores operam sob pressões inferiores a 10 mca e os microaspersores entre 10 e 25 mca;

. Na microaspersão, como a seção de saída da água é um pouco maior do que nos gotejadores, os sistema de filtragem é mais simples.

Os sistemas de irrigação localizada têm tido uma boa aceitabilidade entre os irrigantes, principalmente porque oferece uma grande potencialidade de benefícios à planta. Entretanto, por ser um método mais sofisticado de operação e manejo apresenta limitações operacionais e de manejo, que dependem de fatores técnicos, econômicos e agrônômicos. De um modo geral, são estas as vantagens e limitações do sistema:

. Economia e eficiência de aplicação de água: as razões atribuídas à economia de água incluem a irrigação de apenas uma fração da área cultivada (principalmente em plantas arbóreas), a redução da evaporação na superfície do solo, o reduzido risco de escoamento superficial e a controlada perda por percolação profunda. Comparando com sistemas de aspersão e de superfície, a economia de água pode atingir 20 a 30%, porém, fica claro que a quantidade de água necessária à cultura é a mesma independentemente do processo de aplicação ou sistema. Uma vez que permite um maior controle da lâmina de água aplicada e as perdas serem bastante reduzidas, resulta em elevada eficiência na aplicação e uso da água;

. Maior produção e melhor qualidade do produto: o conteúdo de água em uma fração do volume de solo onde está o sistema radicular permanece alto e com pequenas variações, em consequência do suprimento de água em baixas quantidades e alta frequência. Com isso evita-se a ocorrência de estresse hídrico na planta e, portanto, favorece o desenvolvimento da cultura com incremento da produção e melhor qualidade do produto;

. Menor risco do efeito de sais para as plantas: a minimização do risco da salinidade para as plantas por sistemas localizados pode ser atribuída a fatos como, diluição da concentração de sais na solução do solo em consequência da alta frequência de irrigação que mantém a umidade elevada na zona radicular, eliminação dos danos causados às folhas pela irrigação por aspersão com água salina e, movimento dos sais além da região de atividade das raízes;

. Facilidade e eficiência na aplicação de fertilizantes: os sistemas localizados oferecem maior flexibilidade na fertirrigação e torna mais eficiente o uso dos nutrientes, pois os fertilizantes são aplicados diretamente na água de irrigação, de forma frequente e em pequenas doses diretamente na zona radicular, minimizando assim a lixiviação além da zona radicular;

. Reduzida mão-de-obra e baixo consumo de energia: os sistemas podem ser facilmente automatizados, facilitando a operação quando a mão-de-obra é limitada ou de alto custo. Uma vez que operam com pressões e quantidades menores de água que em outros tipos de irrigação pressurizados, apresentam reduzidos custos de energia para bombeamento;

. Adapta-se a diferentes tipos de solos e topografia: como a aplicação de água é em pequena quantidade, a irrigação localizada adapta-se melhor a diferentes tipos de

solo e topografia, além de facilitar as operações ou práticas culturais, permitindo a fácil movimentação de máquinas e trabalhadores;

. Sensibilidade ao entupimento: considerado o principal problema da irrigação localizada, a ocorrência de entupimento dos orifícios de saída de água dos emissores pode afetar a distribuição da água e com isso a produção da cultura. A baixa pressão de serviço, o pequeno diâmetro dos orifícios e a reduzida velocidade da água facilitam o entupimento, causado por processos físicos, químicos e biológicos. A manutenção preventiva (incluindo filtração da água e tratamento químico para lavagem das tubulações) é uma alternativa efetiva para evitar obstruções. Outros problemas tão importantes quanto a obstrução incluem, rompimento nas tubulações, falhas em acessórios e equipamentos, animais roedores e insetos;

. Desenvolvimento do sistema radicular: devido à formação de um volume constante de solo umedecido (bulbo úmido), o sistema radicular tende a concentrar-se nesta região, diminuindo a estabilidade das árvores frutíferas, podendo ocorrer tombamento das árvores em regiões sujeitas a ventos fortes;

. Custos: Os sistemas de irrigação localizada são fixos e requerem grande quantidade de tubulações e acessórios. Conseqüentemente, os custos iniciais e anuais são altos, podendo ser comparados aos custos de implantação de sistemas fixos de irrigação por aspersão. Os custos podem variar consideravelmente, dependendo da cultura, da quantidade necessária de tubulações, dos equipamentos de filtragem e de fertilização e do grau de automação desejado. Geralmente, os sistemas localizados são mais econômicos quando utilizados em culturas de maiores espaçamentos. Por outro lado, o custo operacional, devido ao baixo consumo de energia dos motores de pequeno porte, são os baixos entre os sistemas de irrigação.

Na cultura da pupunha tem-se usado a microaspersão com linhas alternadas de irrigação, ou seja, um microaspersor para cada oito plantas. Este sistema tem permitido um bom desempenho produtivo, além de permitir o uso da técnica da fertirrigação.

O sistema de irrigação por gotejamento também pode ser utilizado para a irrigação da cultura da pupunha, tanto em superfície, como em sub-superfície. Neste caso, para sistemas de irrigação por gotejamento enterrado é recomendável o uso de gotejadores *in-line*, ou seja, tubo-gotejadores, como é ilustrado na Figura 2.

Este sistema, apesar dos resultados experimentais atestarem seu bom desempenho, o custo do projeto tem se mostrado mais elevado do que a microaspersão, daí a preferência por este sistema.



FIGURA 2 - Gotejamento utilizado em superfície e em sub-superfície.

Tanto na fase de projeto do sistema de irrigação, como no manejo da aplicação de água e fertilizantes, deve-se atentar para o sistema radicular da cultura da pupunha, que é muito superficial (Figura 3) e as raízes de diferentes plantas normalmente se entrelaçam.



FIGURA 3 - Entrelaçamento das raízes de plantas de pupunha.

4. MANEJO DA IRRIGAÇÃO

No manejo da irrigação surge a palavra frequência de irrigação ou turno de rega, que nada mais é do que o número de dias decorridos entre uma irrigação e outra. A frequência de irrigação poder ser fixa ou variável, dependendo da postura assumida pelo irrigante. A frequência de irrigação fixa traz consigo a vantagem da possibilidade da programação das atividades ligadas à irrigação das culturas, uma vez que se sabe por antecipação o quando irrigar, ficando apenas a definição de quanto irrigar.

Por outro lado, com uma frequência de irrigação variável, não se sabe exatamente quando se praticará a irrigação, mas é possível ter em mãos uma aproximação bastante boa de quanto de água aplicar. Assim, passamos então a estudar quais os fatores envolvidos no processo de controle da irrigação, e quais os mecanismos utilizados para tal fim.

Existem três processos básicos de se controlar a irrigação: processos baseados nas condições atmosféricas, nas condições de água do solo e nas condições de água nas plantas. Pode ser feita também a conjugação do controle da irrigação através atmosfera e também através do solo.

Antes de se conhecer ou definir qual tipo de controle a ser adotado, o irrigante deve ter em mente, que quando maior a profundidade efetiva do sistema radicular, melhor para a cultura. O aumento do sistema radicular da planta é proporcional umidade do solo, onde este aumento está diretamente relacionado com a produtividade. Assim, práticas culturais devem ser realizadas de modo a garantirem esse objetivo, ainda que de antemão sabe-se que a cultura da pupunha apresenta um sistema radicular bastante superficial.

4.1. PROCESSO BASEADO NAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS

O conhecimento dos fatores climáticos é de fundamental importância para o manejo racional da irrigação. Estes fatores permitem com uma aproximação bastante boa, estimar a evapotranspiração, que é o consumo de água de um determinado local,

através da evaporação da água do solo e pela transpiração das plantas, ocorrida durante o processo de fotossíntese.

A evaporação é o fenômeno de passagem da fase líquida para a fase gasosa (vapor) e esta pode se dar em uma massa contínua (mar, lago, rio, poça) como numa superfície úmida (planta, solo).

A transpiração é a evaporação da água que está contida nas plantas, ou seja, a planta absorve água do solo e a perde para a atmosfera. Esta perda de água é chamada de transpiração e esta perda de água ocorre em maior parte pelos estômatos.

Dessa maneira, em uma superfície vegetada ocorrem simultaneamente os processos de evaporação e a transpiração, chamada de evapotranspiração, que é a ocorrência simultânea destes dois processos. A evapotranspiração é controlada pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas.

Neste processo, o solo atua como um reservatório ativo que, dentro de certos limites, controla a taxa de perda de água pelas plantas e a sua resposta produtiva.

Denomina-se evapotranspiração de referência (ET_o) a perda de água de uma extensa superfície de grama, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência de água. Esta pode ser estimada através de vários métodos ou fórmulas empíricas, obtidas por diferentes autores. Essas fórmulas baseiam-se em dados meteorológicos e apresentam-se em grandes variações, necessitando desde poucos dados, até modelos mais complexos, que exigem um grande número de elementos climáticos.

O método do Tanque Classe A (Figura 4) é bastante simplificado, porém de boa precisão. Consiste em um tanque circular, cuja evaporação representa o conjunto dos fatores climáticos atuantes no local e a variação do nível da água neste tanque de um dia para o outro multiplicada por um fator (K_p), resulta na evapotranspiração de referência. Assim:

$$ET_o = K_p * ECA \quad \text{onde:}$$

K_p = coeficiente do tanque, que depende da umidade relativa local, da velocidade do vento do tamanho da área circundante plantada com grama (para as condições do oeste paulista, seu valor médio anual é de 0,75);

ECA = evaporação do Tanque Classe A (em mm).



FIGURA 4 - Tanque Classe A, poço tranquilizador e parafuso micrométrico.

O método mais preciso de estimativa da evapotranspiração de referência é o método de Penman-Monteith, todavia para seu cálculo necessita-se de todas as variáveis climáticas de forma isolada e não integrada, como no caso do Tanque Classe A. Para tanto, uma estação agrometeorológica completa é necessária e nem todas as

regiões dispõem destes sensores (Figura 5), ficando na maioria das vezes restritos a Institutos de Pesquisa e Universidades que fazem os cálculos e os divulgam para o público em geral. A UNESP - Ilha Solteira faz a divulgação de boletins agrometeorológicos diários através da Internet no site: <http://www.agr.feis.unesp.br/clima.htm>.



FIGURA 5 - Estação agrometeorológica automática e alguns sensores utilizados para estimativa da evapotranspiração de referência.

Porém, para se fazer a irrigação necessita-se saber qual o consumo de água da cultura a ser irrigada e não da grama. Neste caso necessita-se da evapotranspiração da cultura (ET_c), que na verdade é o consumo de água da cultura de interesse econômico.

Este valor é de fundamental importância para os projetos de irrigação, pois é ela que determina a quantidade de água que deve ser reposta ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais.

A obtenção da evapotranspiração de cultura se dá através da multiplicação da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c). Ou seja:

$$ET_c = ET_o * K_c$$

Para a cultura da pupunha, os resultados de pesquisa têm demonstrado que o coeficiente de cultura ideal é de 1,0 até o primeiro ano de produção e depois 1,3 para os anos subsequentes, ou plantas consideradas adultas, com vários perfilhos em produção.

4.2. PROCESSO BASEADO NAS CONDIÇÕES DE UMIDADE DO SOLO

Entende-se por manejo de irrigação a aplicação de água no solo no momento oportuno e em quantidade suficiente para atender as necessidades hídricas das culturas. O manejo da irrigação destaca-se por garantir os índices de produtividade esperados, diante disso, torna-se importante o conhecimento da variação do armazenamento da água no perfil do solo nas diferentes épocas do ano.

Para que o agricultor saiba o momento e a quantidade adequada a ser aplicada via irrigação, pode-se empregar um aparelho chamado tensiômetro, que é simples e de fácil manuseio e entendimento pelo agricultor.

Quando o tensiômetro é instalado no solo, a água contida no seu interior tende a entrar em equilíbrio com a tensão da água do solo ao seu redor, ou seja, com a “força” necessária para a retirada da água do solo pelas raízes das plantas. Qualquer mudança no teor de água no solo e conseqüentemente em seu estado de energia, será transmitida à água no interior da cápsula, sendo indicada rapidamente pela a coluna de mercúrio ou outro elemento sensor. A cápsula do tensiômetro funciona como uma membrana semi-permeável, permitindo a livre passagem de água e íons, não permitindo a passagem de ar e partículas de solo.

O tensiômetro deve representar o conteúdo de água no solo na zona onde há o maior consumo, ou seja, onde está concentrada a maioria das raízes. Para tanto deve-se conhecer como é a distribuição do sistema radicular da cultura e somente após, escolher as profundidades e locais de instalação dos tensiômetros. As Figuras 2 e 3 ilustram o sistema radicular pouco profundo da planta, bem como tensiômetros em três profundidades controlando a irrigação.

O manejo da irrigação via solo é uma técnica de fácil emprego e deve ser incentivado seu uso para que tenha um uso adequado água no processo de produção. O tensiômetro permite o controle do quando e do quanto irrigar, não ocorrendo falta e nem excesso. Agindo assim estaremos contribuindo para o uso racional desse recurso natural precioso que é a água.

4.2. TEMPO DE IRRIGAÇÃO

Existem algumas diferenças no cálculo do tempo de irrigação quando se irriga por aspersão ou por irrigação localizada. Na aspersão, toda a superfície do terreno recebe água e o ideal é que seja de maneira uniforme. Já na irrigação localizada, apenas parte do terreno recebe água, ou seja, o ideal, é que apenas a zona radicular receba água.

Dessa maneira, para a irrigação por aspersão, o tempo de irrigação (TI) é:

$$TI = \frac{ETo.Kc}{Ppt.Ef}$$

onde:

TI = tempo de irrigação (h);
ETo = evapotranspiração de referência (mm);
Kc = coeficiente da cultura (dado pela pesquisa);
Ppt = precipitação do sistema de irrigação (mm/h);
Ef = Eficiência do sistema de irrigação.

Já para os sistemas de irrigação localizada, calcula-se o tempo de irrigação (TI) como:

$$TI = \frac{E.e.ETo.Kc.Kr}{q.n.Ef}$$

onde: E = espaçamento entre linhas (metros);
e = espaçamento entre plantas (metros);
Kr = coeficiente de cobertura do solo;
q = vazão do emissor, litros/hora;
n = número de emissores por planta.

Na cultura da pupunha inicialmente utiliza-se um Kr de 0,3 (3 primeiros meses) e a partir daí passa a utilizar-se 0,6, até a cobertura total da área, onde 0,9 será o novo valor de Kr (LOPES et al, 2000).

5. ASPECTOS PRODUTIVOS

5.1. EFEITOS DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Na ausência da irrigação e nas condições edafo-climáticas do oeste paulista, a mortalidade de plantas é alta até o segundo ano de cultivo, além do fato de que o início da produção fica postergado, significando prejuízo duplo, pois se perde o dinheiro investido na muda e seu plantio, e por outro lado, fica-se sem receita, pois a colheita inicial demora a se iniciar. Sob condições de sequeiro se verificou índices de morte de plantas de até 38%, contra 13% de plantas irrigadas. Por outro lado, na primeira colheita, lotes de sequeiro apresentaram 7% de plantas aptas ao corte, contra até 51% em lotes irrigados.

Em relação a produção de palmito a Figura 6 evidencia a produtividade obtida em Ilha Solteira em vários níveis de irrigação, mostrando que o manejo da irrigação, ou seja, o controle da quantidade de água aplicada é fator limitante de produção e o seu excesso significa, no mínimo, desperdício de água e energia.

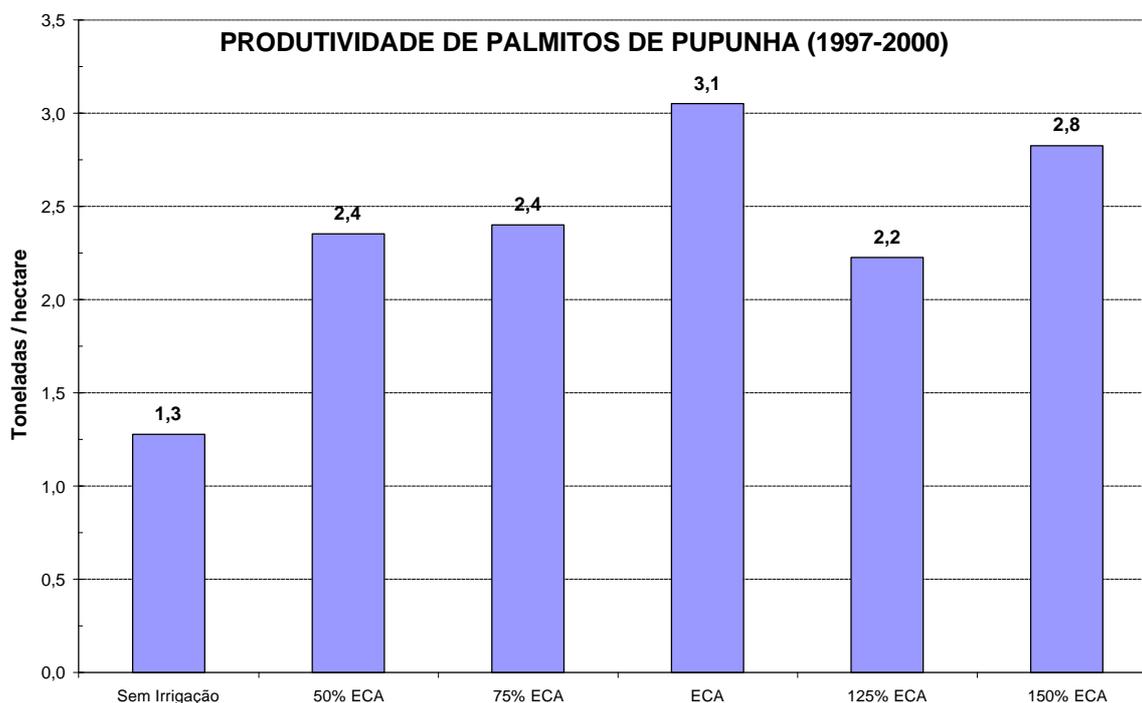


FIGURA 6 - Produtividade de palmito em função do nível de água aplicado.

5.2. EFEITOS DA FERTIRRIGAÇÃO E DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

A fertirrigação também sido estudada em comparação com a adubação manual e os resultados do primeiro ano de produção se encontram no Quadro 2.

A comparação entre os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento enterrado (sub-superfície), também tem sido feita e os resultados podem ser verificados no Quadro 3. Os resultados demonstram que as produções nos dois sistemas são iguais estatisticamente e com isso, aumentou-se as opções de sistemas de irrigação para a cultura na região. Assim, neste caso, a questão do custo de implantação do sistema de irrigação passe a assumir grande importância. A Figura 7 ilustra o fornecimento de água ao longo do ano.

QUADRO 2 - Produtividade (t/ha) e produção (gramas/planta) média de palmito no primeiro ano de produção ano 2000.

Tratamento	Produtividade (t/ha)*	Produção (gramas/planta)**
Adubação manual 4 vezes / ano	1,52	301,7
Fertirrigação 12 vezes / ano	1,47	328,9
Fertirrigação 4 vezes / ano	1,03	253,8
Fertirrigação 6 vezes / ano	1,44	298,3

* Coeficiente de variação (CV) = 16,65% e Dms (5%) = 0,48 ** CV = 12,85% e Dms (5%) = 79,76

QUADRO 3 - Produtividade média de palmito de pupunha (t.ha⁻¹) em primeira colheita de acordo com os sistemas de irrigação. Ilha Solteira, 2000.

Sistema de irrigação	Produtividade (t.ha ⁻¹)
Gotejamento em sub-superfície	1,53
Microaspersão	1,47

Coeficiente de variação = 29,6%

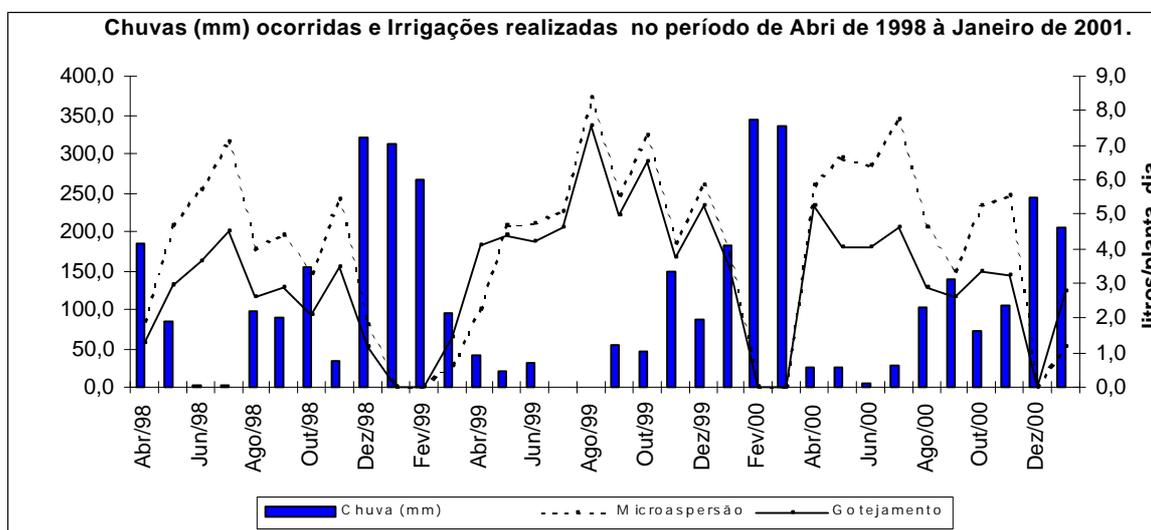


FIGURA 7 - Água aplicada a cultura da pupunha por irrigação e chuva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da cultura da pupunha em regiões onde há déficits hídricos prolongados dificilmente encontrará condições econômicas favoráveis a maximização da receita que a atividade pode oferecer.

Nestas condições, o uso da irrigação passa a ser quase que obrigatório. São várias as opções de sistemas para o suprimento hídrico da cultura, sendo a que tem mais se destacado é a microaspersão. Todavia, pesquisas atestam que o gotejamento, tanto enterrado, como em sub-superfície se constituem também uma outra opção técnica, restando a análise financeira como fator de decisão.

7. BIBLIOGRAFIA

- BERNARDO, S. Manual de irrigação. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1989. 596p
- BOVI, M.L.A. Palmito pupunha : informações básicas para o cultivo. Campinas : IAC, 1997.11p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Necessidades hídricas das culturas. Tradução de GHEYI, H.R. et al, Campina Grande, UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).
- FLORI, J.E., D'OLIVEIRA, L.O.B. O cultivo da pupunha sob irrigação no semi-árido do nordeste brasileiro. Petrolina: EMBRAPA / CPTSA, 1995. 3p. (Comunicado Técnico, 62).
- HERNANDEZ, F.B.T. Agricultura Irrigada e Atuação da UNESP no Oeste Paulista. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA IRRIGADA, 1, 1998, Jales. Anais...Ilha Solteira: (1998) UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, p.4-7, 1998.
- HERNANDEZ, F.B.T. Curso de Capacitação em Agricultura Irrigada, 1, 1999, Ilha Solteira. Ilha Solteira: (1999) UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, 1999, 55p.
- HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira, FEIS/UNESP, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).
- LOPES, A.S., HERNANDEZ, F.B.T., ALVES JÚNIOR, J., VALÉRIO FILHO, W.V. Manejo da irrigação na cultura da pupunha no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC / SBEA, 2000.
- PAZ, V.P.S.; FOLEGATTI, M.V.; DUARTE, S.N. Irrigação por aspersão e localizada. In: HERNANDEZ, F.B.T. (ed.) Curso de Capacitação em Agricultura Irrigada, 1, 1999, Ilha Solteira. Ilha Solteira: (1999) UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, p.1-14, 1999.
- TONET, R.M.; FERREIRA, L.G.S.; OTOBONI, Levantamento e situação da cultura da pupunha no estado de São Paulo. Campinas: CATI, 1999, 11p. (Documento Técnico CATI, 111)
- VERMEIREN, G.A., JOBLING, G.A. Irrigação localizada. Campina Grande: UFPB, 1997, 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36 - Tradução de GHEYI, H.R., DAMASCENO, F.A.V., SILVA Jr., L.G.A., MEDEIROS, J.F.).