

A outorga em Minas Gerais

IRRIGAÇÃO & TECNOLOGIA MODERNA

ITEM

REVISTA
TRIMESTRAL DA
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
IRRIGAÇÃO E
DRENAGEM



ISSN 0101-115X
Nº 52 / 53
4º TRIMESTRE 2001
1º TRIMESTRE 2002

IRRIGAÇÃO EM CULTIVOS PROTEGIDOS

**Com pouca água,
grandes negócios**



**Mudas no
agronegócio café**



**Cultivos protegidos na
produção intensiva de mudas**



CEARÁ

**FRUTICULTURA IRRIGADA NO BAIXO ACARAÚ.
VOCÊ PERTO DOS MAIORES MERCADOS.**

2.800 horas de sol por ano, 1,4 bilhão de m³ de água, 8 mil hectares de terra para irrigação e proximidade da praia de Jericoacoara.

As condições para a produção irrigada no Baixo Acaraú

- Produção o ano inteiro – Multissafras com garantia de 2.800 horas de sol por ano e temperatura média de 28°C;
- Avançados sistemas de tecnologia – Sistema de fertilização acoplado que garante maior redução nos custos de produção;
- Logística e infra-estrutura incomparáveis – Posição estratégica com relação aos grandes mercados, facilitando o escoamento e o transporte dos produtos;
- Lotes individuais;
- Irrigação por gotejamento e microaspersão – Eficiência de 95% no aproveitamento de água.

Venha investir no Ceará.

No Baixo Acaraú, a mais nova fronteira agrícola do país, enquanto você colhe bons negócios em fruticultura irrigada, também aproveita as belezas naturais do Ceará. Ele está localizado a 200 km de Fortaleza e bem próximo à bela praia de Jericoacoara. Aproveite as condições de crédito, incentivos, água e energia e venha investir no Baixo Acaraú. O Governo Federal, em parceria com o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria da Agricultura Irrigada - Seagri, a primeira do país, dá todo o apoio que você necessita. Consulte na Internet o Edital de Licitação para os próximos lotes e venha investir em frutas e hortaliças no Ceará. Para maiores informações, consulte os seguintes endereços:

Secretaria da Agricultura Irrigada - Fone: (85) 488-2550 / Fax: (85) 488.2567

• www.seagri.ce.gov.br • info@seagri.ce.gov.br

DNOCS: Fone: (85) 281-5045 / 223-0768 • www.dnocs.gov.br • cgp@dnocs.gov.br



SECRETARIA DA AGRICULTURA IRRIGADA

O agronegócio da agricultura irrigada em cultivos protegidos

Seja fazendo florescer belas flores na aridez de Israel, para faturar no rico poder aquisitivo da Europa, seja na produção de hortaliças no fantástico trabalho desenvolvido pelos espanhóis na região de Almeria, há um invejável cumprimento de cronogramas na entrega de produtos, atendendo a contratos firmados antes dos plantios. Um profissionalismo e uma organização que precisam ser perseguidos para que haja melhores condições de vida para os produtores brasileiros.

No vastíssimo campo dos agronegócios da agricultura irrigada, desde as chamadas biofábricas, para a produção de mudas de alta qualidade com avançados recursos da biotecnologia, até a viabilização da produção comercial de hortaliças, contornando-se as condições desfavoráveis, ao longo do ano, os cultivos protegidos configuram-se como solução.

No Brasil, já existem trabalhos competentes, de reconhecido sucesso do uso da água, com organizações de importantes *clusters*, a exemplo dos das regiões de Holambra, de Mogi das Cruzes e de Atibaia, em São Paulo, talvez os mais consolidados. Há, também, uma série de iniciativas em andamento, com pioneirismo, sucessos, mas também frustrações.

Nesse sistema produtivo, há uma ampla perspectiva de transformar pequenos mananciais hídricos em grandes negócios, incluindo-se aí o aproveitamento da infra-estrutura de proteção das plantas, para captação de água das chuvas. Entre esses negócios está o da hortaliça fresca, com qualidade, com boa apresentação e higiene, com maior aproveitamento e facilidade de manuseio na cozinha, com a possibilidade de estar disponível no mercado ao longo do ano. Uma saudável aspiração de qualquer comunidade.

Os setores científico e tecnológico têm importante papel a desempenhar no desenvolvimento equilibrado dos cultivos protegidos no Brasil. Não há nada mais lógico do que a produção ordenada, em série, favorecendo os cronogramas de mercado, os controles de produção e o melhor aproveitamento dos insumos,

podendo-se multiplicar por várias vezes o que se produz a céu aberto. Trata-se de um negócio promissor, que exige capacitação e segura inserção no mercado, além de um diferenciado conhecimento de irrigação, de fertirrigação, de controle de pragas e doenças e de como montar uma infra-estrutura, para manter o microclima que se deseja para cada espécie de planta.

Exige, ainda, capital, mas é um investimento que pode diminuir o que há de mais perverso, que é o risco agrícola. Ao conjugar essa possibilidade com o melhor ordenamento da oferta dos produtos, abre-se a perspectiva de implementação de políticas voltadas para esse setor, com nítidas vantagens de alocações de recursos em financiamentos compatíveis com cada exploração.

Assim, esta edição da revista ITEM inclui dois números acumulados. Trata da irrigação e cultivos protegidos, da fertirrigação em hortaliças, dos coeficientes de cultivos e do arcabouço institucional de Minas Gerais para tratar da água e das bacias hidrográficas.

Dessa forma, interagindo-se com diversos segmentos, trouxe à baila mais subsídios e alternativas para a racional utilização da água, e buscou exemplos, trabalhos técnico-científicos, experiências práticas, discutindo-os em reportagens com diversos colaboradores, que enriqueceram essa edição com referências e balizamentos para esse fórum constituído pela ABID, que precisa ser fortalecido e ampliado pelas ações de cada um de nós. Assim, não há como terminar sem lembrar do XII Conird e agendar Uberlândia, de 9 a 13 de setembro de 2002.



Helvecio Mattana Saturnino

EDITOR

E-MAIL: helvecio@gcsnet.com.br



Ao mesmo tempo em que se fala da gestão das águas e do seu uso competitivo, com a procura permanente pela maior eficiência na irrigação e na fertirrigação, considerar a quantidade e o valor da produção/m³ de água utilizado em cultivos protegidos é uma auspiciosa constatação. Essa capa é inspiradora e provocativa de reflexões sobre os agronegócios na agricultura irrigada, incluindo-se aí muitas vertentes do desenvolvimento científico e tecnológico, com amplas oportunidades de agregações de valores a produtos ao longo das cadeias produtivas. (Fotos: Leonardo Costa da Fonte)

ITEM

IRRIGAÇÃO & TECNOLOGIA MODERNA

REVISTA TRIMESTRAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM - ABID
Nº 52 - 4º TRIMESTRE DE 2001
ISSN 0101-115X.



CONSELHO EDITORIAL:

ALBERTO DUQUE PORTUGAL
EDSON ZORZIN
ESTEVES PEDRO COLNAGO
FERNANDO ANTÔNIO RODRIGUEZ
HELVECIO MATTANA SATURNINO
JORGE KHOURY
JOSÉ CARLOS CARVALHO
LUIZ CARLOS HEINZE
SALASSIER BERNARDO

COMITÊ EXECUTIVO:

ANTÔNIO A. SOARES; DEVANIR GARCIA DOS SANTOS; FRANCISCO DE SOUZA; GENEVEVA RUISDIAS; HELVECIO MATTANA SATURNINO; PAULO ROBERTO COELHO LOPES

EDITOR: HELVECIO MATTANA SATURNINO E-MAIL:
HELVECIO@GCSNET.COM.BR OU APDC@APIS.COM.BR.

JORNALISTA RESPONSÁVEL: GENEVEVA RUISDIAS (MTB MG 01630 JP). E-MAIL: RUISDIAS@MKM.COM.BR

ENTREVISTAS E REPORTAGENS: GENEVEVA RUISDIAS E GLÓRIA VARELA (MTB MG 2111 JP)

COLABORADORES: ROSÂNGELA MARIA MOTA ENNES, VIRGÍNIA CALAES ARBEX (SUPORTE TÉCNICO).

AUTORIA DOS ARTIGOS TÉCNICOS: ADERSON SOARES DE ANDRADE JÚNIOR, ALBERTO CARLOS DE QUEIROZ PINTO, CÍCERO LEITE, FLÁVIO B. ARRUDA, FRANCISCO DE SOUZA, GILBERTO COAKU SEDIYAMA, JOSÉ RENATO CORTEZ BEZERRA, LUÍS FERNANDO STONE, MARCELO B. CAMARGO, MARCOS ANTÔNIO MACHADO, NEVILLE VIANNA BARBOSA DOS REIS, NOZOMU MAKISHIMA, O. BRUNINI, PAULO EMÍLIO, P. DE ALBUQUERQUE, PEDRO MARQUES DA SILVEIRA, R.C.M. PIRES, ROBERTO TESTEZLAF, SÉRGIO OLIVEIRA PINTO DE QUEIROZ, WALDIR A. MAROUELLI, WASHINGTON L. C. SILVA.

ENTREVISTAS TÉCNICAS: AGUINALDO JOSÉ DE LIMA, CARLOS ALBERTO SANTOS OLIVEIRA, CÉLIA MARIA BRANDÃO FRÓES, DEMETRIOS CHRISTOFIDIS, EDILSON DE PAULA, GABRIEL BARTHOLO, ISRAEL ROSALIN, JOÃO RICARDO FERRI, JOSÉ CISINO MENEZES LOPES, LEONARDO COSTA DA FONTE, LÚCIO TELES DA SILVA, LUÍZA DE MARRILLAC CAMARGOS, MARIA DE FÁTIMA CHAGAS DIAS COELHO, MAURÍCIO SEVERINO DE REZENDE, NEVILLE VIANNA BARBOSA DOS REIS, OSMAR CARRIJO, OSMAR YONAMINE, PAULO ROBERTO CAIXETA NASCENTE, REINALDO CAETANO, SÉRGIO ZAGO, WILLER HUDSON PÓS.

INFORME TÉCNICO PUBLICITÁRIO: POLYSACK E SERRANA FERTILIZANTES.

REVISÃO: MARLENE A. RIBEIRO GOMIDE E ROSELY A. R. BATTISTA

FOTOGRAFIAS: ARQUIVOS DO CEIVAP, DA EMBRAPA, CÍCERO LEITE, GENEVEVA RUISDIAS, HELVECIO MATTANA SATURNINO, LEONARDO COSTA DA FONTE, MAURÍCIO ALMEIDA, NEVILLE V. B. REIS, ROBERTO TESTEZLAF, WASHINGTON L. C. SILVA.

PUBLICIDADE: ABID, PELO E-MAIL: ABID2000@GLOBO.COM OU PELO FAX (61) 274-7245.

PROGRAMAÇÃO VISUAL, ARTE E EDITORAÇÃO GRÁFICA: DESIGN GRÁFICO COMUNICAÇÃO (RUA CÔNEGO JOÃO PIO, 150, BAIRRO MANGABEIRAS, BELO HORIZONTE, MG, FONE: (31) 3284-0712 E FONE-FAX: (31) 3225-5065.

TIRAGEM: 6.000 EXEMPLARES

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (ABID)

SCLRN 712, BLOCO C - 18, BRASÍLIA, DF, CEP: 70760-533.

FONE: (61) 273-2154 ou (61) 272-3191; FAX: (61) 274-7245 E E-MAILS: ABID2000@GLOBO.COM E APDC@APIS.COM.BR

PREÇO DO NÚMERO AVULSO DA REVISTA: R\$ 6,00 (SEIS REAIS).

OBSERVAÇÕES: OS ARTIGOS ASSINADOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DE SEUS AUTORES, NÃO TRADUZINDO, NECESSARIAMENTE, A OPINIÃO DA ABID. A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL PODE SER FEITA, DESDE QUE CITADA A FONTE. AS CARTAS ENVIADAS À REVISTA OU A SEUS RESPONSÁVEIS PODEM OU NÃO SER PUBLICADAS. A REDAÇÃO AVISA QUE SE RESERVA O DIREITO DE EDITÁ-LAS, BUSCANDO NÃO ALTERAR O TEOR E PRESERVAR A IDÉIA GERAL DO TEXTO. ESSE TRABALHO SÓ SE VIABILIZOU GRAÇAS À ABNEGAÇÃO DE MUITOS PROFISSIONAIS E COM O APOIO DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS.

LEIA NESTA EDIÇÃO:

Cartas - Página 6

Publicações - Página 8

Cultivo protegido, uma tecnologia que viabiliza alta eficiência da irrigação é aplicável em qualquer região brasileira

O agrometeorologista Neville Vianna Barbosa dos Reis, da Embrapa, considera que o cultivo protegido é uma técnica de plantio que ainda está engatinhando no Brasil, mas pode ser utilizada em qualquer parte do país, desde que adequada às condições locais. **Página 10**

Uma visão geral sobre as oportunidades com os cultivos protegidos diante das condições climáticas do Brasil, de Neville Vianna Barbosa dos Reis e Nozomu Makishima. **Página 13**

Uso da irrigação em ambientes protegidos: cuidados e atenções, de Roberto Testezlaf. **Página 18**

Produção de mudas em cultivo protegido viabiliza melhor o fluxo de matéria-prima para a indústria e a maior rentabilidade do uso da água

Em Patos de Minas, na região do Alto Paranaíba, MG, a indústria Unilever Bestfoods Brasil conta com a parceria do cultivo protegido para a garantia de produção de mudas sadias de tomate industrial. **Página 23**

A revolução dos tubetes

Profissionais da empresa Valoriza Soluções Agrícolas mostram como o uso de tubetes contribuiu para uma reviravolta na produção de mudas de café. O pesquisador Gabriel Bartholo considera ser esta uma tendência da cafeicultura moderna. **Página 29**

As lições de economia do cultivo protegido

O Núcleo Rural de Taquara, a 75 km de Brasília, tem tradição em horticultura. Maurício Severino de Rezende, presidente da Cooperativa Agrícola da Região de Planaltina e um pioneiro do cultivo protegido na região, mostra em números porque adotou esta técnica. **Página 32**

Informe Técnico Publicitário da Polysack
Tecnologia israelense de controle do clima ajuda o Brasil a aumentar a produtividade e a economizar água. **Página 35**



Além de propiciar maior eficiência da irrigação, o cultivo em ambientes protegidos viabiliza a coleta das chuvas.



As altas e ordenadas produções no campo são decorrentes da qualidade das mudas e do escalonamento das entregas proporcionados pelos cultivos protegidos, em um ciclo produtivo que requer conhecimentos profundos sobre fertirrigação e coeficientes de cultivo.



A produção de mudas em container, especialmente as de café, passou por uma verdadeira reviravolta com o uso dos tubetes.



Mesmo que de forma diferenciada, o produtor rural vai pagar pelo uso da água. O presidente do Igam, Willer Pós, fala sobre o assunto.

Perigo da salinização em ambientes protegidos, de Roberto Testezlaf e Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz. **Página 38**

Uma provocação de Campo Grande, no Mato Grosso do Sul

O produtor Lúcio Teles da Silva mostra como conseguiu economizar para montar uma infra-estrutura de cinco túneis para o cultivo protegido para a produção de olerícolas. **Página 40**

Um supermercado de informações sobre a manga, um cultivo 100% irrigado

Informações sobre o VII Simpósio Internacional sobre a Manga, em setembro, no Recife/PE. **Página 42**

Fertirrigação de hortaliças, de Waldir A. Marouelli e

Washington L. C. Silva. **Página 45**

Alguns conselhos importantes para a fertirrigação, de Osmar Carrijo. **Página 48**

Coefficientes de cultivo das principais culturas anuais

O primeiro documento com os coeficientes de cultivo das principais culturas anuais foi apresentado durante XI Conird, realizado em 2001, em Fortaleza, CE. Um dos compromissos assumidos neste encontro foi o de uma constante atualização desses dados, que serão levados para debate no XII Conird, em setembro deste ano, em Uberlândia, MG. Esse trabalho está sendo coordenado pelo pesquisador Paulo Emílio Pereira de Albuquerque, com a colaboração de vários pesquisadores. **Página 49**

Estudos de consumo de água e coeficientes de cultura, de Flávio B. Arruda, M.B. Camargo, O. Brunini e R.C.M. Pires. **Página 58**

O que falta para Minas Gerais dar início ao processo de cobrança pelo uso da água?

Conheça a atual situação do processo de cobrança pelo uso da água no estado de Minas Gerais. Através de um panorama sobre a política estadual de recursos hídricos, os interessados terão informações sobre a concessão de outorgas, bem como a postura de vários usuários. **Página 64**

Um custo diferenciado pelo uso da água para a irrigação

Uma entrevista com o presidente do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), Willer Hudson Pós. **Página 72**

Bacia do Paraíba do Sul começa a cobrar pelo uso da água

O secretário executivo do Comitê para a Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Ceivap), Edilson de Paula Andrade, fala sobre como e quando dará início à cobrança. **Página 75**

Agricultura irrigada em números

O especialista Demetrios Christofidis mostra, em entrevista, os números do último levantamento sobre a agricultura irrigada no país. **Página 76**

Navegando pela Internet - Página 78

Classificados - Página 78

A revista ITEM tem recebido mensagens eletrônicas de vários pontos do país, com sugestões enviadas por profissionais da área, interessados em divulgar seus trabalhos, cursos e publicações e acham importante contar com um periódico como este. Está aí um intercâmbio que precisa ser implementado, para que a Abid tenha-os também como assíduos parceiros nessa ingente tarefa de ganhar espaços e cooperadores em todos os sentidos. Aqui vão alguns exemplos:

IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM MALHA

“Gostaríamos de solicitar a divulgação, na revista ITEM, do nosso livro “Irrigação por aspersão em malha”, recém-lançado durante a Fenagro 2001, em Salvador, BA. A procura pela publicação está sendo muito boa, principalmente depois que este sistema foi apresentado na seção Cartas, do programa Globo Rural, edição de domingo.” – Professores **ANDRÉ FERNANDES** e **LUÍS CÉSAR DIAS DRUMOND** (da Universidade de Uberaba, MG).

COLEÇÃO DE ESTUDOS

“Informamos que se encontram disponibilizados, na biblioteca da Rede do Agronegócio

da Irrigação, os livros da série “Políticas e estratégias para um novo modelo de irrigação”, tanto para impressão como para *download*. A rede pode ser acessada no endereço www.banconordeste.gov.br/irriga.” – **FRANCISCO MAVIGNIER CAVALCANTE FRANÇA** (coordenador do acordo “Estudos para um novo modelo de irrigação” e gerente do Ambiente de Políticas de Desenvolvimento do Banco do Nordeste).

IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM HORTALIÇAS

“As regiões dos cerrados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal cultivam, atualmente, cerca de 80% do tomate para processamento industrial no Brasil, o que dá, aproximadamente, 1 milhão de toneladas. A irrigação predominante da cultura é por aspersão, principalmente pivô central. O gotejamento, entretanto, vem-se tornando uma grande possibilidade, tendo em vista suas vantagens de redução de custo e de economia de água e energia. Na Embrapa Hortaliças, publicamos recentemente um documento, em forma de *folder* (de autoria dos pesquisadores Waldir Marouelli, Washington Silva e Celso Moretti), com instruções básicas para o manejo da cultura irrigada por gotejo, inclusive valores de *Kc* apropriados para a região do DF e parâmetros de fertirrigação. Publicamos também (Waldir Marouelli, Washington Silva e Henoque Silva) um livro sobre irrigação por aspersão em hortaliças, que enfatiza aspectos de qualidade da água, engenharia de sistemas e um método prático de manejo para evitar o uso de equipamentos e/ou cálculos complicados. Maiores informações na *home page*: www.cnpq.embrapa.br.” – **WASHINGTON L.C. SILVA** (Embrapa Hortaliças, Brasília, DF).

SUGESTÃO PARA IMPLEMENTAR A DISCUSSÃO SOBRE Kc

“Considero excelente a idéia de divulgar, através da revista ITEM e do grupo de discussão, os coeficientes de cultivo (*Kc*) para as diferentes culturas, trabalhos para a sistematização dos valores de *Kc* obtidos pela pesquisa. Observo que muitas dissertações de Mestrado e teses de Doutorado nas áreas de Irrigação e Drenagem, como também de Agrometeorologia, trabalharam com a de-

terminação de Kc e essas informações (que são de domínio público) nem sempre são divulgadas de maneira extensiva. Gostaria de sugerir que se reunissem voluntários, nas principais universidades, com cursos de pós-graduação em Irrigação e Agrometeorologia, para compilarem nas bibliotecas dessas universidades os valores de Kc contidos nas dissertações e teses, para divulgação, com a devida citação da origem dos dados, na revista ITEM. Mas necessita-se de voluntários em universidades como a UFV, Ufla, UFPB, UFC, entre outras. O trabalho pode parecer exaustivo, mas, se for feito gradativamente, em pouco tempo poderemos ter um excelente banco de informações.” – **ANDERSON SOARES PEREIRA** (engenheiro agrônomo, M.Sc. e Dr., Piracicaba, SP).

EM SETEMBRO, O VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MANGA

“Com o objetivo de divulgar as inovações tecnológicas sobre a cultura da manga, será realizado no Centro de Convenções de Recife, PE, de 22 a 29 de setembro de 2002, o VII Simpósio Internacional de Manga. Os interessados deverão procurar informações com a promotora do evento, a Embrapa Semi-Árido, pelos telefones (87) 3862.1711, pelo fax (87) 3862.1744 ou e-mail emenezes@cpatsa.embrapa.br.” – **ALBERTO CARLOS DE QUEIROZ PINTO** (Embrapa Cerrados, Brasília, DF).

CURSO SOBRE CULTIVO PROTEGIDO

“Foi realizado, em 23 de março, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, um curso sobre cultivo protegido destinado a produtores, viveiristas, empresários rurais, agrônomos, engenheiros e técnicos agrícolas. Seu objetivo foi divulgar conceitos de utilização do cultivo protegido para culturas de hortaliças, flores e mudas (citros, café, essências florestais e ornamentais), visando o controle adequado de fatores ambientais como luz, temperatura, umidade, vento e ventilação, água, nutrientes e substrato. Também foram abordados aspectos de estruturas específicas como viveiro/telado, estufa, casa de vegetação, quebra-vento etc. Este curso é oferecido regularmente para interessados. Maiores informações poderão ser obtidas pelo telefone (19) 3788.1088, ou pelos e-

[mails scom@agr.unicamp.br](mailto:scom@agr.unicamp.br) e bliska@agr.unicamp.br” – Professor **ANTÔNIO BLISKA JÚNIOR** (presidente do Comitê Brasileiro de Aplicação do Plástico na Agricultura, da Unicamp, Campinas, SP).

A Embrapa Hortaliças também realiza cursos periódicos sobre cultivos protegidos. Maiores informações poderão ser obtidas através do site www.cnph.embrapa.br.

USO DA ÁGUA NÃO PODE VIRAR MAIS UM IMPOSTO

“Os irrigantes da Bahia foram surpreendidos com a publicação no Diário Oficial do Estado, do dia 21/1/2002, da Lei 8.194 que cria o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos do Estado, dando-lhe autonomia para efetivar a cobrança pelo uso da água. Em nenhum momento foi permitido que os usuários participassem das discussões, contrariando flagrantemente a legislação federal. Ao dar um caráter estadual à gestão dos recursos hídricos, o Estado acaba de criar um imposto para a irrigação. Com isso permite, por exemplo, que os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água na região Oeste, com 72% de todas as outorgas estaduais, poderão ser aplicados no esgotamento sanitário de Salvador, deixando as bacias contribuintes com seus eternos problemas ambientais. Qualquer valor arbitrário atribuído a essa cobrança, tornar-se-á uma sangria significativa, podendo inclusive inviabilizar a agricultura irrigada.” – **JOSÉ CISINO MENEZES LOPES** (diretor de Meio Ambiente da Associação dos Agricultores e Irrigantes do Oeste da Bahia – Aiba).

REINSCRIÇÃO

“Fui sócio da ABID durante muitos anos, ainda na época do Dirceu Alkmin Cunha, quando eu alertava sobre a necessidade de a entidade contar com um orçamento próprio e aprender a andar com suas próprias pernas. A sugestão, no entanto, foi ignorada, culminando na sua paralisação. Foi com alegria que, durante a Fenagri, fiquei sabendo da volta da atuação da ABID, para a qual já solicitei o envio de minha ficha de inscrição. Coloco-me à disposição para ajudar no que for preciso.” – **RODRIGO RIBEIRO FRANCO VIEIRA** (engenheiro agrônomo, Codevasf).

PUBLICAÇÕES

Novas publicações de interesse da agricultura irrigada estão sendo lançadas, algumas delas à disposição via internet



IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM MALHA

Dois professores da Universidade de Uberaba (MG) são os autores do livro "Irrigação por aspersão em malha", recentemente publicado. Esse sistema tratado no

livro e já enfocado em artigo publicado pela revista ITEM nº 48, pode ser usado para irrigação de várias culturas e nas mais diversas situações.

Principais vantagens desse sistema:

- utilização de tubos PVC de baixo diâmetro, que constituem as linhas laterais que, ao contrário da aspersão convencional, são interligadas em malha;
- baixo consumo de energia, em torno de 0,60 a 1,30 CV/ha;
- adaptação a qualquer tipo de terreno;
- possibilidade de divisão da área em várias subáreas;
- facilidade de operação e manutenção;
- possibilidade de fertirrigação;
- possibilidade de aplicação de dejetos;
- baixo custo de instalação (R\$ 700,00 a R\$ 1.300,00/ha) e manutenção.

O preço da publicação é R\$20,00 (vinte reais) e os pedidos podem ser encaminhados para a Universidade de Uberaba (Campus II, Bloco T), avenida Nenê Sabino, 1.801, Uberaba/MG, CEP: 38055-500, ou pelo telefone/fax: (34)3319.8964. Contatos com os autores poderão ser feitos via *e-mail*: André Luís T. Fernandes (andre.fernandes@uniube.br) e Luís César Dias Drumond (luis.drumond@uniube.br).



IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM HORTALIÇAS

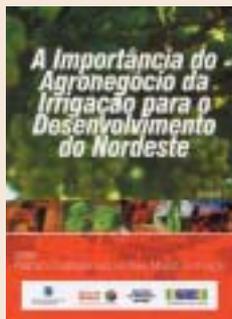
A irrigação é uma das práticas agrícolas mais importantes para o sucesso da horticultura. Ao contrário do que possa parecer, questões sobre como e quando

irrigar e o quanto de água aplicar para suprir as necessidades hídricas das plantas não são de simples respostas. Embora existam inúmeras metodologias para o manejo racional da irrigação, a grande maioria dos produtores irriga de forma empírica e, muitas vezes, inadequadamente. O baixo índice de adoção de tecnologias apropriadas deve-se, sobretudo, ao fato de os irrigantes acreditarem que estas são caras, complicadas, trabalhosas e que a sua adoção não proporciona ganhos econômicos compensadores.

Para mudar este cenário, é necessário disponibilizar tecnologias simplificadas e de fácil assimilação, que possam ser efetivamente utilizadas. Neste sentido, a Embrapa Hortaliças, em conjunto com a Embrapa Informação Tecnológica, publicou, recentemente, o livro "Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo", de autoria dos pesquisadores Waldir A. Marouelli, Washington L. C. Silva e Henoque R. Silva.

Destinado principalmente a produtores e técnicos da área de produção de hortaliças, este livro apresenta aspectos relevantes da qualidade da água e de sistemas de irrigação por aspersão e, sobretudo, uma metodologia que permite ao usuário manejar a água de irrigação de forma prática e simples, sem a necessidade de recorrer a equipamentos e cálculos complicados. O preço do exemplar é R\$16,00 e pode ser adquirido através do *site*: www.cnpq.embrapa.br/public/lançamen.htm.

NOVO MODELO DE IRRIGAÇÃO PARA O NORDESTE



Quem quiser conhecer as cinco publicações que deram origem ao novo modelo de irrigação para o Nordeste, não pode deixar de visitar o [site www.banconordeste.gov.br/irriga](http://site.www.banconordeste.gov.br/irriga). Lá, o interessado poderá acessar a biblioteca da Rede do Agronegócio da Irrigação e encontrar os livros da série “Políticas e estratégias para um novo modelo de irrigação”, para *download*.

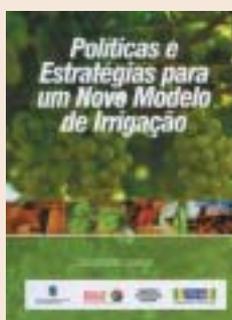


Elaborado a partir de um acordo de cooperação entre o Banco do Nordeste, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Ministério da Integração Nacional, esse trabalho (em cinco volumes) contou com a contribuição de mais de 1.500 especialistas nacionais e internacionais em agronegócio da irrigação. Através de seu *site*, o Banco do Nordeste traz a público esse conjunto de estudos, como forma de disseminar, junto aos agentes públicos e privados, as novas estratégias que irão dinamizar o agronegócio da irrigação na região.



Os cinco volumes da série são os seguintes:

1. A Importância do Agronegócio da Irrigação para o Desenvolvimento do Nordeste;
2. Estado da Arte Nacional e Internacional do Agronegócio da Irrigação 2000;
3. Modelo Geral para Otimização e Promoção do Agronegócio da Irrigação do Nordeste;
4. Modelo Específico para Otimização e Promoção do Projeto de Irrigação Salitre – Juazeiro/BA;
5. Políticas e Estratégias para um Novo Modelo de Irrigação.



EM CD, A TESE DE UM ESPECIALISTA EM ÁGUAS

O professor e especialista Demetrios Christofidis escolheu um tema interessante e atual para a sua tese de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, “Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: o caso da Bacia do rio São Francisco”, defendida, recentemente, na Universidade de Brasília. Neste estudo, ele aponta três pontos-de-vista sobre a política nacional de recursos hídricos e enfoca, especialmente, a bacia hidrográfica do rio São Francisco. Pela sua experiência e dedicação ao tema, há mais de 20 anos, o autor tem, certamente, muito a transmitir aos interessados, para que possam ser implantadas na prática a teoria e a filosofia ditadas pela legislação da política nacional de recursos hídricos. Os interessados poderão solicitar o CD da tese junto ao autor, através do *e-mail*: demetrios.christofidis@integracao.gov.br.



IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO

Lançado pela Embrapa Café, o videocurso “Irrigação do Cafeeiro”, composto por um filme e um manual, é uma importante orientação sobre irrigação utilizada na cafeicultura, já que o emprego

dessa tecnologia permite a redução dos riscos e o aumento da produtividade. Nele são abordados os seguintes assuntos:

- a importância da irrigação do cafeeiro;
- parâmetros técnicos (umidade do solo, disponibilidade de água, evapotranspiração, densidade do solo, profundidade efetiva, lâminas líquida e bruta de irrigação).
- irrigação por aspersão;
- sistemas de irrigação localizada;
- manejo de irrigação.

Resultado do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, este videocurso foi coordenado tecnicamente pela Universidade Federal de Viçosa. Está sendo comercializado por R\$60,00 pela Embrapa Informação Tecnológica e pode ser adquirido, acessando a unidade através do endereço eletrônico da Embrapa (www.embrapa.br) ou de contato com o Centro de Produções Técnicas da Embrapa Informação Tecnológica (CPT), Parque Estação Biológica (PqEB), S/N, Edifício Sede, CEP: 70770-901, Brasília DF, fone (61) 448-4236, fax: (61) 340-2753.



FOTO LEONARDO COSTA DA FONTE

CULTIVO PROTEGIDO

uma tecnologia que viabiliza alta eficiência da irrigação é aplicável em qualquer região brasileira

O cultivo protegido ainda engatinha no Brasil, mas está-se expandindo rapidamente. Essa é a opinião do agrometeorologista Neville V. B. dos Reis: a tecnologia pode ser empregada em qualquer região do país, desde que adequada às condições locais. “O plástico funciona como filtro da radiação solar. Ao inclinar o telhado da casa de vegetação, pode-se reduzir o impacto da luz solar sobre a cultura. Já o túnel semicircular, no mesmo sentido que o movimento do sol, a radiação será intensa ao longo de todo o dia. Ou seja, não basta entender a planta, é fundamental conhecer e respeitar as características de cada lugar para se definir o modelo de estufa a ser adotado”, afirma.

E recomenda cuidados especiais com o bolso do produtor. O primeiro deles é assegurar a rentabilidade da cultura, que depende do controle de microambiente, do material genético utilizado, da experiência do produtor, do trato cultural. “A pesquisa está bem desenvolvida e o problema não é de ordem técnica. O importante é saber se o cultivo é economicamente viável, se a relação custo-benefício é vantajosa para o produtor”, afirma Neville, que é pesquisador da Embrapa Hortaliças.

Com mestrado e doutorado na área de Agrometeorologia, ele insiste na análise de viabilidade comercial do empreendimento. A proximidade de um mercado consumidor é fundamental para o sucesso do cultivo protegido. A expansão se dá porque a tecnologia pode ser usada por grandes empreendedores e também em pequenos projetos de agricultura familiar. Das estufas mais sofisticadas a um simples túnel sobre canieiros, a atividade adapta-se a usos múltiplos.

O país tem uma indústria de plástico bem desenvolvida e não é necessário importar o produto. E para montar a estrutura, o produtor pode usar o material existente na própria re-

gião, madeira ou ferro. Tem facilidades também de mão-de-obra. Por exemplo, o serralheiro pode ser o mesmo que fez a grade da casa.

Sempre tomando o cuidado de não generalizar, o pesquisador destaca alguns aspectos do cultivo protegido em várias regiões do país.

Amazônia

Seguindo a estrutura de análise recomendada por Neville Reis, o primeiro aspecto que chama a atenção na Amazônia é o fato de ter um mercado carente de hortaliças do dia-a-dia: tomate, pimentão, alface, beringela. Tecnicamente, o problema é controlar o calor, a umidade e a circulação atmosférica, a baixa velocidade do vento.

Região tropical de intensa radiação solar, a Amazônia tem seus dias de “apagão” natural. “Às vezes, a radiação não chega à superfície da terra por causa da camada atmosférica muito alta”, explica Neville. Quando isso acontece, é necessário acender as luzes dentro da estufa.

O ponto central do cultivo protegido na Amazônia é fazer a troca atmosférica de dentro da estufa com o meio ambiente. A umidade, que é boa para a floresta, é um problema a ser resolvido nas casas de vegetação. A baixa velocidade do vento agrava a situação. Foi para intensificar a troca atmosférica que a pesquisa adaptou a cobertura da casa de vegetação, criando uma abertura entre as duas partes do telhado, o teto convectivo. É preciso conhecer a direção do vento para definir a posição da abertura. O objetivo é gerar uma turbulência nesse ponto, circular o vento, e retirar a massa e o calor de dentro da estufa. Assim é possível alterar o microclima – abaixar a temperatura e a umidade, de acordo com a necessidade de cada cultura.

Outras regiões

O Nordeste é uma região privilegiada para o plantio de hortaliças em cultivo protegido. Centros urbanos com grande potencial de consumo e ambiente seco, onde é mais fácil controlar a incidência de doenças. Região de baixa umidade, o problema é a quantidade de energia concentrada dentro da estufa. É necessário, então, diminuir a quantidade de radiação para controlar a temperatura.

O meio a meio da região Centro-Oeste – clima meio quente, meio úmido e um regime balanceado de chuvas, com seis meses secos – é a combinação ideal para a atividade agrícola. Neville exagera: “O Brasil Central é onde Deus construiu a casa dele”. A circulação atmosférica

também é boa, e o importante é controlar a chuva no período primavera-verão. Algumas culturas, como a do pepino, terão uma ligeira dificuldade na época do frio, no outono-inverno, quando é necessário aumentar a temperatura noturna com o chamado efeito estufa.

Além do mercado consumidor, Neville Reis ressalta outro aspecto do cultivo protegido no Centro-Oeste. Ele considera o material genético disponível no mercado de boa qualidade.

No Sul, a tecnologia é usada em culturas que precisam de calor na época do outono-inverno, quando a temperatura é baixa e a umidade é elevada. O modelo de estufa tem que ser escolhido com muito critério, principalmente nos casos em que fazer suprimento de calor tornaria a cultura economicamente inviável. A situação e o modelo mudam no verão, quando o Sul apresenta 14 ou 15 horas de dia claro, três ou quatro horas a mais do que em outras regiões.

Na opinião de Neville, tudo isso comprova que a pesquisa em cultivo protegido tem que continuar. Além disso, a indústria está sempre lançando materiais no mercado, que exigem novos estudos e adaptações.

Para escolher o plástico

O cultivo protegido foi introduzido no Brasil pelos holandeses, na década de 50, na produção de flores. Para hortaliças, o processo era considerado antieconômico. Os primeiros experimentos da Embrapa com hortaliças em cultivo protegido foram feitos em 1980. De lá para cá, muito se mudou. Já é comum o uso de plástico aditivado com substâncias químicas para que a planta só receba a radiação que ela precisa. Há uma série de produtos que permitem o controle de microambiente: plástico polietileno de baixa densidade, plástico de PVC, policarbonato. Atualmente, o mais adequado às condições econômicas do Brasil é o polietileno de baixa

FOTO HELVECIO MATTANA SATURNINO



Para o pesquisador Neville Reis, o cultivo protegido é uma tecnologia economicamente viável para pequenos e grandes empreendedores

Várias instituições estão envolvidas em programas de treinamento com cultivos protegidos. A Embrapa Hortaliças é uma delas, atraindo interessados do Brasil e do exterior



densidade, aditivado contra radiação ultravioleta para ficar mais resistente.

Ao adquirir o produto, devem-se considerar três medidas – a espessura, a largura e o comprimento. Com relação à espessura, há plásticos de 75, 100, 120 e 150 micra (cada micron corresponde à milésima parte do milímetro). Na largura, há faixas de um, dois e 12 metros. E no comprimento, a bobina vai de 100 metros, a mais procurada, até 500 metros. Em vários países do mundo, e também no Brasil, existem comitês para controle de qualidade das propriedades físicas do plástico colocado no mercado – elasticidade, permeabilidade (a gás), propriedades térmicas.

Treinoamento

Segundo Neville Reis, tem aumentado o número de consultas que chegam à Embrapa Hortaliças sobre cultivo protegido. E a empresa treina empresários, agrônomos, professores de escolas técnicas e de universidades. Periodicamente, técnicos de países da África e da América Latina fazem cursos sobre a atividade.

Em dezembro do ano passado, enquanto um grupo de nicaraguenses era treinado, técnicos e produtores de vários Estados do Brasil faziam o curso sobre gotejamento, fertirrigação e cultivo protegido de hortaliças. Gilberto Capelesso veio de Phoenix, a 60km de Palmas, Tocantins, onde já produz soja e milho e vai entrar agora com fruticultura e cultivo protegido de hortaliças. Ele vai montar também cinco estufas de hidroponia, para produzir almeirão, alface e cebolinha pelo sistema *floating*.

Capelesso trouxe junto com ele o agrônomo que orienta seu projeto de expansão, o chileno Carlos Aparício, que tem na bagagem 20 anos de experiência em Israel, Chile, Itália e Argentina.



Edilene Soares e Silvia Petillo vieram de Manaus para conhecer os segredos do cultivo protegido

Eles pretendem começar com 20 estufas, de mil metros quadrados cada uma, até chegar a 100 estufas. Está entrando na atividade de peito aberto porque tem certeza da comercialização. Ele conta que as hortaliças vendidas em Palmas vêm de São Paulo e de Goiânia. Um produto de má qualidade, agravado pelos problemas da distância e do transporte. Apenas um supermercado da cidade compra 5 mil pés de alface por semana.

Outro fator que pesou na decisão é a possibilidade de produção contínua, durante todo o ano, e a produtividade do cultivo protegido, segundo ele, cinco vezes maior que a de campo.

As agrônomas Edilene Cambraia Soares e Silvia Petillo vieram de Manaus. São ligadas ao Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (Idam), órgão de assistência técnica e extensão rural. Em Iranduba, Edilene trabalha com 84 produtores de pimentão. E Silvia presta assistência técnica em Presidente Figueiredo, o maior produtor de açúcar da região e que está começando a implantar pimentão, alface e cheiro-verde em cultivo protegido.

Até há pouco tempo, a região recebia de outros Estados toda a hortaliça que consumia. Ainda não é auto-suficiente, mas a relação de dependência começa a mudar. Segundo elas, o cultivo protegido, mesmo com a interrupção da atividade quando há inundação das várzeas, está dando certo na Amazônia. ■

Uma visão geral sobre as oportunidades com os cultivos protegidos diante das condições climáticas do Brasil

NEVILLE VIANNA BARBOSA DOS REIS
NOZOMU MAKISHIMA

PEQUISADORES DA EMBRAPA HORTALIÇAS – CAIXA POSTAL 218 - CEP 70359-970 - BRASÍLIA-DF – E-MAILS: neville@cnph.embrapa.br e nozumu@cnph.embrapa.br

O clima é a síntese dos elementos meteorológicos contabilizados no tempo passado. Os elementos meteorológicos são: precipitação (chuva), temperaturas (do ar e do solo), umidade (do ar e do solo), evaporação (do ar e do solo), evapotranspiração, vento (direção e velocidade), hidrometeoros (neve e granizo) e radiação solar (direta, difusa, global, líquida e fotossinteticamente ativa).

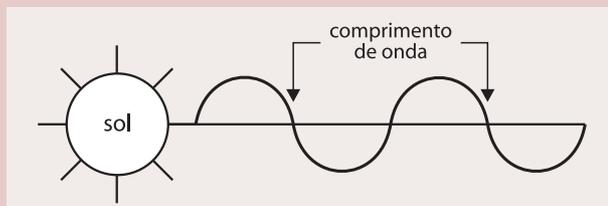
Radiação Solar

De todos os elementos meteorológicos, a radiação solar é a mais importante. É oriunda de microexplosões atômicas que ocorrem na periferia do sol e são transmitidas para o planeta Terra pelo processo físico de radiação. Esse transporte da radiação é feito através de uma onda eletromagnética, de comprimento determinado, contendo em sua composição características físicas que determinam a sobrevivência na superfície da terra.

Comprimento de Onda

Comprimento de onda: é definido como o espaço compreendido entre duas semisenóides (figura 1).

FIGURA 1 – Comprimento de uma onda eletromagnética



As unidades físicas adotadas universalmente para expressarem o comprimento de onda são o **mícron** (plural = micra), que corresponde à

milésima parte do milímetro, 10^{-3} mm; o **nanômetro**, correspondente à milionésima parte do milímetro, 10^{-6} mm e o **angstrom**, décima milionésima parte do milímetro, 10^{-7} mm. A onda eletromagnética é dividida em frações conhecidas como **faixas de ondas**.

Quantitativamente, uma onda eletromagnética tem um fluxo energético de **2 cal cm² min** no topo da atmosfera terrestre, conhecida como **constante solar**.

Fatores que influenciam o cultivo protegido

Para alcançar os objetivos do cultivo protegido e minimizar os efeitos negativos dos diferentes fatores que influem no desenvolvimento das plantas são necessários os seguintes questionamentos:

- por que proteger as plantas?
- proteger contra que fatores?
- o que fazer para proteger?

O cultivo protegido, no caso das hortaliças como um exemplo, tem por objetivo produzir em épocas ou locais, onde as condições climáticas, principalmente baixas temperaturas e chuvas, são desfavoráveis às plantas.

No manejo, para evitar as baixas temperaturas, as casas de vegetação têm a função estufa, ou seja, a temperatura interna mais elevada do que a externa. É por isso que é comum o uso da expressão “plantio em estufa”, que se diga de passagem não é muito adequada.

Por outro lado, a casa de vegetação terá função de guarda-chuva, quando o objetivo é proteger as plantas contra as chuvas.

Assim é que, nas Regiões Sul e Sudeste, as casas de vegetação, no inverno, têm função estufa e, no verão, função guarda-chuva. Nas demais regiões do Brasil, as casas de vegetação para o cultivo de hortaliças têm função guarda-chuva.

Para se alcançar tais objetivos, a escolha de modelo e a definição das dimensões (largura, comprimento e altura do pé-direito), do tipo do filme ou da tela devem-se basear nas condições climáticas do local e nas exigências das espécies a serem cultivadas.

A má-definição desses parâmetros pode propiciar condições contrárias às desejadas. Assim, é comum observar a temperatura interna das casas de vegetação alcançar índices muito acima do desejado, influenciando negativamente no desenvolvimento das plantas e provocando estiolamento, fototropismo, má-floração, abortamento das flores, má-frutificação, frutos deformados, deficiências nutricionais ou até a salinização do solo.

Outros fatores climáticos que influenciam o microclima interno da casa de vegetação são: a direção e a velocidade dos ventos e a incidência da radiação solar. Para minimizar esses problemas, é necessário fazer a escolha adequada do local e da posição do eixo longitudinal da casa de vegetação.

A poeira que se acumula sobre o filme de plástico influi na transmissão da radiação solar e na intensidade luminosa, afetando negativamente no desenvolvimento das plantas. Esse problema pode ser resolvido com a lavagem ou substituição do filme.

A escolha dos artifícios depende do estudo das condições locais, o que permite dizer que “cada caso é um caso” na forma de fazer a proteção.

No cultivo protegido, também pode-se economizar insumos como fertilizantes, água, energia e agrotóxicos, manejando adequadamente o ambiente e as plantas. Ao trabalhar em um ambiente mais agradável, o operário também apresenta maior produtividade.

Sistemas de produção em cultivo protegido

De modo geral, os fatores adversos que podem influir no cultivo das hortaliças são as baixas temperaturas, chuvas e ocorrência de pragas e doenças.

Para esses problemas recorre-se ao cultivo em casas de vegetação com teto, laterais, frente e fundo de filme de plástico, inadequadamente conhecido como “plantio em estufa de plástico”

Quando plantado no solo, este serve para fixação da planta e de fonte de água e nutrientes.

O plantio sem solo pode ser feito com ou sem substrato.

No cultivo sem solo e com substrato, este é colocado em contentores de diferentes formas e tamanhos, onde são também plantadas as mudas.

No cultivo sem solo e sem substrato, as plantas são colocadas nos contentores da água ou da solução nutritiva. Estes contentores podem ser canais, calhas, tubos ou piscina. Sobre estes contentores colocam-se placas de isopor ou filme plástico com furos, onde serão colocadas as mudas. Os furos devem ser feitos no espaçamento adequado para a espécie a ser cultivada.

A hidroponia é um sistema de cultivo em ambiente protegido.

Implantação das culturas nas casas de vegetação

1. CULTIVO NO SOLO

- a) Devido ao uso intensivo do solo, verificar se há necessidade de descompactação, dessalinização ou de desinfecção;
- b) qualquer que seja a cultura a ser implantada, o preparo do solo deve ser feito com aração, gradagem e construção de canteiros;
- c) fazer a correção da fertilidade com base na análise do solo. A distribuição do corretivo, da matéria orgânica e de fertilizantes deve ser feita a lanço e incorporada;
- d) qualquer que seja a espécie a ser cultivada, a implantação deve ser por transplantio de mudas; o espaçamento entrelinhas e na linha também deve ser de acordo com a espécie a ser cultivada;
- e) irrigação recomendável é a localizada (gotejamento), com possibilidade para fertirrigação;
- f) para as espécies que necessitam de tutoramento, fazê-lo na vertical;
- g) mesmo na casa de vegetação, pode-se fazer, com vantagens, a cobertura do solo com filme plástico preto ou de dupla face;
- h) o manejo das pragas deve ser feito com monitoramento constante das plantas;
- l) o manejo do solo para reduzir riscos de compactação, salinização e infecção.

2. CULTIVO SEM SOLO COM SUBSTRATO

No cultivo por este sistema, os principais pontos a serem observados são:

- qualidade do substrato;
- quantidade do substrato;
- forma e capacidade dos contentores do substrato.

O substrato pode ser inerte ou enriquecido. O substrato enriquecido pode ser adquirido ou preparado na propriedade. Neste caso, faz-se uma mistura de uma porção de esterco de gado, composto ou húmus com duas porções de terra. Para que esta mistura mantenha uma boa estrutura, adiciona-se casca de arroz carbonizada na proporção de 20% a 30% do volume. É recomendável também a adição de 2,0 a 2,5kg de um adubo fosfatado por metro cúbico da mistura.

Esse substrato deve ter boa porosidade, alta capacidade de retenção de umidade, baixa densidade, não estar contaminado com sementes ou outros organismos, ser de baixo custo, permitir desinfecção, reciclagem ou reutilização.

O substrato é colocado em contentores de diversas formas e tamanhos, como canais, calhas, tubos, vasos, sacos plásticos e devem ter dimensões adequadas de acordo com o tipo e volume do sistema radicular da planta a ser cultivada.

No caso de utilizar um substrato inerte, o fornecimento de água e de nutrientes é feito por irrigação e fertirrigação ou pela aplicação de solução nutritiva. Este caso confunde-se com o sistema da hidroponia.

O plantio e a condução da cultura são semelhantes aos de outros sistemas de produção. O homem pode ter mais controle do ambiente e programar melhor as atividades, com maior racionalidade na utilização dos fatores de produção.

3. HIDROPONIA

A hidroponia consiste em cultivar plantas sem solo, em ambiente protegido, onde o fornecimento de água e de nutrientes é feito através da circulação de uma solução nutritiva completa.

A solução nutritiva é forçada a circular de um reservatório para os contentores, onde estão as plantas, para manter suas raízes constantemente molhadas.

De modo geral, a hidroponia é feita sem substrato, mas pode ser conduzida com ele e, neste caso, o substrato deve ser completamente inerte, para não intervir na composição da solução nutritiva.

Os contentores das plantas podem ser canais ou sulcos no solo e revestidos, para não haver infiltração da solução nutritiva, ou calhas, tubos, piscinas ou montados em bancada.

Quando a solução nutritiva é bombeada do reservatório para os contentores e não retorna ao reservatório, o sistema é chamado aberto. Quando a solução nutritiva é bombeada para os contentores e após circular entre as raízes das plantas retorna para o reservatório, o sistema é chamado fechado.

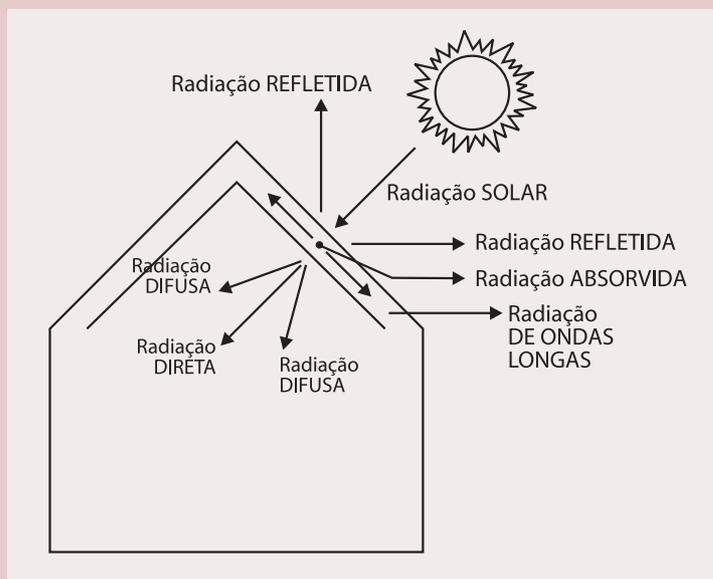
Em geral, a condução das plantas cultivadas pelo sistema de hidroponia é bastante semelhante aos outros sistemas.

Balço de radiação no interior da casa de vegetação

A radiação solar ao atingir o telhado da casa de vegetação sofre vários desvios, conforme indicado pelas setas da Figura 2:

- aproximadamente, 30 % da radiação solar direta é refletida pelo plástico que cobre a casa de vegetação na forma de radiação de ondas curtas;
- da radiação transmitida na direção do interior da casa de vegetação, aproximadamente entre 5% e 30% (dependendo do material utilizado na cobertura) são absorvidos pela cobertura da estufa na forma de ondas curtas, convertendo-as, posteriormente, em ondas longas e transmitindo-as para o interior da casa de vegetação, constituindo a chamada **radiação difusa**;

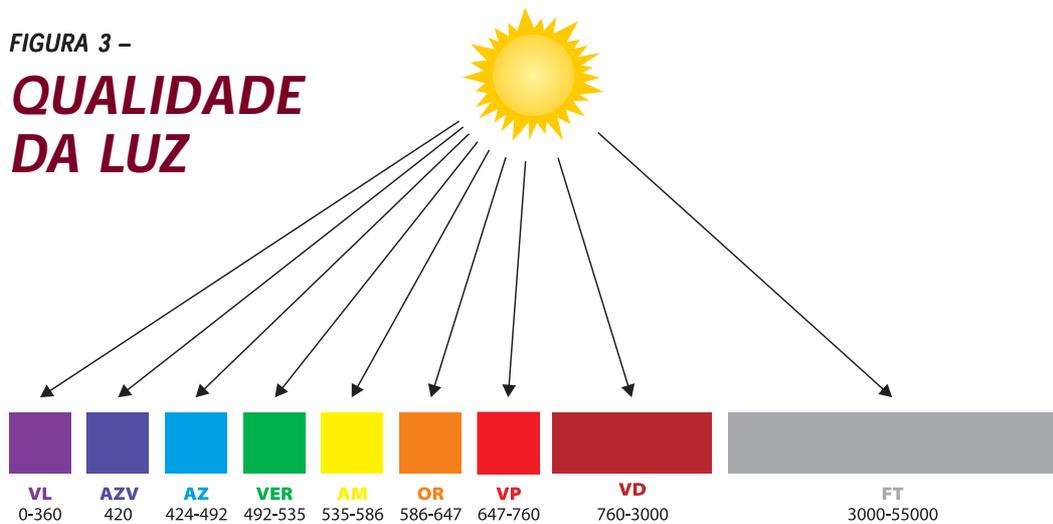
FIGURA 2 – Balço de radiação no interior da casa de vegetação



- outra parte da radiação solar, que penetra na estufa na forma de radiação de ondas curtas, é conhecida como **radiação direta**;
- a soma da radiação solar direta mais a radiação solar difusa constitui a **radiação global**;
- a radiação global de dentro da estufa tem porções utilizadas no processo de aquecimento de solo, constituindo a **componente de solo**;
- parte deste componente de solo é refletida na forma de ondas longas para o interior da estufa, constituindo a componente do **calor sensível**, utilizado no processo de aquecimento interno da estufa e das plantas;
- outra parte da radiação global (mais de 90%) é utilizada no processo da evaporação das águas do solo da estufa e das águas transpiradas da superfície das folhas das plantas (evapotranspiração), constituindo a componente de **calor latente**;
- o vapor d'água do interior da casa de vegetação, em contato com a face interna do material de cobertura desta estufa, é resfriado e condensa, voltando ao estado líquido, liberando calor;
- todo o calor gerado durante as horas mais quentes do dia, durante a noite, quando em contato com a face interna do material de cobertura, que geralmente tem diferencial de temperatura maior do que a sua face externa, é transmitido para o exterior por condução;
- os percentuais de radiação envolvidos no balanço de radiação interna de uma casa de vegetação ocorrem em função de uma série de fatores, entre os quais destaca-se o tipo de material utilizado na cobertura, o modelo, altura do pé-direito, o tipo de efeito utilizado (estufa ou guarda-chuva), o formato do telhado, a orientação cardeal da montagem (direção da estufa em relação aos pontos cardeais), vento (velocidade e direção), estação sazonal do ano, do tipo de cultura olerícola e do uso ou não de quebra-vento.

FIGURA 3 –

QUALIDADE DA LUZ



A onda eletromagnética é dotada de características quantitativas e qualitativas. Define-se como características quantitativas o total do fluxo luminoso e energético contido em toda a extensão da onda eletromagnética, independentemente da faixa de onda. Características qualitativas são aquelas existentes tanto com relação ao fluxo luminoso quanto ao valor energético distribuído por faixas de onda.

Quantitativamente, uma onda eletromagnética tem um fluxo energético de $2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}$ no topo da atmosfera terrestre, conhecida como constante solar.

Qualitativamente, a onda eletromagnética é caracterizada em função das qualidades inerentes a cada faixa de onda. Observa-se, pela Figura 3 que a faixa de onda entre 0 e 360 nm é a faixa da radiação ultravioleta, inefetiva ao processo fotossintético da planta; a faixa de 360 a 390 nm é dominado pelo violeta, utilizável na

destruição de alguns tipos de fungos; a faixa de 420 a 490 nm é a do azul, área de intenso fototropismo e de fotossíntese; entre 490 e 535 nm domina a faixa do verde, totalmente inefetivo no processo de fotossíntese; entre 535 e 586 nm é a faixa do amarelo, área de reação fotoperiódica (incremento na germinação de sementes); de 586 a 647 nm é a faixa do laranja, incremento de 25% no processo de fotossíntese; de 647 a 760 nm encontra-se a faixa do vermelho, incremento de até 90% no processo de germinação de sementes e pique de eficiência relativa de fotossíntese de 75%; entre 760 a 810 nm é a faixa do infravermelho, faixa de temperaturas que prejudicam a germinação das sementes. A radiação entre 0 e 3.500 nm é a chamada radiação de ondas curtas. A radiação entre 360 e 760 nm é conhecida como radiação fotossinteticamente ativa (RFA), onde o fluxo luminoso é conhecido como luz do visível.

Casas de vegetação

O instrumento de proteção ambiental para produção de plantas como hortaliças, flores ou outros produtos congêneres é a casa de vegetação (*greenhouse*), que, por definição, é a estrutura construída a partir de diversos materiais como madeiras, concreto, ferro doce, ferro galvanizado, duralumínio etc., cobertos com materiais transparentes que permitam a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento das plantas.

A utilização desta estrutura pode ser de caráter parcial, como, por exemplo, só a cobertura, ao que se dá o nome de **guarda-chuva**, ou, então, de todo o potencial que a estrutura oferece para proteção das plantas contra a presença de parâmetros meteorológicos, como a precipitação e as cortinas laterais para geração e aprisionamento do calor. Neste caso, utiliza-se o **efeito estufa** desta estrutura, sendo esta a justificativa, em nível nacional, para o termo estufa, mesmo quando restrita à proteção das culturas ou ao efeito guarda-chuva da estrutura.

As casas de vegetação podem ser classificadas, com relação ao controle dos parâmetros meteorológicos, em **climatizadas**, **semiclimatizadas** e **não-climatizadas**. As **climatizadas** são aquelas que possuem mecanismos elétricos, eletrônicos e mecânicos de acionamento automático para controle de temperatura, umidade relativa e luz e fazem uso de energia transformada em suas atividades normais. Seu emprego depende de uma exploração economicamente rentável e elevada e este tipo de estufa para produção de hortaliças é, até a presente fase de nosso desenvolvimento econômico, inviável sendo sua utilização restrita a instituições de pesquisas ou a países de economia extremamente estável, como o Japão por exemplo.

As **semiclimatizadas** são estufas dotadas de certo grau de automação, quanto ao controle de temperatura, umidade e luz, também inviáveis, economicamente, para produção comercial de hortaliças.

As **não-climatizadas** são as que reúnem viabilidade econômica e podem ser utilizadas em processo de exploração comercial para produção de

hortaliças e flores; não possui nenhum tipo de equipamento que utilize energia transformada está condicionada à aplicação de transformação de fatores físicos da própria natureza do ambiente.

Com relação ao formato das estruturas, elas são classificadas em diferentes modelos, sendo descritos a seguir aqueles mais utilizados no país:

1. Modelo Capela
2. Modelo Teto em Arco
3. Modelo Londrina, de Uma Só Água ou Lean-to
4. Modelo Dente-de-serra
5. Modelo Túnel Forçado
6. Modelo Túnel Alto
7. Modelo de Convecção Forçado



Casa de vegetação modelo DENTE-DE-SERRA



Casa de vegetação modelo CAPELA



Casa de vegetação modelo TÚNEL FORÇADO



Casa de vegetação modelo TETO EM ARCO



Casa de vegetação modelo TÚNEL ALTO



Casa de vegetação modelo LONDRINA



Casa de vegetação modelo TETO CONVECTIVO

Uso da irrigação em ambientes protegidos: cuidados e atenções

ROBERTO TESTEZLAF

ENGENHEIRO AGRÍCOLA, Ph.D. EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, PROFESSOR TITULAR DA FEAGRI/UNICAMP
CP 6011, CEP 13083-970, CAMPINAS SP - FONE: (019) 3788-1024, FAX: (019) 3788-1010 - EMAIL: bob@agr.unicamp.br

A prática da agricultura em ambientes protegidos ou fechados tornou-se uma alternativa de produção de fácil aceitação pelos agricultores, por demonstrar principalmente viabilidade econômica, garantia de colheita, produtos de boa qualidade, uso racional de pequenas áreas, baixa demanda hídrica, melhor colocação do produto no mercado, entre outras vantagens.

As plantas dentro de ambientes fechados beneficiam-se das condições ideais oferecidas por esse tipo de ambiente, para ter um melhor desenvolvimento e maior produção. Com isso, a aplicação de água e fertilizantes torna-se um fator determinante para que o produtor obtenha sucesso em seu empreendimento. Se culturas que são exploradas em campo aberto e estão sujeitas a chuvas necessitam de irrigação de forma complementar, é óbvio que culturas exploradas nestes tipos de ambientes vão exigir o uso obrigatório da irrigação. Plantas cultivadas em ambientes fechados estão em um estado muito delicado e dessa forma a margem de lucro pode ser rapidamente perdida, se operações de manejo forem mal realizadas. A mão-de-obra utilizada em sistemas de irrigação com operação manual e a mortandade de plantas, por excesso ou falta d'água, podem-se transformar em custo elevado para o agricultor. O sucesso na utilização de um sistema de irrigação para ambientes fechados, que tenha durabilidade e confiabilidade, depende não só da qualidade do projeto, mas também do manejo apropriado das operações de irrigação.

Sendo a irrigação uma atividade obrigatória e intensiva em ambientes protegidos e quase sempre acontecendo diariamente, é necessário que o agricultor tenha algumas precauções no planejamento do uso da técnica e cuidados durante a sua operação, para que o retorno financeiro esperado seja alcançado com sucesso. Neste texto serão abordados alguns aspectos considerados importantes na irrigação realizada em ambientes protegidos, os quais devem ser uma preocupação para aqueles que desejam explorar esse tipo de atividade agrícola.

Uso e manejo da água de irrigação

Pode-se definir manejo de irrigação como a arte de saber ligar o equipamento de irrigação no momento certo, evitando que a planta sofra por falta d'água, deixando-o em operação por um tempo suficiente que não prejudique a cultura com excesso de água. Pode-se dizer que manejo correto de irrigação é colocar a quantidade de água requerida pela planta no momento em que ela precisa.

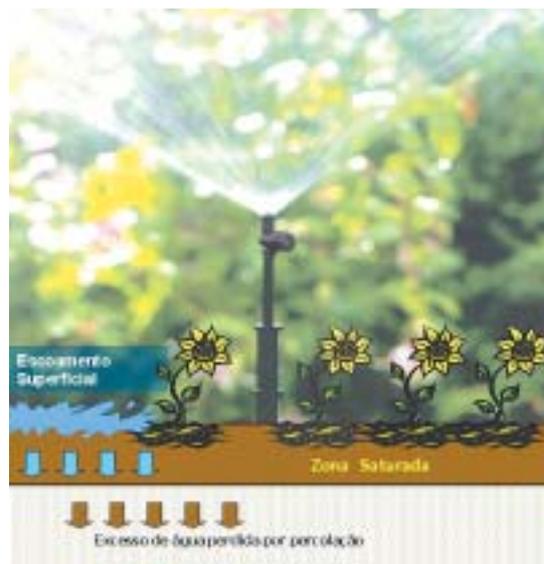


FIGURA 1 – Esquema de perdas de água que ocorrem no processo de irrigação

Uma instalação típica de floricultura em estufas utiliza aproximadamente 4 mil m³ de água por hectare¹, por ano, enquanto a produção de hortaliças usa quase o dobro disso, ou seja, entre 7 mil e 8 mil m³ de água por hectare, por ano. As perdas de água devido à drenagem ou lixiviação podem significar de 10% até 40% do total de água aplicada, a depender do tipo de sistema de irrigação utilizado.

A Figura 1 mostra um esquema representativo das principais perdas de água que podem ocorrer na irrigação de ambientes fechados. O excesso de água aplicado pela irrigação deixa a zona radicular saturada, prejudicando o crescimento das plantas sensíveis à falta de aeração. E, com isso, o volume excedente se perde por percolação carregando consigo os nutrientes aplicados. Quando a precipitação dos emissores ultrapassa a capacidade de infiltração do solo, acontece o escoamento superficial e, conseqüentemente, a saturação da superfície do solo e o aparecimento de algas e líquens.

Existem opções tecnológicas para se reduzir ou otimizar o consumo de água dentro de estufas. A melhor delas seria utilizar um manejo de irrigação sensível aos requerimentos de água da cultura, mas isto seria inútil se o agricultor não contar com um sistema de irrigação bem projetado e com uma aplicação precisa da água.

Por exemplo, um controle automático de irrigação por microprocessadores na irrigação por gotejamento pode reduzir substancialmente a aplicação excessiva de água e a lixiviação que possa ocorrer. A Figura 2 mostra uma válvula hidráulica acionada por válvula solenóide, que é ligada eletricamente a um controlador. Existe também a possibilidade de realizar o manejo com base em parâmetros climáticos medidos por estações meteorológicas, instalados dentro das estufas, ou pela evaporação diária que ocorre em tanques construídos para esse fim. O custo adicional desses sistemas é, na maioria das vezes, compensado pela economia de mão-de-obra, pela melhor definição da frequência de irrigação e pela melhoria da eficiência do uso da água.

“Não adianta o agricultor possuir um equipamento de irrigação com tecnologias avançadas, se ele não souber ligar e desligar o sistema na hora certa”

FOTO ROBERTO TESTEZLAF



FIGURA 2 – Válvula automática que permite o controle para diferentes setores na estufa

Algumas dessas perdas podem ser reduzidas através da instalação de um sistema de coleta de águas escoadas ou percoladas no processo, que, posteriormente, recircularão de volta ao sistema. Um dos problemas na adoção desta técnica de reaproveitamento de águas é que agentes patogênicos e/ou produtos químicos também poderão recircular pelo sistema, trazendo prejuízos à cultura. Nesse caso, o tratamento da água a ser reutilizada poderá ser uma solução. A viabilidade do uso desses sistemas de reciclagem deve ser avaliada em função de controlar a água lixiviada, aumentar a eficiência da adubação e melhorar o planejamento total do manejo da água. Dessa forma, o monitoramento da qualidade de água deve ser mais cuidadoso.

No caso de propriedades com baixa disponibilidade hídrica ou com necessidade de redução da demanda de águas superficiais ou subterrâneas, é possível usar a água de chuva como uma fonte alternativa para irrigação de suas estufas. Para isso, é necessário um reservatório com capacidade de armazenar chuvas intensas, características da região aonde está localizada a propriedade.

Devido à criação de leis ambientais com sérias punições, o agricultor não deve planejar a utilização de nenhuma fonte de água para irrigação, se não tiver o direito legal de retirar o volume de água necessário para o cultivo. É preciso entrar em contato com a empresa ambiental do Estado e procurar informações de como obter o direito de outorga da água.

¹ 4.000 m³/ha/ano significa 400 L/m²/ano ou 400 mm/ano

Problemas ambientais de contaminação

Como em cultivo protegido a existência de perdas de água pode ser significativa, assim também pode ocorrer a contaminação do meio ambiente. Para determinar se existem problemas de contaminação através da água proveniente do escoamento superficial ou de lixiviação, avaliações temporárias devem ser realizadas. Análises laboratoriais de amostras coletadas das soluções lixiviadas e da água drenada de chuvas da área devem ser comparadas com a lista dos produtos químicos utilizados na produção. A Resolução Conama no 20/1986 modificada pela Resolução no 274/2000, pode servir como padrão para determinar se as concentrações de contaminantes presentes na água de escoamento podem estar acima do limite permitido com potencial para criar algum tipo de problema ambiental. Essa Resolução dispõe sobre os limites estabelecidos da presença de diferentes contaminantes nas águas destinadas ao consumo humano, uso na agricultura, lazer e recreação (Conama, 2002). Devem-se tomar as providências cabíveis para se eliminar a presença destes contaminantes, se algum problema sério for detectado.

Uma das possíveis formas de contaminação é o uso da quimigação (Fig. 3), que é definida como o processo de injeção de produtos químicos através da água de irrigação. Esta técnica representa um risco elevado para as fontes de água, devido ao seu alto potencial de contaminação no caso de operações incorretas ou de falhas no seu funcionamento ou do sistema de irrigação, fazendo com que o líquido que deveria ser injetado pelo sistema retorne a sua fonte. Para evitar qualquer possibilidade de contaminação pelo uso de quimigação, sistemas de prevenção de retorno de



FIGURA 3 – Sistema de fertirrigação com bomba injetora tipo pistão

“Pesticidas, herbicidas, fungicidas e inseticidas não podem ser aplicados através da irrigação a não ser que o fabricante tenha a aprovação dos organismos oficiais para este tipo de aplicação”

água devem ser utilizados no sistema de bombeamento, como por exemplo: válvulas de retenção.

A utilização de técnicas para redução do consumo de água pelo sistema de produção é uma das formas para diminuir a produção de produtos lixiviados ou escoados e de evitar o contato desses materiais com as fontes de água da propriedade. Se forem usados pisos de concreto ou qualquer outro material impermeável (Fig. 4) na estufa, será necessário utilizar um sistema de coleta da solução percolada e armazená-la em um reservatório específico. A água proveniente das calhas de drenagem das coberturas deve ser armazenada em separado evitando a contaminação por combustíveis, fertilizantes e outros produtos químicos (pesticidas, fungicidas etc.). As fontes de contaminação primária mais importantes são os sólidos, pesticidas, nitratos, amônia e fósforo.

FOTOS ROBERTO TESTEZLAF



FIGURA 4 – Utilização de mantas de impermeabilização em cultivo em vasos, para evitar a percolação de água com produtos químicos

A contaminação do lençol freático pode ocorrer por percolação, particularmente quando a estufa está localizada sobre solos permeáveis. A maior preocupação é com os riscos causados à saúde humana principalmente no que se refere à presença de pesticidas e de nitratos na água potável. A contaminação do lençol freático por operação de estufas é inaceitável. O produtor

pode evitar esta contaminação selecionando criteriosamente um local que contenha solos impermeáveis. Quando uma análise textural do solo indicar que o conteúdo médio de argila excede 15%, é possível afirmar que existem condições iniciais para utilizar este solo, evitando-se a contaminação do lençol freático. Tecnicamente, para assegurar que não vai ocorrer contaminação do lençol, o solo deve ser impermeável (argilas homogêneas e compactadas).

A adoção de técnicas de manejo de irrigação e de sistemas que minimizam a produção da solução lixiviada pode reduzir os riscos de contaminação do lençol. A reciclagem do produto lixiviado e percolado do sistema pode ser uma alternativa tecnológica para a solução desse problema. A redução efetiva do volume lixiviado pode ser atingida com os seguintes procedimentos: aplicação da água de forma precisa e correta (duração e volume), escolha correta do substrato e aplicação dos fertilizantes em função da demanda da cultura. O acompanhamento do pH e da condutividade elétrica da água de irrigação e da solução do solo possibilita a indicação da disponibilidade de nutrientes à planta.

"A questão ambiental não pode ser esquecida ou negligenciada pelo agricultor, pois pode implicar em um custo elevado no balanço final"

Equipamentos de Irrigação

A determinação da quantidade de água a ser aplicada pela irrigação depende dos requerimentos de água das culturas a serem exploradas dentro dos ambientes protegidos. Se diferentes culturas forem rotacionadas dentro de um ambiente, ou se múltiplas culturas forem exploradas simultaneamente, o sistema de irrigação deve ser projetado para atender às necessidades hídricas de cada planta ou de uma cultura em diferentes estádios de desenvolvimento.

Vários tipos de equipamentos de distribuição de água estão disponíveis no mercado, contudo sempre haverá um equipamento ótimo para cada situação. Por exemplo, para o cultivo de vasos pendurados, o sistema de gotejamento com um sistema de auto-compensação e baixa suscetibilidade ao entupimento sempre trará excelentes resultados. Plantas cultivadas em canteiros poder-se-ão beneficiar da irrigação por microspray (Fig. 5), aspersão convencional, irrigação por gotejamento e outros.



FIGURA 5 – Utilização de irrigação por gotejamento em vasos cultivados em mesa

Plantas cultivadas em mesa que utilizam de substratos adequados nos vasos podem fazer uso de sistemas de mantas com ascensão capilar. A criação de um meio saturado em mantas sintéticas ou naturais sobre a mesa permite que a água movimente-se para o recipiente acima por ascensão capilar (Fig. 6).



FIGURA 6 – Sistema de irrigação por gotejamento alimentando mantas de ascensão capilares

Em muitas estufas aonde se faz propagação de mudas por enraizamento ou estaqueamento, tem-se usado com sucesso o sistema de nebulização (Fig. 7). Este sistema mantém a umidade relativa próxima de 100% e permite o resfriamento evaporativo do ambiente e das culturas.

Custos dos sistemas de irrigação

O Quadro 1 apresenta os custos comparativos médios entre sistemas de irrigação utilizados em ambientes fechados. São apresentados somente os custos iniciais de investimento.



FIGURA 7 – O uso da nebulização favorece a propagação de mudas por enraizamento ou estaqueamento

Entretanto, é preciso saber que os sistemas possuem também diferentes custos anuais de operação e de manutenção, em função exatamente de suas características. Na prática, os custos reais de investimento poder-se-ão diferir dos valores médios aqui apresentados, em função da área a ser irrigada e dos valores locais de equipamentos e de acessórios.

A opção por sistemas de irrigação muito caros e que trazem o potencial para automação do manejo não é garantia de sucesso econômico no empreendimento. O planejamento do uso desses sistemas deve ser muito bem realizado, principalmente na escolha do tipo de cultura que será explorado e dos riscos de obter o retorno financeiro esperado dentro do investimento. Não se pode esquecer que quanto maior a complexidade desses sistemas maior será a dependência por mão-de-obra especializada e treinada no uso deles, em sua assistência técnica e na importação de peças de reposição.

Culturas	Sistema de irrigação	Custos iniciais
Flores (vasos)	Gotejamento	R\$ 32,00/m ²
Flores (canteiros)	Microaspersão	R\$ 15,00/m ²
Viveiros	Nebulização	R\$ 64,00/m ²

QUADRO 1 – Custos iniciais de investimento de sistemas de irrigação utilizados em ambientes fechados

Eficiência de aplicação

Um estudo realizado pela Universidade da Florida (NEAL et al., 1995) comparou, experimentalmente, a utilização dos métodos de irrigação por gotejamento, mantas capilares, aspersão e mesas inundadas, no cultivo de plantas em vasos. A Figura 8 mostra os valores de eficiência

de aplicação obtidos nesse experimento. Um valor elevado da eficiência indica que pouca água foi desperdiçada, enquanto um baixo valor mostra que o volume excessivo de água foi perdido através da zona radicular, lavando e carregando os nutrientes para fora do sistema.

Como se pode observar, a aspersão foi o método que apresentou a menor eficiência, principalmente em razão do espaçamento adotado entre os vasos, da superposição de lâminas dos sprays, da restrição da folhagem das plantas à penetração da água nos vasos e da percolação da água através deles. Já o sistema de mesas inundadas utilizou um método de coleta da água percolada de forma que podia reaproveitá-la nas irrigações seguintes, apresentando, com isso, a maior eficiência (78%). Por outro lado, tanto a irrigação por gotejamento como a irrigação por mantas apresentaram uma eficiência próxima de 50%. Isto significa que 50% da água foi perdida e não esteve disponível à planta.

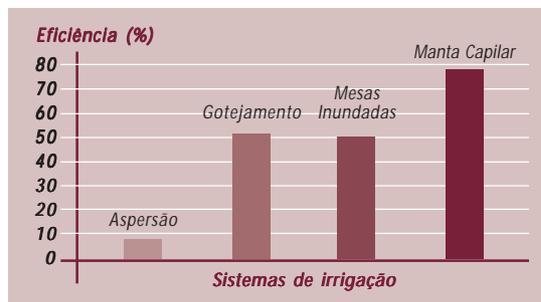


FIGURA 8 – Eficiência nos sistemas de irrigação utilizados em cultivos em vasos

Esse experimento comprova que, apesar das propagandas de alguns fabricantes de equipamentos de irrigação, somente o sistema de irrigação não é garantia de boas eficiências e de lucratividade para o agricultor. É preciso conhecimento e aplicação de tecnologias, para que uma atividade tão intensiva como o cultivo protegido ofereça o sucesso econômico pretendido pelo produtor. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução no 20, 18 de junho de 1986. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.html>. Acesso em 4 de março de 2002.
- CLARK, G.A., C.D. STANLEY, e A.G. SMAJSTRLA. 1988. Microirrigation on Mulched Bed Systems: Components, System Capacities, and Management. Univ. of Fla., IFAS Bul. 245 Gainesville. 19 p.
- CLARK, G.A., B. K. HARBAUGH, e C.D. STANLEY. 1994. Irrigation of container and field grown ornamentals: systems and management guidelines. Univ. of Fla., IFAS Circular 808. Gainesville.
- NEAL, C. A., R. W. HENLEY, e F.S. ZAZUETA. 1995. Energy efficiency and water use of four greenhouse irrigation systems. Extension fact sheet (EES-118), IFAS, University of Florida, Gainesville, FL. 32611.
- TESTEZLAF, R. Irrigação em Ambientes Protegidos. In: Encontro de Aplicação do Plástico na Agricultura, II, Campinas, 1997. Resumos. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 1997. 100p. p.19-31.

PRODUÇÃO DE MUDAS EM CULTIVO PROTEGIDO

viabiliza melhor o fluxo de matéria-prima para a indústria e a maior rentabilidade do uso da água

FOTO LEONARDO COSTA DA FONTE

Há pouco mais de três anos, os produtores de tomate para indústria de Patos de Minas (MG), na região do Alto Paranaíba, atingiam a média de 60 t/ha. Em 2001, esperavam colher entre 80 e 82 toneladas. O resultado superou a expectativa, ou seja, a produção média foi de 91 t/ha.

O tomate tem destino certo, a Unilever Bestfoods Brasil, indústria que opera na cidade desde o início da década de 90. Para o gerente de pesquisa da empresa, engenheiro agrônomo Leonardo Costa da Fonte, os bons resultados podem ser creditados ao incremento da tecnologia.

A primeira mudança a ter impacto mais significativo foi a adoção de novas variedades. “Testamos híbridos de Israel e da Europa, mas praticamente 100% das variedades que usamos vêm da Califórnia”, sintetiza Leonardo. Ele explica o motivo da importação. Enquanto o Brasil demora mais de cinco anos para lançar uma variedade, países com tradição em tomate conseguem lançar por ano uma centena no mercado. A chance de conseguir um material de melhor qualidade é conseqüentemente muito maior.

Outro aspecto que dinamizou a atividade foi a seleção de produtores. A Unilever trabalha hoje com produtores que se adaptaram ao cultivo de tomate. No geral, têm bom nível tecnológico e trabalham áreas grandes, média de 100 hectares plantados/produtor, com a produção mecanizada do plantio à colheita. Mas foi a utilização de mudas produzidas em cultivo protegido que trou-

xe vantagens adicionais para o sistema.

O grande limite para a introdução de variedades importadas – híbridos produzidos manualmente – é o preço. A semeadura direta, processo usado anteriormente, tornou-se arriscada. “Gastava-se muita semente com esse método, em torno de 300 a 500 g/ha, a um custo de 400 dólares”, informa Leonardo. “O risco era muito grande. Se errassem na irrigação, ou se caísse uma chuva pesada, perdia-se tudo.”

Com a muda produzida em cultivo protegido, dependendo 100% da irrigação, puderam reduzir a quantidade de sementes, passando a usar entre 120 e 150 g/ha. Houve ganhos também com a menor aplicação de defensivos, pois a muda produzida nesse sistema apresenta melhores condições fitossanitárias. Sem falar na economia de água. “No período de 30 dias que a muda passa no viveiro, a redução é muito grande. Se estivessem usando a semeadura direta, os produtores precisariam irrigar 100% da área praticamente todos os dias, pelo menos na primeira semana, fase de emergência da planta”, explica o gerente de pesquisa da Unilever.

Ele faz um cálculo rápido: durante uma semana, na fase de emergência da planta, cada pivô vai fazer no mínimo cinco irrigações, de 5mm cada uma. Para completar o primeiro mês, período em que a muda estaria no viveiro, seria necessário irrigar mais 10mm ou 15mm. A soma chega a 40mm de água, um exagero, quando comparados com o que se gasta no viveiro, em cultivo protegido.

Em Patos de Minas, a produção de mudas de tomate, 100% irrigada em cultivos protegidos, possibilitou redução na quantidade de sementes e defensivos, além de economizar água

Ele cita mais uma vantagem: mudas sadias possibilitam um *stand* mais uniforme, difícil de obter com a semeadura direta. Segundo Leonardo da Fonte, as mudas produzidas em Patos de Minas são bastante competitivas, quando comparadas com as de outros países. Ele destaca que a grande contribuição das mudas foi viabilizar o uso do híbrido e que, só por isso, já justificaria a sua adoção.

A muda em cultivo protegido também colaborou para que a indústria organizasse um cronograma de plantio e de colheita, otimizando a absorção de tomate pela fábrica. Com a temperatura controlada das estufas, pode-se uniformizar mais a sequência de plantio e o processo industrial.

Para manter o controle de todo o sistema, a empresa coordena a produção de mudas entregues aos produtores como insumo. “Nós compramos do viveirista e repassamos para o produtor”, explica Leonardo. Ele conta que, no início, a Unilever deu um grande apoio aos viveiristas, financiando parte dos custos de implantação das estufas.

São quatro viveiros na região, o suficiente para atender à demanda. Têm infra-estruturas diferentes, mas usam basicamente a mesma tecnologia. Os três maiores produtores de tomate industrial – Décio Bruxel, Airton Magni e Inácio Carlos Urban – todos com áreas acima de 200 hectares plantados, mantêm seus próprios viveiros. Na Agrotécnica Patense (Valoriza), Paulo Roberto Caixeta Nascente e Israel Rosalin fazem mudas para os outros produtores.

Os números justificam o controle por parte da indústria. Com um *stand* de 30 mil mudas por hectare e uma área de 3.200 hectares, a empresa precisa de pelo menos 96 milhões de mudas, escalonando a semeadura no viveiro e o transplântio. E deve estar preparada para emergências. Se, por exemplo, um produtor não consegue preparar a sua área, por causa de chuvas fortes, as mudas têm que ser transferidas para outro produtor que esteja com a terra preparada ou mesmo para uma área reserva. “O viveiro, em cultivos protegidos, nos permite coordenar isso sem erros”, explica Leonardo da Fonte.

E ele aponta a vantagem final do uso de mudas produzidas em cultivo protegido. Antes, com a semeadura direta, o plantio ia de março ao final de maio. Com as mudas, puderam ampliar o ciclo em cerca de 30 dias. Agora plantam no início de fevereiro, sem os riscos do excesso de chuva dessa época, até meados de junho. E fazem a colheita no período seco do Cerrado, de junho a setembro e parte de outubro.

“A estrutura industrial não pode trabalhar com capacidade ociosa. É preciso planejar a safra e organizar o plantio, para que os produto-

res entreguem o tomate na semana exata que a indústria precisa do produto, de acordo com a capacidade de processamento da fábrica”, pondera Leonardo.

Na linha do gotejamento

O Brasil é um dos poucos países onde a irrigação por aspersão com pivô central é dominante na cultura do tomate. No início da década de 90, logo que se instalou em Patos de Minas, a empresa começou a pesquisar o gotejo para as condições da região. A tendência mundial do tomate para indústria é usar irrigação por sulco ou gotejamento. São sistemas capazes de criar um microclima mais adequado para a cultura, favorecendo o controle de doenças.

Os primeiros resultados com gotejamento, já em 1994, foram animadores. Em áreas cultivadas experimentalmente conseguiram produzir de 130 a 140 t/ha. Na época, a produção comercial, em áreas com irrigação por aspersão, com pivô central, não passava de 70 t/ha. O potencial de aumento da produtividade era muito alto e precisavam refinar os trabalhos comparando melhor os sistemas de irrigação. O estado fitossanitário da cultura também agradou a direção da empresa. “Tínhamos uma incidência muito menor de doenças e, conseqüentemente, a possibilidade de reduzir em cerca de 50% o uso de defensivos – de inseticidas e principalmente de fungicidas”, conta Leonardo da Fonte.

Mas tinha um obstáculo: o custo de implantação do gotejo era praticamente o dobro do valor do pivô central. Como negócio, não fazia muito sentido para o produtor, e a empresa achou que não valia a pena investir em um processo tão caro.

Depois, redirecionou a linha de trabalho e começou a fomentar o gotejo entre os produtores, chegando a implantar o sistema em 300 hectares. Comprava o equipamento e o repassava ao produtor. O pagamento era em tomate. Mas o prazo previsto de dois anos foi insuficiente e a maioria dos produtores que aderiram ao projeto precisou de mais um ano para quitar o investimento.

“Na época, nós apenas substituímos o tipo de irrigação. As técnicas e os parâmetros utilizados eram basicamente os mesmos. E quando passamos para a escala comercial, foi necessário entrar com fertirrigação e um manejo de água mais adequado”, lembra Leonardo Costa da Fonte. Em um curto tempo, pouco mais de dois anos, eles conseguiram ajustar o sistema de produção de tomates por gotejamento. E, atualmente, conseguem produzir, em cultivos experimentais, de 160 a 170 t/ha. “Mas já tivemos caso de até 190 t/ha. Isso nos faz refletir muito, quando deparamos com resultados de trabalhos experimentais do Brasil,

onde os melhores tratamentos estão com produções da ordem de 90 t/ha”, observa Leonardo.

Os resultados são bons também nas áreas de produção comercial, chegando à faixa entre 130 e 140 t/ha. Para o gerente de pesquisa da Unilever, com o gotejamento e os ajustes nos espaçamentos pode-se obter em torno de 10 t/ha a mais do que nas áreas irrigadas por aspersão.

O próximo salto tecnológico

As inovações tecnológicas implantadas em Patos de Minas – uso de híbridos, mecanização do plantio e da colheita, redução do uso de defensivos – possibilitaram ganhos de produtividade e qualidade do tomate absorvido pela indústria. Leonardo da Fonte considera que a melhoria no manejo de água será a chave para o próximo salto tecnológico.

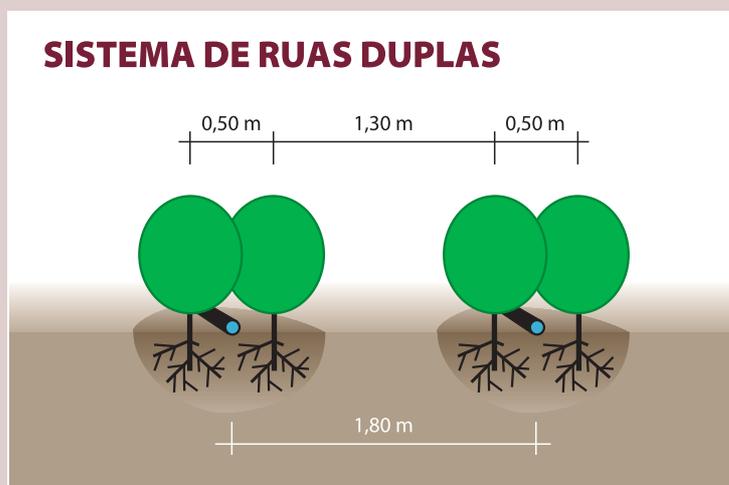
Ele lembra o início das pesquisas com gotejamento na região. Para abaixar o custo de aquisição do equipamento, a empresa começou a trabalhar com o **SISTEMA DE RUAS DUPLAS** – uma cinta gotejadora entre duas linhas de plantas. São 5.500m de cintas gotejadoras por hectare. Mas os técnicos constataram que era necessário ampliar o bulbo formado pela água para atingir o sistema radicular nas duas linhas. E isso exigia mais tempo de irrigação e maior quantidade de água (Fig. 1).

A partir deste ano, decidiram experimentar o **SISTEMA DE RUAS SIMPLES**, com um intervalo de 1,40m entrelinhas, ampliando o número de plantas por linha para manter o mesmo *stand*. O novo padrão de plantio possibilita uma irrigação localizada próxima à planta. São necessários 6 ou 7 mil metros de tubos por hectare, o que encarece o custo de implantação do sistema. Mas, com isso, evita-se a perda de água por percolação. Leonardo projeta uma economia de 25% em relação ao consumo atual (Fig. 2).

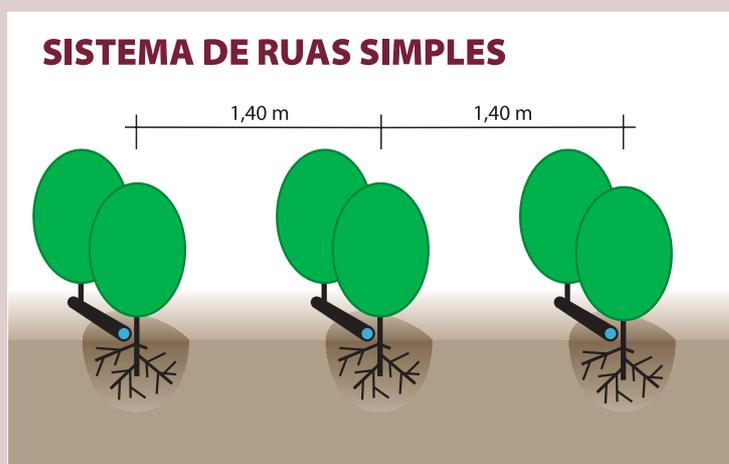
Uma das preocupações da empresa desde que começou a trabalhar com gotejamento era a necessidade de reduzir o uso de defensivos. Leonardo acredita que muita coisa ainda precisa ser feita nesse sentido e o caminho é a otimização do uso da água.

Sem grandes sofisticções, o produtor já consegue tecnificar um pouco mais o controle da água. Usando um tensiômetro e um tanque Classe A, produtores da região já conseguiram o intervalo de irrigação de sete para dez dias. Segundo Leonardo da Fonte, isso significa uma economia de três ou quatro irrigações durante o ciclo do tomate. E como as atividades são conjugadas, conseqüentemente serão três ou quatro pulverizações a menos.

Ele lembra que, no caso do tomate, a redução do uso de defensivos é importante para diminuir os riscos para a saúde dos produtores e para



- O bulbo a ser irrigado precisa ser maior;
- Perde-se muita água por percolação;
- Distância entre cintas gotejadoras: 1,80m.



- Irrigação mais localizada: bulbo menor
- Uma cinta para cada linha, com intervalos de 1,40m;
- Maior número de plantas na linha, para manter o mesmo *stand*: 30 mil/ha.

melhorar a qualidade do produto final. Se usar menor quantidade de água, o produtor vai reduzir a incidência de frutos mofados e aumentar o teor de açúcar do tomate (*brix*). Quanto maior o *brix* da matéria-prima, melhor para o produtor, que recebe prêmios, e melhor para a indústria, que melhora seu rendimento.

Leonardo Costa da Fonte acha necessário mais pesquisas também na parte de fertirrigação. Até agora, nas áreas experimentais da Unilever Bestfoods Brasil, em Patos de Minas, têm conseguido boa produtividade com fertilizantes básicos como ácido fosfórico, nitrato de amônia e cloreto de potássio. É que ele só considera viável o uso de fertilizantes caros em culturas de maior valor agregado. Segundo ele, no tomate para indústria isso é inviável. “Nossos dados são empíricos; mesmo assim, não conheço ninguém que tenha conseguido a produtividade que alcançamos aqui”, comenta. ■

MUDAS DE TOMATE EM CULTIVO PROTEGIDO a parceria que deu certo

FOTOS LEONARDOCOSTA DA FONTE



O manejo da irrigação é fundamental para o bom enraizamento das mudas

São 32 estufas – um total de 14 mil m², para produção de mudas de tomate. A Agrotécnica Patense, a Valoriza, atende a 20 produtores de tomate para indústria, que cobrem uma área de 1.500 hectares em Patos de Minas (MG). Em números redondos, são 13.824 milheiros a cada 25 dias. A sementeira começa em 15 de janeiro e vai até o fim de maio. Ao todo, são 69 milhões de mudas em cultivo protegido. O outro significativo ramo de negócios é o da produção de mudas de café, em tubetes, inclusive com a enxertia.

Quem fornece as sementes importadas, de híbridos de tomate, é a Unilever Bestfoods Brasil, com uma de suas unidades industriais de polpa de tomate, que absorve a matéria-prima de 3.200 hectares daque-

la região. O contrato do viveiro com a empresa foi assinado em 1999. É uma parceria que tem trazido bons resultados para todos os segmentos envolvidos. A sementeira obedece a uma linha de produção, com equipamento importado da Itália, que é um país com tradição neste cultivo. Um dos sócios do viveiro, o agrônomo Paulo Roberto Caixeta, fez questão de visitar e conhecer de perto este cultivo, antes de investir nele. Instalada em um ventilado galpão, junto às estufas, estão a manipulação e o controle dos mais importantes insumos. Trata-se de um trabalho em que os princípios de qualidade total devem ser observados com o máximo rigor. As bandejas de isopor previamente higienizadas e isentas de contaminações, entram nessa linha de montagem de forma mecanizada, uma em seguida da outra, recebendo o substrato, a semente, a cobertura e a primeira irrigação, copiosa, para serem empilhadas, manualmente, no mesmo galpão, por um período médio de três dias, para a pré-germinação. Só aí são levadas para as estufas.

Dez dias após esse plantio, a germinação está concretizada. A irrigação, nesse período, é feita normalmente de hora em hora, por microaspersão. Em dias quentes, faz-se uma reposição a cada meia hora. O intervalo de irrigação aumenta gradativamente depois da germinação, visando ao fortalecimento das raízes. No 20º dia, o corte é radical e a água volta a ser aplicada cinco dias depois, já preparando a muda para o transplântio. Um trilho foi montado nos corredores das estufas, por onde desliza um carrinho adaptado pelos próprios empreendedores para fertirrigação, adubação foliar e pulverização com defensivos.

Nesta atividade, a água é fundamental. A propriedade tem uma pequena nascente e um poço artesiano, insuficientes para atender à demanda. O problema é agravado pela outorga de uso, bem abaixo da necessidade. O que tornou o empreendimento possível foi a captação da água de chuva, feita em 16 das 32 estufas. A água é armazenada em um fosso de 2 mil m³ e possibilita a irrigação dos viveiros geralmente até meados de maio. A nascente só é usada durante três meses ao ano.

Se aprofundassem o fosso, Paulo Caixeta e o sócio, Israel Rosalin, poderiam aumentar a capacidade de armazenamento. Mas eles receberam um possível desenvolvimento de algas em um período mais longo, o que tornaria a água inadequada para a irrigação. Eles ainda não querem se preocupar agora em fazer aeração ou aplicar algicidas. A solução mais imediata é

construir um outro fosso, maior que o atual e com tecnologia mais avançada.

As atividades do viveiro ultrapassam os limites do cultivo de tomate para indústria. Através de outra razão social, os viveiristas da Valoriza produzem mudas de hortaliças para o cinturão verde de Patos de Minas e outras cidades da região, como São Gotardo, Guimarães, Lagoa Formosa, Paracatu e Presidente Olegário. Atendem a aproximadamente 15 produtores, fornecendo mudas de várias espécies e cultivares, como alface, agrião, repolho, couve-flor, chicória, pimentão, jiló, quiabo, almeirão, acelga.

Para o produtor dessas hortaliças, a terceirização dessa etapa proporciona benefícios obtidos com a escala e a especialização. Ele pode contar com mudas que têm condições para serem melhores e mais baratas, abrindo-se espaço para um melhor gerenciamento das etapas subsequentes de produção e comercialização. “As instalações adequadas e a experiência contam pontos a nosso favor”, conta Paulo Caixeta. Para os viveiristas, a atividade, embora complementar, também é vantajosa,

apoio para prevenção à saúde, exames periódicos de audiometria e para detectar uma possível contaminação por defensivos. Existe também um projeto preventivo de lesões por esforço repetitivo (LER), com grande repercussão entre os trabalhadores. Em horários previamente marcados, todos param e fazem ginástica, coordenados por um profissional contratado especificamente para o projeto.

Os planos para o futuro são de expansão, é claro. E aí entra mais uma vantagem do cultivo protegido. Primeiro, a possibilidade de ampliar a variedade de mudas, o que já está acontecendo, segundo, abastecer o mercado regional. Já produzem mudas de essências florestais, nativas do Cerrado, ornamentais, eucalipto e fruteiras, como coco e banana. Estão em permanente procura por novas opções de plantas para multiplicar nos viveiros, explorando-se os nichos de mercado. Nesse aspecto vale a pena conversar com o Geraldo, um dedicado e observador gerente do viveiro, que se orgulha de mostrar produtos provenientes de estratégicas observações de plantas nas mais diversas situações da cidade e redondezas.



Muda de alface de alta qualidade produzida em cultivo protegido

Os viveiristas da Valoriza produzem mudas de hortaliças para o cinturão verde de Patos de Minas

ocupando uma estratégica janela no fluxo de caixa da empresa. Fazem mudas de tomate intensivamente de janeiro a junho e de café, de setembro a dezembro. Em pequena quantidade, as mudas de hortaliças ocupam a estrutura do viveiro durante todo o ano. Ajudam a cobrir os custos fixos da empresa, que emprega 28 funcionários permanentes e aumenta o quadro nos períodos de maior demanda, podendo chegar a 40 empregados.

O trabalho contínuo beneficia também os empregados. Eles contam com programas de

“E depois, se não quisermos fazer mudas, podemos usar as estufas para produzir hortaliças. Em um raio de 400 km, distância viável para transporte, podem-se abastecer os mercados de Belo Horizonte, Montes Claros e Brasília, além das grandes cidades do Triângulo Mineiro, Uberaba e Uberlândia”, explica Paulo Caixeta. E se por acaso a Unilever Bestfoods instalar-se em outra região? A resposta vem acompanhada por um largo sorriso: a estrutura das estufas pode ser desmontada e instalada em qualquer outro lugar, onde tiver mercado.



O domínio da montagem de um projeto dá ao produtor melhores condições para um manejo racional da irrigação

MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO um detalhe essencial

Seja qual for o equipamento utilizado – pivô central ou irrigação localizada, equipamento novo ou com mais tempo de uso – o importante é que ele tenha uma uniformidade elevada. Quem faz esse destaque é o engenheiro agrícola Sérgio Zago, atuante nos negócios da irrigação em Patos de Minas. “Muitas vezes o produtor não dá a devida atenção à manutenção do equipamento, os dispositivos de aplicação de água vão envelhecendo, perdem a sua característica técnica inicial e acabam com a uniformidade prejudicada”, argumenta Sérgio Zago.

Ele ressalta também a importância de um manejo de irrigação adequado. E a presença de profissionais qualificados para a sua implantação. Ele acha que, por serem complexos, os métodos de irrigação ainda exigem a participação de pessoal especializado. E que, de modo geral, o agricultor não está habilitado a fazer isso sem acompanhamento de técnicos. Não dominam os fundamentos básicos de movimento de água no solo, de relação solo/água/planta.

Mas reconhece que os produtores estão incorporando tecnologia rapidamente e que o quadro vai mudar. “Planta-se hoje com uma precisão muito maior do que se plantava no passado. Em relação, por exemplo, ao espaçamento de plantio e à qualidade da semente. Também pulveriza-se com uma precisão muito maior. Já se usa equipamento de GPS acoplado ao avião, para pulverizar uniformemente, e à

colheitadeira. O domínio da tecnologia vai chegar também à irrigação”.

Esse estágio vai ser atingido na proporção em que aumentar o número de profissionais de agricultura – técnicos e engenheiros – no campo. Na opinião de Zago, as ferramentas para o manejo racional de irrigação estão disponíveis e as pessoas têm que buscar a técnica. Ele acredita que fabricantes e vendedores de equipamento têm pouca interferência nesse caminho. “Não vai ser em um dia de campo que o agricultor vai aprender manejo de irrigação, daí a importância dos profissionais de agricultura fixos nas fazendas”, diz ele. “Porque o técnico agrícola, o engenheiro, eles têm consciência da necessidade do manejo racional e vão procurar os meios para executá-lo”.

Os produtores que fornecem tomate para a Unilever Bestfoods Brasil têm liberdade de escolha de equipamentos e fornecedores. Segundo o gerente de pesquisa agrícola da empresa, Leonardo Costa da Fonte, o agricultor recebe uma lista com indicações de fornecedores reconhecidamente idôneos e discutem diretamente com eles o seu projeto. Mas a empresa eventualmente presta assessoria nesta área, indicando o projeto mais adequado para cada situação. “Há tubos para durar 15 anos e outros para serem usados apenas durante uma safra”, justifica Leonardo. “Como o custo econômico é alto, tudo tem de ser muito bem estudado. A quantidade de variáveis analisadas para se chegar ao custo final de um projeto de irrigação é grande”.

Ele vê com bons olhos a qualidade do equipamento à venda no Brasil. As marcas disponíveis no mercado nacional têm diferenças, mas são equivalentes e têm o mesmo nível que as de outros países. O que distingue, então, o produtor brasileiro é a dependência em relação ao fornecedor, na fase de projeto e instalação.

Segundo Leonardo, lá fora o produtor sabe projetar, sabe o que quer. Diversifica os fornecedores – compra o filtro de uma empresa, o gotejador de outra – e monta o próprio projeto. A responsabilidade pelo projeto é dele. No Brasil, compra-se o projeto como um todo e quem se responsabiliza pelo pacote geralmente é a vendedora do tubo gotejador. E quando surge qualquer problema, ela é cobrada pelo produtor e nem sempre está em condições de dar uma resposta positiva. Não se responsabiliza, por exemplo, por um filtro que não produziu.

Leonardo pondera que, quando dominar a montagem do projeto, o produtor brasileiro terá mais condições de executar um manejo racional de irrigação.

A revolução dos tubetes

A reviravolta na produção de mudas em *container* começou em Marília, no interior de São Paulo, em 1984. Agrônomos da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Marília (Coopemar) buscavam uma forma de não utilizar terra na produção de mudas. O objetivo era evitar a contaminação, principalmente por nematóides.

No início, tentaram produzir mudas à semelhança de eucalipto em substrato, utilizando bandejas de isopor. A evolução para os tubetes aconteceu dois anos depois, quando adaptaram o sistema para produção de mudas de café. Em função das necessidades da muda enxertada, com período de cinco a seis meses no viveiro, bem mais longo que a do eucalipto, a Coopemar passou a usar tubetes maiores, de 120ml, e a diversificar os substratos, procurando os mais adequados.

Foram muitos os desafios. O maior, talvez, foi o equacionamento da fertilização dos substratos. O grande salto foi dado em 1994, com a utilização do osmocote, um fertilizante granulado de liberação lenta e controlada, importado dos Estados Unidos com a formulação 15 -10 -10 + zinco. O osmocote libera os nutrientes de forma balanceada, de acordo com a umidade e temperatura do recipiente. Isso faz com que a planta tenha disponibilidade de nutrientes em todas as etapas de desenvolvimento, ganhando forças para enfrentar o impacto do estresse nutricional quando é levada para o campo.

Quem introduziu em Minas Gerais a produção de mudas de café em tubetes foi a Valoriza Soluções Agrícolas, empresa do agrônomo Paulo Roberto Caixeta Nascente e do técnico agrícola Israel Rosalin, atuando em Patos de Minas (MG) desde 1988. Segundo eles, o uso de substrato agrícola e *container* em cultivo protegido visa a melhoria da planta, em termos de vigor e sanidade, e também o uso racional de água.

Atualmente, os substratos utilizados têm alta capacidade de retenção de água. A Valoriza usa a casca de *pinus*, produzida pela Eucatex, e uma cobertura de isolantes térmicos vermiculita e perlita, exatamente para aumentar a capacidade de retenção. A combinação diminui a perda de água pela evaporação e a variação da umidade, possibilitando maior proteção para a semente. E a empresa começa a implantar a fibra de coco, da Socôco, com adição de turfa tratada. Segundo Rosalin, a fibra de coco tem mostrado no campo, em nível experimental, um bom desempenho em termos de retenção de água.

As mudas em substrato têm um volume quatro ou cinco vezes menor que o sistema tradicional de saquinho, com o uso de terra pura. Acondicionadas



FOTO: LEONARDO COSTA DA FONTE

Mudas de café em tubetes proporcionam flexibilidade no manejo dentro da casa de vegetação e no transporte para o campo

em bandejas, proporcionam grande flexibilidade no manejo dentro da casa de vegetação e no transporte para o campo.

O sistema de tubetes exigiu uma adaptação de todo o processo. A semente fica durante 90 dias em um pré-germinador de areia, montado em estrutura de alvenaria, até atingir o estágio de “orelha de onça”. Até aí, o grande volume de plantas concentrado numa pequena área facilita a irrigação. Para se ter uma idéia da densidade, em média, os pré-germinadores têm um litro e meio de sementes – o correspondente a 2 mil sementes – por metro quadrado. Depois de selecionadas, as plântulas são implantadas em tubetes e levadas às casas de vegetação. O aproveitamento médio é de 60%.

Com a experiência de quem já domina o sistema, Israel Rosalin destaca que, em termos de mão-de-obra, os métodos convencional e o de tubete acabam se equivalendo. Na metodologia padrão, encher os saquinhos, semear – duas sementes por saquinho – e desbastar são tarefas manuais. Mesmo com uma etapa a mais, o transplântio, o sistema de tubetes acaba compensando, pois os *containers* são enchidos de forma mecanizada e não há necessidade de desbaste posterior, como acontece no método tradicional. Outra vantagem do transplântio é a seleção imediata de plântulas, o que permite uma melhor qualidade de muda, em termos de vigor e sistema radicular.

Até ficar pronta para ir para o campo, o ciclo da muda de café em saquinhos, da semeadura ao surgimento do quarto par de folhas, é de 180 dias,

sob irrigação no viveiro. Com o método dos tubetes, a muda fica sob irrigação intensa apenas por 90 dias, na fase de pré-germinação. De pronto, uma economia de 50% de água, intensificada pelas pequenas dimensões do pré-germinador. E, conseqüentemente, uma redução no consumo de energia.

Rosalin não cai na armadilha da simplificação. Desvendar a produção em substrato é resultado de estudo e muita dedicação. “O tipo de substrato, o tamanho do *container*, a quantidade de água aplicada, o nível de insolação, tudo interfere na qualidade da muda”, garante o técnico. Ele lembra que já existem substratos estabilizados e específicos para café, horticultura, ornamentais ou flores. Os fabricantes conseguiram avançar em relação à condutividade elétrica, ao pH e à capacidade de retenção hídrica. Só a Eucatex oferece ao mercado cerca de 30 classificações de substratos, próprios para diferentes tipos de cultura.

No cômputo final, a unidade da muda de tubete sai 50% mais cara para o produtor que a tradicional. Mas as vantagens de ordem técnica, as facilidades no campo em termos de transporte, manejo e plantio, fazem com que a relação custo/benefício torne-se pelo menos igual à da muda de saquinho.

Quem procura as mudas da Valoriza são, de certa forma, produtores especiais, com consciência técnica, que procuram facilidades de manejo na implantação da muda e ganhos relacionados com o vigor e o desenvolvimento da muda – cafeicultores tradicionais que detectaram o potencial das mudas por tubete. Segundo Israel Rosalin, a Valoriza pretende se consolidar no patamar de, no máximo, 1,5 milhão de mudas de café por tubete anualmente. A produção do viveiro começa a ganhar o mundo. As mudas já são enviadas para São Sebastião do Paraíso e Alfenas, em Minas Gerais, e para a região da Mogiana, em São Paulo, redutos tradicionais de cafeicultura. Abastecem também produtores de Bebedouro, Monte Azul, Colina, Severínia, Leme, Araras e Ourinhos, e os que se dedicam à cafeicultura irrigada, no Alto Paranaíba.

CUIDADOS FUNDAMENTAIS – Os sócios da Valoriza destacam: “todas as etapas do processo são importantes”. A escolha do substrato mais adequado, o controle da umidade, a aeração e a nutrição certa para cada tipo de cultivo. Mas a peça fundamental é mesmo o rígido controle da qualidade e da quantidade de água.

A água usada nos viveiros da Valoriza passa por freqüentes análises de laboratório e segue padrões estabelecidos para não alterar o pH do substrato. Ela não pode ter, por exemplo, excesso de carbonato de cálcio ou alta condutividade elétrica. Em caso de excesso de nutrientes no substrato, é necessário lixiviar o produto.

Também para a fertirrigação, a Valoriza tem o cuidado de selecionar os melhores fornecedores. A empresa optou por produtos importados, próprios para cultivo em *container*. ■

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE TUBETES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ

A principal vantagem da produção de mudas em tubetes sobre o sistema convencional é evitar uma série de mazelas que podem ser transmitidas para a cultura no campo. O substrato usado é inerte, isento de doenças, e pode impedir a ocorrência de pragas de solo, como nematóides, e deficiências nutricionais. Em 1984, quando iniciaram as pesquisas com tubetes, os agrônomos da região de Marília, em São Paulo, lutavam exatamente contra a infestação de nematóides.

O engenheiro agrônomo Caetano Motta, relata que o trabalho da equipe da Coopemar teve início em 1984, com o objetivo de não utilizar terra na produção de mudas, evitando-se contaminações, principalmente de nematóides. Eles começaram essa produção de mudas com substratos destinados à produção de mudas de eucalipto, utilizando bandejas de isopor. Perseguindo maior praticidade, evoluíram para os tubetes, inicialmente copiando o sistema de produção de mudas de eucalipto, a partir de 1986. Em função das necessidades das mudas enxertadas de café, com período no viveiro de 5 a 6 meses, bem mais longo que do eucalipto, evoluíram para tubetes maiores, de 120 ml, e para substratos mais adequados. Um dos grandes desafios que tiveram que enfrentar foi o do equacionamento da fertilização desses substratos. Em 1994, lograram um grande salto com a utilização do “osmocote” com a formulação 15-10-10 + zinco, um produto importado dos Estados Unidos.

A Coopemar produz mudas em cultivos protegidos em área de 11.000 m² e já atingiu a marca 1 milhão de mudas de café enxertadas por ano. A irrigação por micro-aspersão, no maior pique de produção, consumiu 43m³ de água por dia. Água proveniente de dois poços profundos que atendem a todas as necessidades da cooperativa.

Hoje, dada a desfavorável situação do mercado do café, estão praticamente paralizados nessa produção de mudas, com instalações ociosas.

Quase 20 anos depois, o sistema demonstra outros pontos positivos. O Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), sob a coordenação da Embrapa Café e envolvendo todas as instituições e profissionais dedicados à P&D desse agronegócio no Brasil, vem dando atenção especial ao desenvolvimento de trabalhos voltados a produção de mudas em tubetes. Em Minas Gerais, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e a Universidade Federal de Lavras (Ufla) estudam diversas combi-

nações de substratos e adubações racionais visando principalmente a redução do custo de formação dessas mudas.

Graças ao apoio dessas consorciadas, o sistema começa a se consolidar em algumas regiões. Além da Valoriza, empresa de Patos de Minas, a Cooxupe, que congrega os produtores de Guaxupé, no Sul do Estado, também está produzindo mudas no sistema de tubetes. Em Manhuaçu, na Zona da Mata mineira, um produtor já iniciou a produção de mudas com o novo método. Pela própria origem, o sistema é bastante difundido em São Paulo. É empregado pelas cooperativas de Garça e Marília e pela Cocapec, na região de Franca.

FOTO LEONARDO COSTA DA FONTE



Até chegar ao campo, há o pré-condicionamento com o manejo da irrigação nas diversas etapas de desenvolvimento das mudas de café

A propagação do sistema é gradativa e desde 1994, crescente. O engenheiro agrônomo Gabriel Ferreira Bartholo, secretário executivo do programa de pesquisa em cafeicultura da Epamig, considera que esta é uma tendência da cafeicultura moderna. Em Minas Gerais, por exemplo, que responde por 52% da produção nacional de café, atualmente cerca de dois por cento das mudas já são produzidas em tubetes. Este ano, isso significa nada menos que 400 mil mudas da espécie Arábica. As principais cultivares exploradas nesse sistema são: Catuaí, Mundo Novo, Rubi, Topázio, Acaíá Cerrado, Tupi, Obatã e Oeiras.

A pesquisa está voltada também para as variedades de Conillon. O Instituto de Pesquisa Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) trabalha junto com produtores de São Gabriel da Palha, no norte do Estado, que estão apostando no novo método e no sistema de estaquia, ou seja, de variedades clonais.

PONTOS DE ATRAÇÃO – Uma combinação de vantagens de ordem técnica e econômica proporciona melhores rendimentos na cadeia produtiva e atrai os produtores. A segurança fitossanitária do processo garante mudas de melhor qualidade, menos suscetíveis a doenças, principalmente à cercosporiose. As plantas apresentam um bom desenvolvimento inicial e formam um *stand* mais uniforme, reduzindo a necessidade de replantio.

O uso de adubos granulados de liberação lenta permite maior controle sobre a atividade. Pelo padrão estabelecido, os produtores usam o osmocote, que dependendo da formulação pode ser

liberado em 30, 60 ou 90 dias. Isso evita as pulverizações quinzenais normalmente usadas na produção de mudas em saquinho.

A utilização de sombrites com 50% de luminosidade impede a entrada de insetos e diminui o risco de pragas. Sendo totalmente protegido, o sistema mantém uma temperatura adequada e evita o excesso de evaporação. A irrigação mais racional acaba sendo um dos pontos de maior destaque do processo. Com os tubetes o rateio dos investimentos é muito menor por cada muda produzida, quando comparado com os tradicionais saquinhos.

Os substratos utilizados apresentam alta capacidade de retenção hídrica. Os pioneiros de Marília usaram o Plantimax, fabricado pela Eucatex, com aparas de *pinus* e uma mistura de turfa. Novos substratos foram desenvolvidos pelos fabricantes visando intensificar essa característica. O resíduo da fibra de coco extraída para a indústria automotiva está sendo comercializado pela SoCoco e começa a ganhar mercado.

O produtor de mudas, Israel Rosalin, usa os dois substratos em Patos de Minas, acompanhado por pesquisadores da Epamig que realizam medições como altura da planta, diâmetro de copa e vigor vegetativo. “Estamos acompanhando a tecnologia que ele usa e definindo algumas correções que se mostraram necessárias”, informa Gabriel Bartholo.

Outro aspecto que está sendo pesquisado em Patos de Minas é o tamanho dos tubetes. Os primeiros tinham capacidade para 90ml de substrato. Foram ampliados para 100ml e atualmente os que apresentam melhores resultados são os de 120ml. Gabriel Bartholo confirma: “A quantidade maior de substrato permite um melhor desenvolvimento do sistema radicular, o que vai garantir um bom percentual de pegamento no plantio”. Com o sistema radicular bem desenvolvido, as mudas se tornam mais resistentes, adaptadas para enfrentar situações climáticas adversas, principalmente com relação à falta de chuva.

Economia é a palavra de ordem neste processo de produção: de água, energia, espaço e mão-de-obra. No viveiro convencional, são colocados 120 saquinhos por metro quadrado. No mesmo espaço são colocados de 250 a 300 tubetes.

Devido ao sistema protegido e com o substrato retendo um alto teor de umidade, a irrigação é menor que nos viveiros tradicionais. Gasta-se também menos energia, fazendo-se a irrigação por microaspersão, em dois turnos de três a cinco minutos cada, um pela manhã e outro à tarde.

Na comparação da mão-de-obra utilizada, os tubetes também saem ganhando. O viveiro tradicional emprega de três a quatro 4 viveiristas para a produção de 100 mil mudas. Com os tubetes, apenas um empregado pode se encarregar dessa mesma quantidade de mudas.

Na economicidade do transporte, no final do processo, o novo sistema se destaca e muito. O caminhão que transporta em torno de quatro mil mudas em saquinhos, poderia levar até 120 mil mil tubetes porque as mudas são acondicionadas deitadas, com grande ganho de espaço.

São muitos os argumentos que reforçam a tendência de difusão do processo de tubetes. Há desvantagens?

O custo de produção elevado seria um obstáculo, já que a muda é cerca de 50% mais cara que a convencional. Segundo o pesquisador Gabriel Bartholo, as vantagens técnicas acabam compensando o investimento. “Mudas de alta sanidade, bem aclimatadas, com reservatório de água no substrato são garantia de um bom pegamento no campo”, diz ele. Com menos riscos, as possibilidades de retorno econômico são maiores.

FOTO HELVECIO M. SATURNINO



Gabriel Bartholo

As lições de economia do cultivo protegido

O Núcleo Rural da Taquara, a 75km de Brasília (DF), foi formado em uma região onde os produtores já tinham tradição em horticultura. A área média das chácaras, entre 20 e 25 hectares, fortalece essa tendência. E quem pensar que abastece apenas a capital federal está enganado. O Núcleo é um dos grandes fornecedores do mercado de Manaus, principalmente de pimentão.

O nome oficial do Núcleo é Cooperativa Agrícola da Região de Planaltina, mas os produtores decidiram adotar o nome do ribeirão que abastece o núcleo e a entidade é conhecida como Cootaquara. São 22 cooperados e todos têm alguma parcela de cultivo protegido, mas a maior parte da produção é em céu aberto. Usam sistemas de produção diferenciados, ou seja, sementeira em bandeja para a produção no campo e muda para o cultivo protegido.

O pioneiro em cultivo protegido na Taquara foi Maurício Severino de Rezende, um dos fundadores e o atual presidente da Cooperativa. Ao contrário dos outros produtores, trabalha quase que exclusivamente com cultivo protegido.

De um modo ou de outro, ele sempre esteve ligado à atividade agrícola. Filho de produtores, trabalhou durante muitos anos como técnico agrícola na antiga Fundação Zoobotânica, absorvida pela Secretaria de Agricultura do Distrito Federal. Atuava no setor de fiscalização de terras, mas produzia grãos em pequena escala, em um sítio da família em Orizona, Goiás, próximo ao Distrito Federal.

Passou a produzir profissionalmente em 1980, já voltado para hortaliças. Aderiu ao cultivo protegido em 1992, motivado pela produtividade alcançada por Roberto Hoffman, em Formosa, município de Goiás perto da Taquara. “Ele conseguia na estufa cinco vezes mais do que se conseguia no campo”, lembra Maurício. Começou timidamente com duas estufas. Com a aceitação do produto, ampliou rapidamente a área protegida. No final do primeiro ano, já tinha cinco estufas. Atualmente, tem 55, com 350m² cada. Quase dois hectares só de pimentão. O forte da chácara é o pimentão verde, mas também produz o amarelo e o vermelho. O destino é



FOTOS: HELVECIO M. SATURNINO

Pioneiro em cultivo protegido na região, Maurício Rezende abastece os mercados do Distrito Federal e de Manaus com os pimentões

Goiânia, Manaus, Imperatriz, no Maranhão, Palmas, no Tocantins e Mato Grosso.

As estufas são conjugadas em módulos, de 1.050 ou 2.100m², para melhor aproveitamento de área. Maurício investiu também em tecnologia, principalmente para resolver o problema de acesso à água, que nunca faltou, mas já foi mais livre na região. A captação da água de chuva diminuiu a dependência em relação aos mananciais da chácara, nascente ou córrego, um ganho significativo no consumo de água e energia.

Alerta ao mercado, sintonizado com inovações tecnológicas, Maurício arregaçou as mangas para construir uma história de sucesso. Uma trajetória que em alguns momentos exigiu coragem para arriscar.

“Eu já mandava pimentão de campo para Manaus, de avião. Quando entrei nesse mercado com o pimentão de estufa, eles não me pagavam a mais. Fiquei um tempo mostrando que o produto tinha mais qualidade, aguentava melhor o transporte e o preço era o mesmo. Mas valeu a pena. Daí a pouco, eles só queriam o de estufa e comecei a aumentar a produção”, conta Maurício.

Como o mercado não aceitava mais a produção de campo, ele teve que enfrentar, primeiro, a bronca dos outros produtores e, depois, a concorrência, pois todos aderiram ao cultivo protegido. A Viamar, empresa especializada em comercialização de safras, intermediava as operações. Segundo Maurício, no ano passado, só para Manaus, a Viamar despachava 2.500 caixas de 10kg cada, por semana. Esses embarques fizeram a fama do Núcleo da Taquara.

Uso racional de água

São 55 mil pés de pimentão e cada um recebe de um litro a um litro e meio de água por dia. O consumo diário varia de 110 a 120m³. O produtor diz que essa é a quantidade que o solo da região pede. A irrigação é toda por gotejamento, o que lhe dá alguma economia em comparação à produção de campo, que usa microaspersão.

Buscando um manejo mais racional, Maurício Rezende montou em alguns módulos de estufas um sistema de calhas para captação de água de chuva, canalizada para um reservatório de 95m³ e depois para a central de distribuição. A meta é construir um reservatório com capacidade para 500m³. O atual não absorve o potencial de coleta da propriedade. Quando chove, por exemplo, 15 ou 20mm, não se aproveita nem um terço, é preciso escorrer parte da água captada para o córrego.

De 80% a 90% da produção concentra-se no período chuvoso. A colheita chega a 1.500 caixas por semana, contra 200 semanais, no resto do ano. Com a chuva, Maurício pode ficar até dez dias sem bombear água da mina para o tanque de distribuição. Um reservatório maior de água de chuva possibilitaria aumentar esse intervalo, e reduzir bem o consumo de energia, pois para bombear água da nascente ou do córrego, uma bomba de 4 CV fica ligada durante 10 ou 12 horas por dia.

Ele faz as contas de cabeça e calcula o potencial de coleta caso recolhesse a água de chuva em todas as estufas. E conclui: teoricamente, poderia evoluir para um estádio em que o ciclo hidrológico sustente a produção. ■

Exercício de cálculo do potencial de coleta

Com uma área coberta de 2 hectares, e 2 mil mm de chuva por ano, média da região, o produtor poderá captar 40 mil m³. Com um índice pluviométrico de 1.500 mm, a coleta será de 30 mil m³. Se tiver estrutura de armazenamento, o produtor pode obter toda a água necessária ao empreendimento. Com a captação, o cultivo protegido tem potencial para a auto-sustentação.

FOTO: LEONARDO COSTA DA FONTE



Água, um dos insumos poupados no cultivo protegido com a captação das chuvas

E por falar em cálculos... R\$???

O custo médio de produção de pimentão em cultivo protegido é de 5 reais/caixa de 10kg, já contando a depreciação de todos os investimentos. Dada a oscilação de preço do pimentão verde, Maurício Rezende percebeu que precisaria de um melhor controle de custos. São dois meses de preço bom, março e abril, média de 10 ou 11 reais a caixa. Em julho/agosto, pode-se obter de 4 a 5 reais/caixa. Nos outros meses, cai para 3 ou 4 reais. No ano 2000, o mês de menor preço foi dezembro. Em 2001, foi setembro.

Entre os planos do produtor, está a utilização de um *software* para controle dos mínimos detalhes da produção. Ele explica que o cultivo protegido garante a oferta de produção – a média do campo é de 220 caixas por mil pés, enquanto na estufa, alcança 1.200 caixas. Mas o preço acaba sendo definido pelo que acontece no campo. “Este ano está bom, a chuva chegou mais cedo, o plantio de campo acabou muito rápido. No ano passado quase não choveu, a média de preço foi péssima”, compara o produtor.

O investimento justifica tanta cautela. Atualmente, uma estufa de 350m – estrutura e equipamento de irrigação – tem um custo médio de 5 mil reais. A expectativa de vida útil do plástico, comprado diretamente, via cooperativa, do fornecedor em São Paulo, é de três anos. “Mas a durabilidade foge ao controle, nunca se sabe. Recentemente, um rodamoinho destruiu estufas que tinham

acabado de ser construídas”, lamenta. Ele começou com plástico de 75 micra e usa agora o de 150 micra.

As estufas também foram modificadas ao longo do tempo, passando a exigir mais recursos. No início, tinham 2m de pé-direito. Passaram para 2,20m e agora para 3m, para abaixar a temperatura ambiente. Maurício agregou uma abertura na parte superior da estrutura, o que possibilita melhor circulação de ar.

MANEJO RACIONAL

Maurício Rezende conta que, no início, o controle da irrigação era manual. Os ganhos foram significativos depois que automatizou a atividade. Melhorou a economia no consumo de água e energia. E também ajudou no combate às pragas.

Um tensiômetro e medidores de leitura direta de pH e quantidade de água dão suporte para o manejo. Com um sorriso, ele confessa: “depois de tantos anos, a experiência e o olho clínico do produtor contam pontos”. Ele mantém equipamentos de nebulização em 12 estufas e quer avaliar se vale a pena implantar o sistema nas outras. Ao melhorar a umidade relativa, pode-se controlar infestações de oídio, comuns em cultivos de pimentão em época de baixa umidade e alta temperatura.

Esse levantamento ia ser feito no ano passado, mas acabou não acontecendo, devido ao racionamento de energia. Para cumprir a quota, que acabou sendo ampliada, os equipamentos não foram usados com a frequência necessária. O sistema liga automaticamente, quando a umidade cai abaixo de 50%. O que acontece sem-

pre em Brasília, em vários meses do ano. Por enquanto, só foi possível observar que a produção melhorou nas estufas em que a nebulização foi feita. O rigoroso acompanhamento dessa automatização deverá ser feito ainda este ano.

Na fertirrigação, onde a opção pelos custos/benefícios por produtos nacionais é determinante, há necessidade de muito desenvolvimento.

RISCO X CAUTELA

Uma experiência prova que o produtor Maurício Rezende não tem medo de arriscar. Entusiasmado com a tela aluminizada, ele incorporou uma nova área e abrigou 10 mil pés de pimentão em meio hectare coberto com Aluminet. Segundo ele, a tela está resolvendo um dos grandes problemas da cultura, que é a queima do fruto. O produto não é recomendado para períodos de chuva, mas ele insiste na empreitada. “A tela é mais para criar um microclima, ela não protege contra a entrada de insetos. Mas estamos conseguindo quase a mesma produtividade da estufa, com um custo muito menor, exatamente para poder competir com o pessoal de campo”, explica.

Fez os canteiros com trator, aumentou o espaçamento, alterou o gotejamento para 20cm e projetou os números: quatro colheitas de 100 caixas por mil pés, total de 4 mil caixas. Aproveitando os bons preços de março e abril, ele vai receber 40 mil reais, em dois meses. Se considerar que a média de colheita é de nove a dez meses durante o ano, com o suporte do conhecimento adquirido ao longo de anos, vale a pena arriscar. Ele mostra os canteiros com satisfação e comenta que quem plantou a céu aberto, em plena chu-

va de fevereiro, já havia encerrado com a lavoura.

Já a opção de formar a cooperativa que preside atualmente é um indicador de que ele tem os pés bem firmes no chão. A associação, que congregava os produtores, era representativa em termos políticos, mas não se desenvolveu na parte de comercialização. Criaram então uma cooperativa voltada especificamente para aquisição de insumos e comercialização de safra. E mais: entre as contratações previstas para a cooperativa estão a de ex-funcionários da empresa Viamar, cuja sociedade foi desfeita no ano passado. Aquela que atuava nos mercados da Amazônia, onde a Cootaquara se projetou com o pimentão.

Aliás, quando ficou sabendo que produtores da região de Manaus passaram a se dedicar ao cultivo de pimentão, foi lá para ver de perto o que estava acontecendo.

E, como cautela às vezes é sinal de bom senso, ele resolveu diversificar sua produção. Está entrando este ano com produção a céu aberto – couve-flor, repolho, maxixe, jiló e beringela. Mas garante que o pimentão continuará a ser o carro-chefe da chácara.

A organização dos produtores em uma cooperativa tornou-se um facilitador para que cada um pudesse gerenciar melhor a produção. Passaram a contar com um mecanismo permanente para realizar os melhores negócios de compra e venda, lançando mão da escala, do escalonamento das produções, das possibilidades de diversificação, do melhor aproveitamento dos serviços da pesquisa e da assistência técnica e, principalmente, de acompanhamento do mercado.

Tecnologia israelense de controle de clima ajuda o Brasil a aumentar produtividade e a economizar água



A tecnologia do Aluminet e a qualidade do pimentão produzido

Desenvolvida na região onde cada gota d'água é preciosa, o deserto de Negev em Israel, a malha termorrefletora Aluminet veio para o Brasil em momento mais que propício, numa época em que há necessidade eminente de otimização dos recursos naturais, principalmente da água. Esta tecnologia foi desenvolvida pela Polysack Plastic Industries, em Israel, e chegou ao Brasil, devido à vinda da empresa para o país

CÍCERO LEITE

ENGENHEIRO AGRÔNOMO, MSc, DOUTORANDO PELA UNICAMP-FEAGRI, ESPECIALISTA EM CULTIVO PROTEGIDO, GERENTE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA POLYSACK – E-MAIL: cawleite@bol.com.br

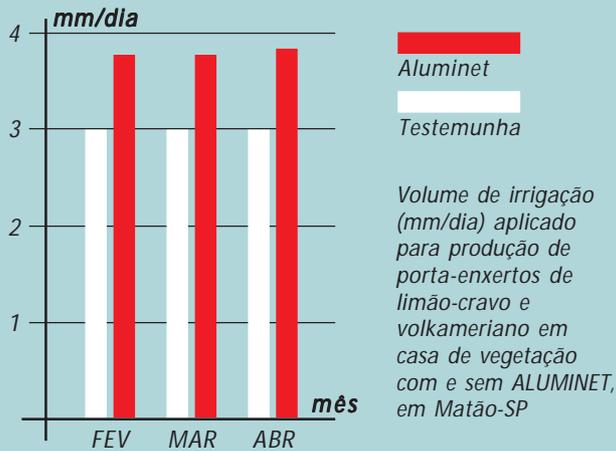
Nas regiões tradicionalmente produtoras de flores, o emprego de Aluminet é comum, pois os benefícios dessa malha nessas culturas mais sensíveis são muito grandes. O produtor leva de 2 meses a 1 ano para recuperar o investimento nesta nova tecnologia de controle de microclima.

A produção de mudas de pinos e eucalipto também tem empregado Aluminet, o que melhora muito o volume de raízes, devido à diminuição de temperatura do solo durante as estações quentes. Além disso, as grandes empresas produtoras de mudas de eucalipto apontam o melhor rendimento dos funcionários como uma grande vantagem gerada pela melhoria no microclima, propiciada pela Aluminet.

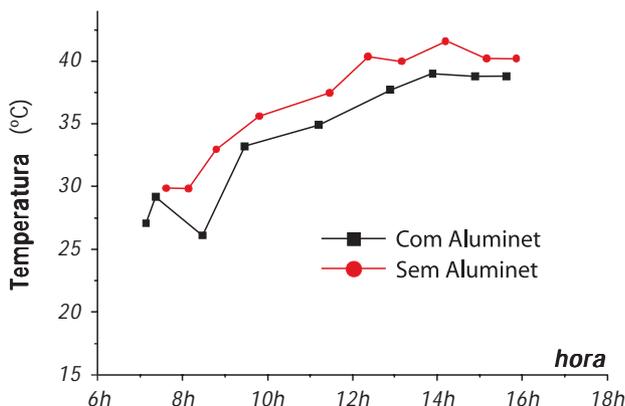
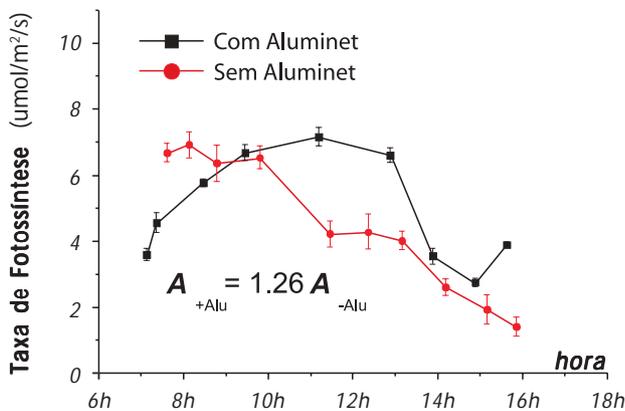
No caso de citros, os produtores estão fazendo mudas em ambiente protegido há apenas 5 anos, devido aos problemas fitossanitários do estado de São Paulo. Dessa forma, esse tipo de produtor ainda está começando em cultivo protegido, mas os que usaram Aluminet já estão percebendo em média, de 5 a 7 graus a menos em suas estufas, o que ajuda muito a diminuir a irrigação e a melhorar o rendimento operacional, como o de enxertia, por exemplo.

A malha termorrefletora Aluminet, portanto, tem ajudado produtores de flores, hortaliças, mudas de citros, café e eucalipto a resolver um dos problemas mais sérios do cultivo protegido em países de clima quente como o nosso, ou seja, o excesso de temperatura. O calor excessivo tem sido apontado por diversos técnicos como um dos fatores que mais levam produtores e empresários rurais a desistir da plasticultura no Brasil.

REDUÇÃO da evapotranspiração



MELHORIA das condições de temperatura da planta, do solo, da umidade e luminosidade difusas



Aluminet tem resolvido o problema de forma muito segura, por atuar no calor de radiação, principal fator responsável pelo superaquecimento de nossas estufas. Ele reflete as ondas de calor, reduzindo a carga térmica no ambiente protegido e, assim, mais do que diminuir a temperatura, reduz o consumo de água, e, conseqüentemente o problema de fitopatógenos.

O consumo de água é diminuído de duas formas:

- a **PRIMEIRA** delas deve-se à redução da evapotranspiração. Aluminet reduz a carga térmica no solo ou substrato, fazendo com que a evaporação diminua drasticamente;

- a **SEGUNDA**, é através da melhoria das condições de temperatura da planta, do solo, da umidade e luminosidade difusas, que fazem com que a planta transpire regularmente ao mesmo tempo que absorve gás carbônico, fixando-o em forma de açúcar através da fotossíntese. O consumo desse açúcar pelo excesso de respiração é também menor. A planta produz mais com a maior fotossíntese e desperdiça menos com o excesso de respiração. Isto faz com que haja uma grande quantidade a mais de fotossíntese líquida, o que normalmente implica em precocidade (Medina et al., 2001). Em outras palavras, para cada mililitro de água absorvida pela planta, mais gás carbônico é fixado. Conseqüentemente, com precocidade, menos turnos de irrigação são necessários.

Outro uso bastante proeminente da malha termorrefletora Aluminet é em telados para hortalças. Sempre se cogitou o uso de telas de sombreamento para o cultivo de hortalças folhosa e de frutos. No entanto, devido às altas exigências lumínicas dessas culturas, não houve sucesso, pois os materiais à disposição no mercado, telas pretas e telas brancas, cortavam muito a luz e não resolviam o problema da temperatura do solo e da planta.

Com o aperfeiçoamento do Aluminet out side, foi possível aplicá-lo em estruturas de madeira ou metal extremamente econômicas, utilizando postes a cada 8m. Estas estruturas teladas custam de 1/4 a 1/3 do valor de uma estufa convencional. O telado de Aluminet pode proteger do granizo, dos ventos e do impacto mecânico da chuva. Além disso o alumínio apresenta a propriedade de repelência a insetos como trips, pulgões e moscas-brancas. O consumo de água verificado foi, em média, 20% menor que a pleno sol em teste realizado na propriedade do Sr. Jorge Morikawa, em Cotia, SP, em uma área telada de cerca de 5000m².



A alface, que é mais resistente ao calor estava muito ruim no campo. A chicória frise, o agrião e a rúcula que são muito delicadas e não se pode produzi-las na época verão, estavam com extrema qualidade sob Aluminet

No cinturão verde de Brasília e de Goiânia, ou seja, em clima típico da região de cerrados, os resultados surpreenderam as expectativas.

Em teste feito em Brasília no núcleo rural de Taquara, comparando-se telado de Aluminet, com estufa e campo, o tratamento com Aluminet obteve melhor relação custo/benefício. O consumo de água foi em média 15% menor que a campo aberto.

Uma eficiência ainda maior em economia de água foi alcançada, quando utilizou-se o cultivo em caixas contendo substrato, como no caso do produtor Nestor Grehs, de Goiânia.

As caixas utilizadas propiciaram melhores condições fitossanitárias e maior economia de água, pois eliminaram a perda por percolação no solo.

O telado também tem sido empregado por produtores de morangos nas regiões de Atibaia-SP, Sul de Minas Gerais, Curitiba e Serra Gaúcha. O telado de Aluminet diminui a temperatura do solo, fazendo com que o morangueiro emita flores mesmo nas estações mais quentes, proporcionando produções fora de época e melhores preços agrícolas. Em locais frios como a Serra Gaúcha, Aluminet evitou geadas de inversão térmica de até -5 graus.

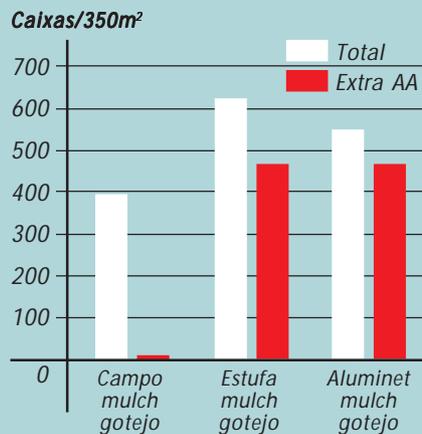
Por fim, a utilização da malha termorrefleitora Aluminet veio para ficar, para controlar a temperatura tanto em estufas, como em telados para hortaliças e morangos. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; SOUZA, R.P.; RIBEIRO, R.V. 2001. Seasonal responses of photosynthesis and chlorophyll fluorescence of citrus seedlings grown in greenhouse with reflective shade net. In 6th International Congress of Citrus Nurserymen. Program & Abstracts. Ribeirão Preto. p. 71,1991.

PRODUTIVIDADE do Pimentão (Total e Extra AA)

Plantio de 15 de fevereiro de 2001



Telado de Aluminet para pimentão

Perigo da salinização em ambientes protegidos

ROBERTO TESTEZLAF

ENG. AGRÍCOLA, PH.D. EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, PROFESSOR TITULAR DA FEAGRI/UNICAMP, CIDADE UNIVERSITÁRIA ZEFERINO VAZ, C. POSTAL 6011, CAMPINAS, SP, CEP: 13083-970. FONE: (019) 3788-1029 E FAX: (019) 3788-1010 – E-MAIL: bob@agr.unicamp.br

SÉRGIO OLIVEIRA PINTO DE QUEIROZ & ROBERTO TESTEZLAF

ENG. AGRÔNOMO, MSc. EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, DOUTORANDO DA FEAGRI/UNICAMP, CIDADE UNIVERSITÁRIA ZEFERINO VAZ, C. POSTAL 6011, CAMPINAS, SP, CEP: 13083-970. FONE: (019) 3788-1029 E FAX: (019) 3788-1010 – E-MAIL: queiroz@agr.unicamp.br

Salinidade e ambiente protegido

A prática da agricultura em ambientes protegidos tem-se destacado pela aceitabilidade entre os agricultores, permitindo a racionalização no uso de pequenas áreas e mananciais com baixa disponibilidade hídrica, associando elevadas produtividades à qualidade e à perspectiva de obtenção de maiores lucratividades pela sua produção.

O impedimento à entrada da água das chuvas nesses ambientes torna a irrigação imprescindível e o uso conjunto da fertirrigação, uma

ferramenta que possibilita redução de custos e otimização da aplicação de água e fertilizantes. Todavia, o uso intensivo e indiscriminado dessas técnicas associa ao potencial natural de salinização da água aquele inerente aos fertilizantes, podendo levar, assim, à rápida salinização dos solos, reduzindo a produção das culturas. Um exemplo do início do processo de salinização é mostrado na Figura 1, onde está evidente o aparecimento de franjas salinas na produção de pepino em um experimento realizado com irrigação por gotejamento.

Em condições de ambiente protegido, a ocorrência do acúmulo de sais nos solos pode ter como origem:

- uso de águas subterrâneas de qualidade inferior (ricas em cloretos, sódio, cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos);
- adição de fertilizantes com elevados índices salinos em quantidades superiores à requerida para a nutrição das plantas.

Como a água captada para uso de irrigação provém, na sua maioria, de águas superficiais de rios e córregos, sem conteúdos limitantes de sais, a falta de um manejo adequado da fertirrigação passa a ser o fator principal e decisivo para a ocorrência destes processos, sob condições de ambiente protegido.

O processo de acumulação de sais ocorre, quando a quantidade de sais adicionada via água de irrigação é maior que a sua retirada pelo sistema radicular da planta, associada à falta de drenagem do perfil do solo. Este fenômeno vem sendo observado em diversos países como Espanha e Portugal (Rosa, 1997) e, mais recentemente, no Brasil, em especial no estado de São Paulo (Silva et al., 1999), podendo tornar-se em pouco tempo em um sério fator de comprometimento do potencial produtivo do solo e inibidor da produção vegetal.

Monitoramento, prevenção e recuperação

O monitoramento freqüente dos níveis de sais solúveis nos solos ou substratos e nas fontes de água é de extrema importância para prevenir o aparecimento de processos de salinização. Esse monitoramento, realizado pela medida da

FONTE: FONSECA - 1998

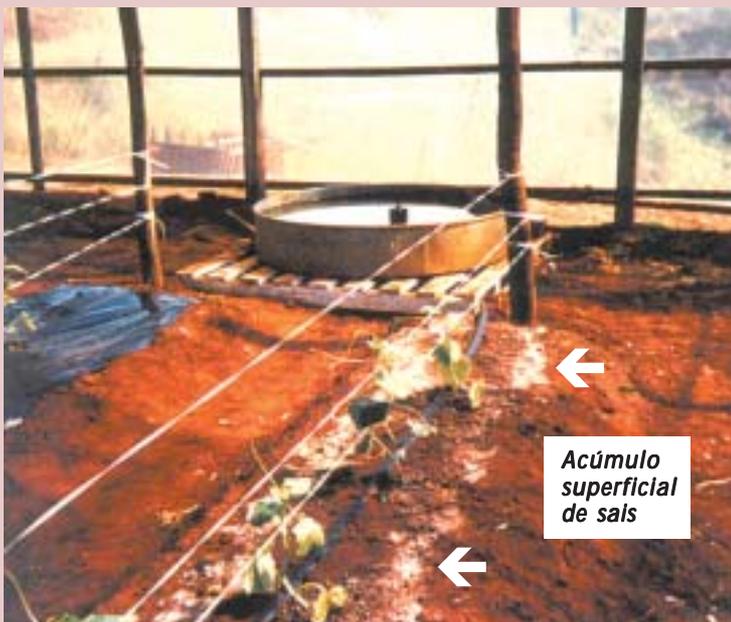


FIGURA 1 – Salinização em cultivo de pepino sob ambiente protegido

condutividade elétrica, deve analisar os limites aceitáveis recomendados pela pesquisa para diferentes culturas.

Recomenda-se também que a condutividade elétrica seja monitorada em todos os pontos de aplicação de água, desde a fonte de água, passando pela solução de fertirrigação a ser fornecida às plantas, até no solo, próximo à zona radicular das plantas. O Quadro 1 apresenta níveis gerais de risco das águas de irrigação que podem comprometer a produção das culturas.

Outros parâmetros básicos para avaliação da qualidade de água para irrigação devem ser considerados, quando se pensa em produtividade e qualidade, são eles: acidez (pH), cálcio, magnésio, sódio, potássio, sulfato, cloreto, carbonato e bicarbonato ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$), nitrogênio (mg.L^{-1}); total de sólidos dissolvidos (mg.L^{-1}) e

QUADRO 1 – Classificação da água de irrigação quanto ao risco de salinidade

Classe de salinidade	Faixas de CEa (UCCC*) (dS. m^{-1})	Risco de salinidade
1	< 0,75	Baixo
2	0,75 - 1,50	Médio
3	1,50 - 3,00	Alto
4	> 3,00	Muito alto

(* UCCC - University of California Committee of Consultants
Fonte: Pizarro - 1996

relação de sódio trocável corrigida ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$).

Para Burgueño (1996), o monitoramento da ocorrência desses processos surge como uma alternativa mais racional, podendo ser adotado em conjunto com o manejo da irrigação, pelo uso de métodos de laboratório ou de campo para a determinação da condutividade elétrica.

Os métodos laboratoriais, como o do extrato de saturação, são mais precisos, mas apresentam o inconveniente de demandarem mais tempo para a obtenção de resultados e exigirem infra-estrutura laboratorial. Entre os métodos de campo destacam-se os extratores de solução do solo e aqueles que se baseiam em determinações eletromagnéticas (TDR e FDR). Estes últimos vêm sendo estudados em condições de laboratório e campo por diferentes instituições de pesquisa. A Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp (SP) é uma das que tem avaliado as limitações e aplicabilidades dessa técnica para as condições brasileiras. A Figura 2 destaca o equipamento de marca Delta, modelo Sigma Probe, que vem sendo utilizado em experimentos em vasos.



FIGURA 2 – Equipamentos eletromagnéticos (Sigma Probe e TDR) utilizados em experimentos em vasos

Quando o processo de salinização é detectado, surgem, como alternativas, o uso de culturas e cultivares mais tolerantes aos sais ou a determinação de lâminas requeridas de lixiviação, permitindo a lavagem dos sais através de drenagem. Contudo, práticas de lixiviação podem levar à eutrofização das águas e facilitar o desenvolvimento de algas e microrganismos, comprometendo o desenvolvimento sustentável.

Considerações econômicas e ambientais

Considerando o aspecto econômico, a salinização de solos em ambientes protegidos tem um forte impacto negativo, pois ocorre em áreas que receberam elevados investimentos financeiros. Dentro da perspectiva da produção sustentável em ambientes protegidos, torna-se essencial aliar o monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo ao manejo da fertirrigação, garantindo a qualidade e a otimização da produção, sem o comprometimento dos recursos naturais. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURGUEÑO, H. **La fertirrigación en cultivos hortícolas com alcochado plástico**. Culiacan: BURSAR, 1996. v. 1, 45 p.
- FONSECA, I. C. B. **Efeito de cores de plástico para cobertura de solo e da enxertia em alguns parâmetros fisiológicos do pepino japonês**, 103 p. Tese (Doutorado em Botânica), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 1998.
- ROSA, E. A. S. **Salinização em ambiente protegido**, In: Foro Internacional de Cultivo Protegido, Botucatu, São Paulo, Anais..., p.: 226 - 262, 1997.
- SILVA, E. E. F., DUARTE, S. N., COELHO, R. D. **Salinização dos solos cultivados sob ambientes protegidos no estado de São Paulo**, In: Fertirrigação - citros, flores, hortaliças, Piracicaba, São Paulo, Ed. Agropecuária, p.:267-278, 1999.
- PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**, 3a edición, Ed. Mundi-Prensa, madrid, 1996. 511p.

Uma provocação de Campo Grande, no Mato Grosso do Sul

Com uma equipe de cinco pessoas conseguir montar cinco túneis de 15mx6m em um dia, a um custo de R\$400,00/túnel, incluindo-se mão-de-obra, material e sistema de irrigação, com tubos gotejadores de 0,3m a 0,3m ao longo de cada canteiro, em novas instalações na periferia de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Um desafio ou uma missão impossível? Com muita simplicidade, iniciava-se a mudança de local de cultivos protegidos, tendo-se um poço de uma polegada, com 20m de profundidade, para atender à irrigação, em área de 10,5 ha, em contrato de cinco anos, com opção de comprá-la no futuro.

FOTOS HELVECIO M. SATURNINO



Desafio cumprido:
a construção de cinco casas de vegetação em túneis, a um custo 3 vezes menor e em apenas 1 dia

Lúcio Teles da Silva, 40 anos, um engenheiro eletrônico, formado em 1984 pela Universidade do Desenvolvimento Regional do Pantanal, protagonista dessa façanha, começou a vida profissional paralelamente às atividades que exercia com o pai, na fazenda.

Iniciou seus negócios como representante de componentes eletrônicos e, sem perder o vínculo com o meio rural, não tardou a optar pela representação do criativo e competitivo mundo dos suplementos minerais para atender à florescente pecuária bovina de Mato Grosso do Sul.

Afeito ao comércio, Lúcio percebeu também o alcance de trabalhar com a irrigação em cultivos protegidos, logrando-se rápidos giros de capital. Segundo ele, os custos de fazer essas instalações seriam da ordem de R\$1.200,00/túnel, em aquisições de pacotes no mercado. Mas, com base em uma experiência anterior, quando já havia perdido casas de vegetação de 10mx40m, com 2,5m de pé direito e altura central de 3,5m, devido a problemas de ventos, optou pelos túneis mais

baixos e resistentes. Ao considerar os prós e os contras nessa estrutura fechada, Lúcio sentia-se mais confiante nas improvisações, seja para ajustar a temperatura com a circulação de ar, seja para conduzir as plantas. E, não perdeu muito tempo em questionamentos, para se convencer que o próximo conjunto já iria ter um metro de telas nas laterais.

Em 1995, ele teve a oportunidade de começar o negócio com cultivos protegidos, plantando alface e tomate, diretamente no solo, assumindo as instalações, com 160 casas de vegetação, de um produtor que havia desistido de tocar cultivos protegidos de melão, em uma chácara distante 70 km de Campo Grande. Viu que o negócio era produzir com qualidade e ofertar produtos na época de escassez, conseguindo bons canais de comercialização. Iniciou com uma área coberta de 2.500m² e optou por concentrar-se mais na alface americana. Com os preços de venda da ordem de R\$0,70/pé, no verão, e de R\$0,25, no inverno, caindo para até R\$0,05/pé nessa época, verificou o ônus de manter-se no mercado diante dessa sazonalidade, com períodos de preços abaixo do custo de produção. Com sua experiência anterior, constatou também que, no verão, só conseguia colher com qualidade cerca de 70% daquilo que plantava, pois o período favorecia o apodrecimento.

Tendo o pepino como a principal cultura, Lúcio estima que o custo da alface seja da ordem de R\$0,08/pé. Uma forma bastante peculiar de apropriação de custos que, certamente, é um transtorno para os concorrentes. Ele imputa a amortização dos investimentos somente na cultura do pepino. Considera que a alface entra providencialmente na rotação de culturas, como uma cunha, aproveitando a adubação residual e períodos de ociosidade da mão-de-obra, cujos custos já estão computados na cultura do pepino.

Este quadro geral é uma referência e um alerta para se calcularem as possíveis margens médias de lucro, com peculiares nuances de mercado. São diversos os óbices a serem superados, para que qualquer empreendedor possa auferir uma remuneração compensatória. Lúcio já chegou a produzir 15 mil pés de alface por dia, com as implicações de colher, lavar, empacotar e

entregar na hora certa. Tudo exigindo muito trabalho e dedicação pessoal para fazer funcionar essa linha de produção. Esse é um dos pontos cruciais do negócio, onde imperam as restrições de capital e a necessidade de uma determinada escala. Para o pepino, verificou ser mais vantajoso terceirizar o trabalho de colocá-lo em bandejas para a comercialização.

Foi em agosto de 2000, que Lúcio iniciou a produção de pepino japonês, com a experiência de mercado e de cultivo das outras culturas, explorando seus canais de comercialização. Já havia sofrido com ventos e concluído que a estrutura mais alta e os plásticos não estavam resistindo bem às condições da região. Avaliou e optou por túneis com 2,5m de altura no centro, arqueando tubos de 1 e ¼ de polegada, colocando-os de 3m em 3m de distância e utilizando-se bobina de plástico de 100mx9m para cobrir os módulos de 15mx6m, enterrando cerca de 0,5m de lona em cada lado, mantendo-a perfeitamente esticada e firme. Com portas de 2,2m de altura, por 2m de largura nos dois extremos, estes túneis abrigam cinco canteiros de 15mx0,5m, com 90 plantas de pepino por canteiro. A colheita começou com 28 dias após o transplante, colhendo-se cerca de 25 caixas por túnel de 15mx6m, durante cerca de 40 dias. Considerando-se oito a dez dias para ter as bandejas de mudas prontas, poder-se-ia projetar quatro giros/ano/túnel, com um ciclo de 80 dias.

Com a assessoria do engenheiro agrônomo João Ricardo Ferri, dono de uma casa comercial, estava seguindo um programa de fertirrigação adaptado do Chile, com produtos para as fases iniciais de desenvolvimento e de produção do pepino. Segundo João Ricardo, é mais seguro vender as fórmulas prontas, sem abri-las para o produtor. Assim, não há improvisações e, se o programa for bem seguido, o produtor poderá responder por ele. Com experiência de oito anos nesse mercado, João Ricardo considera que há um amplo espaço para ampliação desses negócios em Campo Grande, mercado abastecido por mais de 60% das olerícolas que vêm de outros Estados.

Nos aspectos agrônômicos, o produtor evita usar esterco e cama de animais, com receio da contaminação por fungos e bactérias. Prefere usar 3kg de solomax/m². No teto, correspondendo a cada um dos cinco canteiros, estica um arame. Faz o espaldeiramento vertical, ligando um fio de nylon branco, o chamado fitilho, desse arame ao pé da planta ou ao tubo gotejador.

As correções e adubações são feitas com base na análise dos solos e o controle de pragas e doenças obedece a um acompanhamento diário, com muita observação. Este é considerado um

dos pontos-chave desse negócio.

Quanto à irrigação, Lúcio tem como parâmetro uma necessidade do pepino da ordem de 2 litros de água/m²/dia, estimando-se cerca de 200L/túnel/dia.

O plano de rotação de culturas nessa nova área iniciada com pepino inclui a alface como a primeira alternativa, aliando-se a experiência acumulada na comercialização e produção com os requerimentos agrônômicos. Pinçar trabalhos como o de Lúcio e trazê-los à consideração dos leitores é uma forma de provocar e enriquecer o debate em torno das oportunidades de negócios da irrigação em cultivos protegidos.

Para Osmar Yonamine, engenheiro agrônomo da Coopgrande, uma cooperativa com mais de 95% dos cooperados dedicados à horticultura, o negócio não tem sido fácil para os produtores, havendo muito desestímulo no setor. O mercado já aliciou muita gente a entrar nos cultivos protegidos, mas nem 1% dos cooperados está nesse negócio. De fato, só dois produtores da região estão com produções comerciais de hortaliças. Outros poucos estão com cultivos protegidos na



Foi em agosto de 2000, que Lúcio Teles iniciou a produção de pepino japonês, com a experiência de mercado e de cultivo das outras culturas, explorando seus canais de comercialização

produção de mudas. A distância de Campo Grande aos centros fornecedores de insumos e equipamentos é outra limitação ao desenvolvimento dos cultivos protegidos.

Para ter sucesso, é muito importante um rigoroso programa de produção e comercialização. Não cabe meio termo no manejo. Precisa-se de rotação de culturas, de desinfecções do solo e de rigoroso controle de pragas e doenças, de controle do ambiente, principalmente da temperatura. Afinal, precisa-se de pessoas com capacidade de gerenciar bem, de ter um mínimo de capacidade de alavancar recursos para bons investimentos iniciais. “Esse é um dos impasses, que tem resultado na grande dependência de Campo Grande e outras cidades do Mato Grosso do Sul de importações de hortaliças de outros Estados”, afirma Osmar, com mais de 20 anos de experiência na região. ■

Um supermercado de informações sobre a manga, um cultivo 100% irrigado

O Brasil ocupa o 9º lugar na produção mundial de manga, com uma área cultivada de 69 mil hectares e uma produção aproximada de 970 mil toneladas. O Nordeste representa 60% dessa área explorada (cerca de 41 mil hectares) e 50% da produção nacional (485 mil toneladas), sendo a região de maior importância na exportação de manga brasileira para os Estados Unidos e Europa. Somente na região do Médio São Francisco, já se encontram instalados, aproximadamente, 20 mil hectares de manga, dos quais 70% são irrigados.

A irrigação e, principalmente, a fertirrigação são uma das tecnologias responsáveis pelas grandes respostas de sucesso na quantidade e qualidade da manga produzida. Para citar como exemplo, um hectare de manga Tommy Atkins adulta na densidade convencional (100 plantas/ha), cultivada em sequeiro, produz cerca de 9 toneladas de frutas por hectare. A mesma variedade, quando irrigada, e nas mesmas condições de idade e densidade, produzirá de 18 a 20 t/ha, o que representa o dobro da produção de sequeiro. Porém, o mais importante no uso da irrigação e fertirrigação está na qualidade da fruta ofertada no mercado. O aporte de nutrientes, como cálcio para resolver o problema do colapso interno da polpa e o potássio para promover maior doçura da fruta, é extremamente favorecido pela fertirrigação. A produção na entressafra, com uso de reguladores de crescimento (paclobutrazol), somente é conseguida com o uso da irrigação.

Com tantas vantagens no uso dessa importante tecnologia, o comitê organizador do VII Simpósio Internacional de Manga não poderia deixar de incluir essa fruta no programa técnico do evento, com um *workshop* específico sobre irrigação/fertirrigação. Outros 13 importantes temas, como melhoramento, fisiologia, biotecnologia, marketing etc., serão também discutidos em conferência e *workshops* durante o simpósio. O evento será realizado em Recife-PE, de 22 a 27 de setembro de 2002, no Centro de Convenções do Mar Hotel. Aguardam-se cerca de 500 participantes, sendo quase a metade formada por cientistas de 25 países que produzem e exportam manga. Nos cinco dias do simpósio, é esperada a transferência de mais de 2 mil informações dos quase 250 trabalhos a serem apresentados e cerca de 200 novas tecnologias poderão ser adicionadas ao sistema de produção da manga brasileira.

Informações sobre o simpósio pelo e-mail: emenezes@cpatsa.embrapa.br. ■

FOTO HELVECIO M. SATURNINO



Alberto Carlos de Queiroz Pinto, pesquisador da Embrapa Cerrados, é um dos organizadores do VII Simpósio Internacional de Manga

Citricultura e a produção de mudas em ambiente protegido

FOTO MAURICIO ALMEIDA

MARCOS ANTONIO MACHADO

CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA/IAC

A citricultura no Brasil é uma das mais importantes agroindústrias, respondendo por um faturamento anual da ordem de 1,5 bilhão de dólares, com exportações de suco concentrado e subprodutos da laranja (pectina, óleo, ração). O estado de São Paulo é responsável por 82% da produção nacional, ocupando uma área de 881 mil ha (91% de laranja doce e 9% com tangerinas e outras variedades), com 214,1 milhões de plantas em produção e 31,3 milhões de plantas novas, e uma taxa anual de renovação da ordem de 15%. Os dados do ano 2000 demonstram que o Estado produziu 422 milhões de caixas (40,8 kg), sendo 71% destinados à indústria de suco concentrado, 28%, ao mercado interno e 1%, à exportação de fruta fresca. Essa agroindústria gera cerca de 400 mil empregos diretos e indiretos, envolvendo 20 mil produtores, em 204 municípios de São Paulo. A produção anual de suco concentrado é da ordem de 1.300 mil toneladas e envolve 15 fábricas e 926 extratoras. A produtividade média é de 22 t/ha e considerada muito baixa, quando comparada com a da Flórida.

O advento de doenças com alta taxa de transmissão por vetores alados induziu o setor a estabelecer um sistema de produção de mudas sob proteção, que, a partir de 2001, passou a ser lei em todo o estado de São Paulo. Com uma produção avaliada em 15 milhões de porta-enxertos por ano, o setor citrícola tem, atualmente, cerca de 30% das mudas em sistema de proteção. Nessas condições, existe uma demanda real para sistemas eficientes de irrigação, quando não de fertirrigação, uma vez que toda a produção é conduzida em sistema de *containers* (vasos) com a utilização de substratos definidos. Existe desse modo, uma crescente demanda por sistemas eficientes de irrigação, assim como por informações sobre condução e manejo desse novo sistema de produção de mudas de citros. Muitas das experiências utilizadas baseiam-se em sistemas análogos de plantas anuais, especialmente ornamentais.

A Semana da Citricultura, que acontece na primeira semana de junho no Centro de Citricultura (Rod. Anhanguera km 158, em Cordeirópolis) é um bom fórum para apresentação de propostas e discussão sobre o tema "Irrigação de citros em sistema de produção de mudas sob proteção", ampliando-se as bases dos trabalhos a serem desenvolvidos no XII Conird, de 9 a 13 de setembro, em Uberlândia, MG. ■

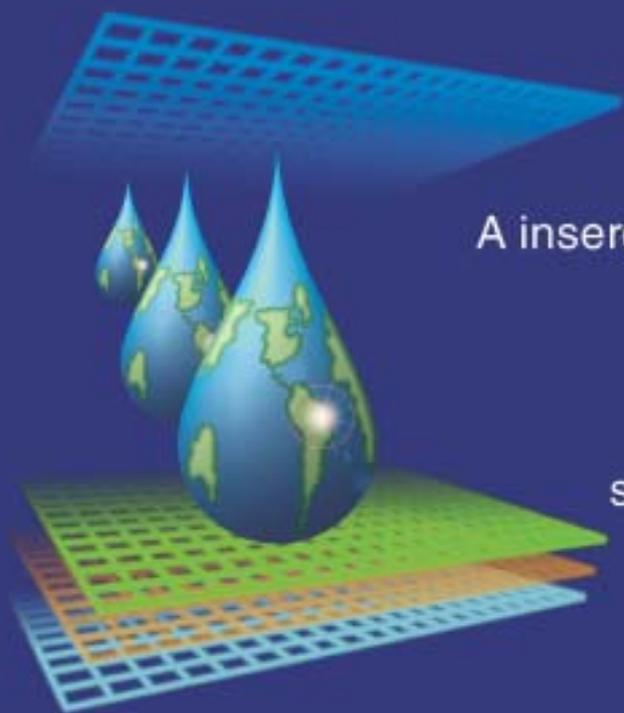
FOTO HELVECIO M. SATURNINO



O pesquisador Marcos A. Machado, ligado ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo de Campinas (www.centrodecitricultura.br) é um dos cientistas envolvidos em estratégicos trabalhos voltados para o genoma e da biotecnologia aplicada ao desenvolvimento da citricultura. Para ele, a irrigação é a base para os cultivos protegidos que, por sua vez, está viabilizando a rápida e segura multiplicação dos avanços da biotecnologia, com esses ambientes altamente controlados, garantindo-se mudas de qualidade na competitiva cadeia produtiva da citricultura.

XII CONIRD

CONGRESSO NACIONAL DE
IRRIGAÇÃO E DRENAGEM



A inserção da agricultura irrigada
no ciclo hidrológico com:
segurança alimentar,
revitalização hídrica e
sustentabilidade ambiental

9 a 13 de setembro de 2002
Center Convention
Uberlândia - MG

INFORMAÇÕES

www.funarbe.org.br/conird • www.minasplan.com.br
Funarbe 31-3891-3204 • Minasplan 31-3371-3377
abid@funarbe.org.br • abid@minasplan.com.br

PROMOÇÃO



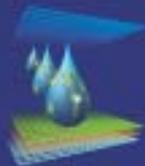
SECRETARIA TÉCNICA

F U N A R B E

REALIZAÇÃO



minasplan



APRESENTAÇÃO

Entre as reflexões que permeiam a sociedade nesse início de século e do milênio, a do uso múltiplo da água, a da distribuição mais equitativa das riquezas e a da segurança alimentar, despontam como desafios crescentes para que se logre um equilibrado desenvolvimento em termos sociais, ambientais e econômicos. Assim, a preocupação com a inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrológico com segurança alimentar, revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental.

Trata-se de uma visão mundial, com seus enormes contrastes, onde se descortina um amplo leque das mais variadas oportunidades de inserção comercial do Brasil nesse mercado globalizado, considerando-se suas vantagens comparativas. Nesse aspecto, o agronegócio, calcado na agricultura irrigada, é vislumbrado como um dos mais competitivos, seja para o abastecimento interno ou para a exportação.

OBJETIVOS

O principal objetivo do XII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem é fortalecer esse fórum, para proporcionar mais discussões e entendimentos sobre novas tecnologias e sobre os avanços em favor do uso eficiente da água e demais recursos naturais, para resolver problemas de gestão compartilhada dos recursos hídricos.

Mobilizar a comunidade voltada para a irrigação e drenagem e áreas afins, promover e fortalecer a sua integração tecnológica, comercial, social e econômica e discutir métodos e processos são os grandes desafios dos profissionais e organizações que atuam no setor, fortalecendo-se o agronegócio da agricultura irrigada no Brasil.

PÚBLICO DE INTERESSE

- Produtores, empresários e demais agentes econômicos envolvidos nessa cadeia produtiva.
- Fabricantes e fornecedores de máquinas, equipamentos, insumos e serviços para agricultura irrigada.
- Eng.^{os} Agrônomos, Agrícolas e Mecânicos, Técnicos Agrícolas e demais profissionais especializados em irrigação e drenagem.
- Professores universitários, pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação dos cursos afins.

TEMÁRIO

A integração tecnológica, comercial, sócio-econômica e ambiental para o planejamento e desenvolvimento da agricultura irrigada.

- Parcerias para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada.
- Utilização de água subterrânea na irrigação.
- Re-utilização da água.
- Coeficientes de Cultivos.
- Fertirrigação.
- Cafeicultura irrigada.
- Produção de carne e leite em pastagens irrigadas.
- Irrigação em cultivos protegidos: mudas, hortaliças, frutas e flores.
- Irrigação na fruticultura com ênfase na citricultura.

PATROCÍNIOS E FEIRA PARALELA

As empresas interessadas em patrocinar o CONIRD ou participar com exposição e demonstração de máquinas, equipamentos, produtos e serviços para irrigação e drenagem devem entrar em contato com a Minasplan.

PROGRAMAÇÃO PRELIMINAR

	9 - 2ª feira	10 - 3ª feira	11 - 4ª feira	12 - 5ª feira	13 - 6ª feira	14 - sábado
7:30 às 10:00h	Credenciamento	Mini-Cursos Visitas aos Estandes Sessão Posters Reuniões Técnicas	Atividades Pós-Evento			
10:00 às 12:00h		Conferência	Conferência	Conferência	Conferência	
12:00 às 14:00h		Almoço Visita aos Estandes Sessão Poster	Dia de Campo UFU			
14:00 às 19:00h		Simpósios Visita aos estandes Sessão Posters Atividades diversas	Simpósios Visita aos estandes Sessão Posters Atividades diversas	Simpósios Visita aos estandes Sessão Posters Atividades diversas	Simpósios Visita aos estandes Sessão Posters Atividades diversas Encerramento	
19:00h	Abertura Oficial Inauguração da Feira	Confraternização	Confraternização	Confraternização		
20:30h	Coquetel					

Fertirrigação de hortaliças

WASHINGTON L. C. SILVA

Ph.D., EMBRAPA HORTALIÇAS - BRASÍLIA DF
E-MAIL: wsilva@cnph.embrapa.br

WALDIR A. MAROUELLI

Ph.D., EMBRAPA HORTALIÇAS - BRASÍLIA DF
E-MAIL: waldir@cnph.embrapa.br

Introdução

Fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes às plantas, via água de irrigação. Com a expansão do uso dos sistemas de microirrigação (gotejamento e microaspersão), tanto em condições de campo, quanto em cultivo protegido, tornou-se imperativo utilizá-los também para a aplicação de fertilizantes, pois eles têm características estruturais e operacionais extremamente favoráveis a esta prática.

As principais vantagens da fertirrigação são: maior eficiência no uso de fertilizantes, aplicação da dosagem correta na profundidade e ocasião adequadas, maior facilidade no processo de aplicação, possibilidade de automação e uso em praticamente qualquer tipo de solo ou substrato. Existem, entretanto, riscos de salinização do solo, entupimentos de emissores e de contaminação ambiental associados à fertirrigação.

Tipos e fontes de nutrientes

Tanto macro como micronutrientes podem ser aplicados via fertirrigação. Os macronutrientes mais usados são: nitrogênio, potássio e fósforo, nesta ordem. O potássio e, principalmente, o nitrogênio são largamente utilizados por serem elementos essenciais, de alta mobilidade no solo e, conseqüentemente, mais sujeitos a perdas por lixiviação. O parcelamento de sais de nitrogênio e potássio é muito apropriado para a utilização em fertirrigação, devido à alta solubilidade desses produtos.

Como principais e mais utilizadas fontes de nitrogênio têm-se: uréia (45% de N), sulfato de amônio (20%), nitrato de amônio (32%), nitrato de cálcio (15%), nitrato de potássio (14%), MAP (12%) e DAP (21%). Os fatores determinantes para a escolha de um ou de outro produto geralmente são o custo e a disponibilidade no mercado. Outros fatores também devem ser levados em conta. O sulfato de amônio e a uréia, por exemplo, tendem a acidificar o solo. A amônia anidra (83%) pode ser utilizada, mas deve ser manejada com muito cuidado por ser um produto muito volátil e tóxico. O sulfuran (20%) é outro produto que traz benefício adicional por conter, aproximadamente, 4% de enxofre. Quando

existem condições muito alcalinas, tanto da água quanto do solo, é possível utilizar o ácido nítrico diluído com fonte de N, que também serve para limpeza do sistema, mas isso tudo requer cuidados especiais. Finalmente, devem-se considerar ainda a solubilidade dos produtos e a compatibilidade com outros fertilizantes no caso de misturas.

O produto mais barato e possivelmente mais empregado como fonte de potássio é o cloreto de potássio, que contém 60% de K_2O . O nitrato de potássio é mais caro, mas também é bastante usado, pois contém 44% de K_2O e 14% de N. Também são usados o hidróxido de potássio (70%), o sulfato de potássio (50%) e o fosfato monopotássico-MKP (23%). O potássio exerce importante papel na nutrição de hortaliças, além de melhorar o teor de sólidos solúveis de frutos como melão e tomate. Ions acompanhantes, como cloreto e sulfato, podem causar toxicidade às plantas, quando aplicados em excesso.

O fósforo, por sua vez, por ser um elemento pouco móvel no solo, não é muito indicado para aplicação via água de irrigação. Os produtos fosfatados também são muito sujeitos à precipitação, o que contribui para o entupimento de gotejadores, principalmente quando a água é rica em cálcio e magnésio. Em solos muito arenosos e com baixo teor de matéria orgânica, a aplicação de fósforo via água de irrigação pode ser vantajosa.

As principais fontes de fósforo utilizadas em fertirrigação são as várias formas de ácido fosfórico (30% a 80% de P_2O_5). Os ácidos são menos sujeitos a reações químicas que formariam outros compostos que poderiam precipitar e causar entupimentos. A aplicação de ácido fosfórico tem ainda a vantagem de reduzir o pH da água e, conseqüentemente, reduzir o risco de precipitação de carbonatos e entupimentos de emissores, além de ser indicado para o uso em gotejamento subterrâneo, evitando entrada de raízes nos gotejadores.

Existem outras fontes de fósforo que são utilizadas em fertirrigação como MKP (28% de P_2O_5), MAP (60%) e DAP (53%). Aplicações de produtos fosfatados, entretanto, devem ser feitas com muito cuidado para evitar problemas de precipitação e entupimentos. Estes cuidados dizem respeito, principalmente, ao pH alto e à presença de cálcio e magnésio em excesso na água de irrigação.

Em geral, o cálcio, o magnésio e o enxofre não são aplicados via água de irrigação e sim fornecidos ao solo na forma de calagem ou adubação de pré-plantio. Parte das necessidades de cálcio, entretanto, tem sido suprida na forma de nitrato de cálcio, que é bastante solúvel e também importante fonte de nitrogênio. O enxofre também é aplicado com outros nutrientes na forma de sulfatos. Os micro-

nutrientes como zinco, boro, molibdênio, manganês, ferro e cobre também podem ser aplicados via fertirrigação, entretanto, devem-se observar a compatibilidade, a solubilidade e outras características dos solos e dos fertilizantes que contêm estes elementos.

Os quelatos são compostos orgânicos solúveis em água que podem ser utilizados em fertirrigação. Estes produtos são muito eficientes para aplicações de cobre, ferro e zinco, mas têm custo relativamente elevado para serem utilizados largamente. Na verdade, são mais empregados em soluções nutritivas para cultivos hidropônicos.

Existem no mercado soluções fertilizantes, geralmente misturas de N e K, que podem ser usadas em fertirrigação, mas estas devem ser avaliadas com cuidado, pois nem sempre atendem às necessidades específicas de cada caso. O ideal é o produtor preparar sua própria mistura com base nas reais necessidades e características de cada situação. Além de melhor adequação agrônômica, geralmente este procedimento faz com que os custos sejam reduzidos.

No preparo das misturas, devem ser observadas a solubilidade, a compatibilidade e a concentração dos produtos, além do requerimento das plantas. Em geral, soluções mais concentradas são mais indicadas, porque reduzem o tempo para a injeção dos fertilizantes no sistema. Nessas situações, fatores como a temperatura de armazenamento das misturas devem também ser observados, pois podem alterar a estabilidade das soluções.

Métodos e equipamentos de aplicação

Basicamente existem três métodos para aplicação de fertilizantes, os quais empregam diferentes princípios e equipamentos:

- o tanque de injeção é um cilindro hermeticamente fechado onde o fertilizante, previamente solubilizado, é colocado. Por esse cilindro passa parte da água, no mínimo quatro vezes o volume do tanque, que se destina às plantas, por diferença de pressão, transportando o produto até os emissores;
- a bomba injetora/dosadora é um equipamento que retira o produto a ser aplicado de um reservatório e o injeta diretamente no sistema de irrigação. As bombas de pistão e o diafragma são os tipos mais utilizados. A bomba de pistão é mais indicada para trabalhar em sistemas de alta pressão ou sujeitos a variações de pressão como o pivô central;
- o venturi é um injetor que se baseia no princípio hidráulico de Venturi e que consiste de um estrangulamento de uma tubulação, causando uma sucção, devido à mudança na velocidade de fluxo.

Cada um dos métodos apresenta vantagens e desvantagens comparativas. O tanque é relativamente barato, mas tem a desvantagem de aplicar o produto de forma não-uniforme, em relação ao tempo de aplicação. É recomendável para aplicações mais demoradas ou pouco frequentes. As bombas injetoras usadas atualmente vêm acopladas a motores elétricos, mas as dosadoras modernas trabalham com a pressão da própria água de irrigação. Todas são, geralmente, bastante precisas, porém de custo relativamente elevado. O injetor venturi tem construção simples, é de boa precisão e de baixo custo. A perda de carga causada no sistema deve ser prevista no dimensionamento, para não comprometer a eficiência da aplicação. Existem no mercado vários tipos e tamanhos de venturi, para qualquer tipo de aplicação. Para sistemas maiores é recomendado o uso de uma pequena bomba centrífuga, como *booster*, para contrabalançar perdas de carga acarretadas pelo venturi.

FOTOS WASHINGTON L. C. SILVA



Pequena instalação de fertirrigação utilizando injetor Venturi



Instalação de Injeção de fertilizantes com bombas injetoras e filtros



Sistema de injeção de fertilizantes automatizado, com solução estoque

Manejo da fertirrigação

As quantidades aplicadas de cada nutriente devem ser sempre determinadas com base na análise do solo e no requerimento de cada cultura. Aplicações deficitárias prejudicam o desempenho da cultura, enquanto aplicações excessivas favorecem os desperdícios, a salinização do solo, a contaminação do meio ambiente e podem interferir na absorção de outros nutrientes.

Na produção de hortaliças, o suprimento de nutrientes pode ser feito de duas maneiras: **1)** uma aplicação de todos os produtos (N, P, K + micronutrientes) via fertirrigação; ou **2)** uma aplicação de pré-plantio, por meio convencional, e outra, do restante dos produtos, via água de irrigação. No primeiro caso, imediatamente após o plantio ou transplante, deve ser iniciado o processo de fertirrigação. No segundo, geralmente todo o fósforo, que pode ser na forma de superfosfato duplo ou triplo, os micronutrientes necessários, mais 10-20% de nitrogênio e potássio são aplicados. Os restantes de N e K são aplicados por meio da água de irrigação, podendo ter seu início uma ou duas semanas após o plantio ou transplante.

Em termos de frequência de aplicação, esta pode ser feita todas as vezes em que forem realizadas as irrigações ou a intervalos maiores. A frequência depende de fatores como a capacidade do sistema, mão-de-obra disponível, tipo de solo, tipo de cultura ou mesmo da preferência do produtor. No caso de sistemas automáticos, controlados por computador, as aplicações podem ser realizadas tantas vezes quanto fisicamente possível.

Aplicações de fertilizantes em regime de alta frequência e em pequenas quantidades têm a vantagem de reduzir a lixiviação dos nutrientes, devido a eventuais chuvas ou mesmo irrigações excessivas, e também manter o nível de fertilidade próximo do ótimo. Em condições normais de clima e em solos de textura média e fina, aplicações semanais podem ser satisfatórias para a maioria das hortaliças.

Quanto ao parcelamento de nutrientes, este é mais complicado, porque envolve o processo de crescimento e de reprodução das plantas. Nesse caso, o que parece ser mais adequado, principalmente para o caso do nitrogênio, seria seguir a curva de crescimento das plantas até sua maturidade. Geralmente, o requerimento de nutrientes pelas plantas depende da sua taxa de acúmulo de matéria seca. Em hortaliças como tomate e pimentão, por exemplo, esta taxa geralmente é baixa nas primeiras três a quatro semanas após o transplante, há um intenso acréscimo nas cinco a seis semanas subsequentes, para depois manter-se, aproximadamente, constante durante grande parte da frutificação e diminuir gradativamente durante a maturação de frutos.

Não havendo informações seguras, o parcelamento de nutrientes pode ser feito de forma que todo o requerimento seja suprido equitativamente

durante todo o ciclo produtivo da cultura. Nutrientes aplicados em excesso, caso não haja problema de lixiviação, poderão permanecer disponíveis no solo para serem utilizados na época de maior demanda pelas plantas. De qualquer forma, deve haver um acompanhamento contínuo do desenvolvimento das plantas. Atualmente, isso pode ser realizado por meio de testes rápidos, em condições de campo. A detecção de sintomas de deficiência nutricional precocemente faz com que medidas remediadoras possam ter mais chances de sucesso.

O manejo da fertirrigação deve também levar em conta o antagonismo e o sinergismo que podem haver entre os nutrientes aplicados e entre estes e a fase de desenvolvimento das plantas. Tem sido observado, por exemplo, que algumas fontes de nitrogênio, quando aplicadas em excesso, podem interferir na absorção de cálcio pelas plantas. Outro exemplo diz respeito a um possível abortamento das flores femininas de algumas hortaliças, devido a aplicações excessivas de nitrogênio durante o florescimento.

O manejo da fertirrigação, quanto à aplicação dos fertilizantes via água, de forma geral, pode ser dividido em três etapas: a primeira, refere-se à aplicação da água; a segunda, à aplicação de fertilizantes mais água; e a terceira, à aplicação de água novamente para lavar o sistema e colocar os nutrientes na zona radicular das plantas. O início deste processo, entretanto, deve ser considerado somente após a completa pressurização do sistema.

O tempo correspondente a cada uma das etapas mencionadas depende principalmente da capacidade do equipamento de injeção e da lâmina de água a ser aplicada por irrigação. Mesmo em irrigações de alta frequência, quando geralmente a quantidade de água a aplicar é pequena, deve-se sempre procurar seguir à risca as três etapas do processo, para se obter uma aplicação uniforme.

Como em qualquer processo de manipulação de produtos químicos, em fertirrigação existe o perigo de contaminação ambiental. Pode ocorrer a interrupção do bombeamento de água por falha elétrica ou mecânica, enquanto o sistema de injeção continua operando; também a bomba injetora pode deixar de funcionar e o sistema de irrigação continuar operando. No primeiro caso, a solução fertilizante pode retornar e contaminar a fonte de água, além de ocasionar a perda do produto. No segundo caso, a água de irrigação pode retornar ao reservatório de fertilizantes, e causar extravasamento da solução, ou, em muitos casos, retornar à fonte de água, causando poluição ambiental.

Duas medidas são importantes para a prevenção desses possíveis acidentes. A primeira é a aquisição de equipamentos de prevenção de retorno, como válvulas de retenção com solenóide. A segunda é a interconexão dos equipamentos com comando elétrico para o fechamento rápido de válvulas de prevenção de retorno. ■

Alguns conselhos importantes para a fertirrigação

O pesquisador Osmar Carrijo, com 25 anos de trabalhos na Embrapa Hortaliças, proporcionou esta edição de dez conselhos sobre fertirrigação, quando proferia uma aula sobre o assunto:

1. Utilizar a fertirrigação em qualquer sistema de irrigação. O ideal é manter o nível ótimo de nutrientes na rizosfera da planta, utilizando-se de altas frequências de aplicações, pequena quantidade de fertilizantes, para diminuir perdas e proteger o ambiente.

2. Usar água pura em todo o processo e gastar $\frac{1}{4}$ do tempo total de trabalho para pressurizar o sistema, $\frac{2}{4}$ para fazer a fertirrigação e $\frac{1}{4}$ para a lavagem do sistema.

3. Fazer sempre uma fertirrigação balanceada, para que haja problemas de antagonismo entre produtos. Por exemplo, o íon amônio causa a diminuição da absorção de magnésio, cálcio, molibdênio e potássio. Se optar pelo sulfato de amônio, nitrato de amônio, até a uréia, que vai virar amônio depois, consulte antes a tabela de compatibilidades. Isso é uma regra básica para todos que vão fazer fertirrigação, formulando-a no próprio local.

4. Aplicar todos os nutrientes via fertirrigação. Uns são menos, outros mais recomendáveis. Nitrogênio e potássio podem ser totalmente aplicados na fertirrigação. Recomenda-se aplicar cerca de 25% do N em pré-plantio. O K deve ser aplicado em pré-plantio, conforme a análise de solo e a curva de absorção. Para o fósforo, a maioria dos autores recomenda não aplicá-lo assim, preferindo fazê-lo totalmente em pré-plantio. Há o uso estratégico do fósforo via água de irrigação.

5. Usar ácido nítrico, ácido fosfórico ou ácido sulfúrico, para fazer a limpeza do sistema, tirar algas e produtos que estão precipitados. É mais prático fazer a aplicação de ácido fosfórico, não passando de 20% a 40% do total de utilização para a cultura, com base na análise do solo. Por quê? Porque a curva de absorção do fósforo e a quantidade de fósforo que a planta precisa são muito pequenas e a quantidade a aplicar é muito grande em decorrência de sua fixação nas condições dos solos tropicais.

6. Na água pesada, o fósforo vai fazer a precipitação do cálcio e do magnésio. O pH da água é corrigido com ácido, que é aplicado para matar os microorganismos. O íon acompanhante do cloreto de potássio é o mais utilizado. Apesar de não ser recomendado, continua sendo usado, porque o KCl é a fonte mais barata de potássio. Na análise de água de irrigação, quando a condutividade elétrica é maior que um dc/m, já pode causar problema. Para precauções com íons acompanhantes, a exemplo do cloro, recomenda-se utilizar o nitrato de potássio.

7. Firmas que prestam assessoria nesse negócio de fertirrigação têm suas recomendações e guardam-nas secretamente. Usar as formulações já prontas é prático e, em alguns casos, pode ser interessante economicamente. Recomendar a preparação da solução no local pode ser uma ótima alternativa técnica e econômica, mas que exige conhecimento.

8. Não se pode esquecer da eficiência de aplicação, que a taxa de absorção é variável com as condições climáticas, mas, principalmente, que a curva de absorção de nutrientes pela cultura precisa estar associada com a produção obtida, quando de sua elaboração, com a análise física e química do solo. Sem essas informações, a curva de absorção é um precário subsídio para um bom trabalho.

9. A metodologia do Papadopoulos leva em consideração a manutenção da fertilidade do solo. Assim, calcular a massa solo, com a área a irrigar por uma profundidade de raízes, multiplicada pela densidade do solo é um pressuposto básico. Essa densidade do solo também denominada densidade aparente ou densidade global procura retratar o todo desse complexo que é o solo, é variável conforme sua textura e estrutura e, para o Cerrado, está em torno de 1 e 1.1, podendo ser maior em solos mais argilosos e variar em outras áreas. Na fórmula para esse cálculo, usa-se a densidade em tonelada/m³, mas que é igual a g/cm³. Calculam-se a massa de solo e a quantidade de nutrientes existentes nele. Nutrientes disponíveis, como indicado na análise desse solo. Daí, calcula-se a necessidade de nutriente para aplicação em fertirrigação, com base em suas exigências, para um determinado rendimento, ou com base na recomendação advinda da análise do solo. No trabalho da quinta aproximação de Minas Gerais, recomenda-se aplicar o nutriente, conforme o nível de segurança que se quer manter no solo, olhando-se as classes de interpretação de fósforo e potássio, por exemplo. Ao escolhê-lo, deve-se manter um bom nível de fertilidade, calcular a quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio para o rendimento esperado.

10. Fertirrigação malfeita pode contaminar o ambiente e acarretar problemas de várias ordens. Assim, trata-se de uma prática e racional operacionalização de várias atividades, com substanciais oportunidades de diminuir custos de produção, exigindo-se um criterioso acompanhamento técnico e gerencial. ■

Coeficientes de cultivo das principais culturas anuais

FOTO HELVECIO M. SATURNINO

COORDENAÇÃO:

PAULO EMÍLIO PEREIRA DE ALBUQUERQUE

EMBRAPA MILHO E SORGO – Cx. Postal 151 – Sete Lagoas, MG – CEP:
35701-970 – Tel.: (31) 3779-1237

COLABORAÇÃO:

ADERSON SOARES DE ANDRADE JUNIOR

EMBRAPA MEIO-NORTE

FRANCISCO DE SOUZA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

GILBERTO CHOAKU SEDIYAMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

JOSÉ RENATO CORTEZ BEZERRA

EMBRAPA ALGODÃO

LUIS FERNANDO STONE E PEDRO MARQUES DA SILVEIRA

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO

Apresentação

Este documento foi apresentado durante as Reuniões Técnicas sobre os “Coeficientes de Cultivo (Kc) e Fertirrigação” no XI Conird, realizado em Fortaleza, CE. Doravante, este estudo será continuamente atualizado, preferencialmente por ocasião de cada Conird a ser realizado, com o

objetivo de aprimorar as recomendações dos Kc para as condições brasileiras. Portanto, mostra-se aqui, de forma ainda incompleta, aquilo que antecede uma “Primeira Aproximação”, que deve ser levada para debate no XII Conird, a ser realizado em Uberlândia, MG.

Contribuições poderão ser enviadas para o organizador (emilio@cnpms.embrapa.br) ou para o endereço eletrônico de discussão sobre o assunto ([irrigacao-l\(@cnpmtia.embrapa.br](mailto:irrigacao-l(@cnpmtia.embrapa.br)).

Introdução

A evaporação da água do solo e a transpiração das plantas são processos, denominados evapotranspiração (ET), os quais ocorrem simultaneamente, não sendo nítida a distinção entre ambos.

A quantidade de água requerida para compensar as perdas por evapotranspiração da cultura (ETc) é definida como *requerimento de água da cultura*. Embora os valores da ETc e do requerimento de água da cultura sejam idênticos, este último refere-se à quantidade de água a ser suprida, enquanto a ETc refere-se à quantidade de água que é perdida através da evapotranspiração. O requerimento de água de irrigação (lâmina bruta) basicamente representa a diferença

O manejo ou a programação de irrigação da cultura significa saber o momento de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada

entre o requerimento de água da cultura e a precipitação efetiva. Também inclui água adicional para lixiviar os sais e compensar a desuniformidade da aplicação da água.

Fatores que afetam a evapotranspiração

Os fatores que afetam a ET podem ser divididos em três grandes grupos:

- climatológicos;
- culturais;
- manejo e condições ambientais.

CLIMATOLÓGICOS

Os principais parâmetros climatológicos que afetam a ET são: radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento. Vários procedimentos foram desenvolvidos para se obter a taxa de ET a partir desses parâmetros. A demanda evaporativa da atmosfera é expressa pela evapotranspiração da cultura de referência (ET_o) que é a ET de uma superfície vegetada padrão.

CULTURAIS

O tipo de cultura, variedade e estágio de desenvolvimento devem ser considerados para o acompanhamento da ET de grandes áreas cultivadas e bem manejadas. Diferenças de características culturais quanto à resistência, à transpiração, à altura, à rugosidade, à reflexão, à cobertura do solo e ao sistema radicular resultam em diferentes níveis de ET para diferentes tipos de cultura sob condições ambientais idênticas. A ET_c sob condição padrão refere-se à demanda evaporativa de culturas que se desenvolvem em campos sob condições ótimas de umidade do solo e ambientais e de excelente manejo (livre ou mínima infestação de pragas, doenças e plantas daninhas), além de obter plena produção sob determinadas condições climáticas.

MANEJO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Fatores tais como salinidade do solo, baixa fertilidade, aplicações limitadas de fertilizantes, presença de camada dura ou impenetrável no horizonte do solo, ausência do controle de pragas e doenças e manejo inadequado do solo podem limitar o desenvolvimento da cultura e reduzir a ET. Outros fatores considerados para o acompanhamento da ET são: desenvolvimento da cultura, densidade de plantas e conteúdo de água no solo. O efeito do conteúdo de água no solo sobre a ET é condicionado basicamente pela magnitude do déficit hídrico e pelo tipo de solo. Por outro lado, excesso de água poderá resultar em inundação, o que causará falta de oxigenação do sistema radicular e limitará a absorção de água por inibir a respiração.

Evapotranspiração de referência

Atualmente, o conceito de evapotranspiração de referência (ET_o) considera como superfície de referência uma cultura hipotética de grama com características específicas. O uso de outras denominações como *evapotranspiração potencial* é desaconselhado, devido às ambigüidades na sua definição. O conceito de ET_o foi introduzido para estudar a demanda evaporativa da atmosfera independentemente do tipo de cultura, estágio de desenvolvimento e práticas de manejo. Quando a água é fartamente disponível para a cultura de referência, o solo não afetará a ET_o. Os valores de ET_o medidos ou calculados em diferentes localidades e épocas são comparáveis, quando se referem à ET da mesma superfície de referência.

Os únicos fatores que afetam a ET_o são os parâmetros climáticos. Conseqüentemente a ET_o é um parâmetro climático que pode ser calculado a partir de dados de clima. Ela expressa a demanda evaporativa da atmosfera de um local específico, numa época do ano e não considera as características de cultura e fatores do solo. O método de Penman-Monteith/FAO é recomendado como o padrão para determinar a ET_o. Este método foi selecionado porque é o que mais se aproxima da ET_o da grama no local avaliado, tem embasamento físico e incorpora explicitamente tanto os parâmetros fisiológicos, quanto os aerodinâmicos.

Evapotranspiração da cultura sob condição padrão

A evapotranspiração da cultura (ET_c) sob condição padrão, é a ET de uma cultura livre de pragas, doenças e plantas daninhas, bem fertilizada, que se desenvolve numa área ampla, com ótimo suprimento de água no solo e que alcança plena produção sob determinadas condições climáticas.

A ET_c pode ser calculada a partir de dados climáticos e integrar diretamente os fatores referentes à resistência da cultura, ao albedo e à resistência do ar no método de Penman-Monteith. Como ainda há falta considerável de informação para as diferentes culturas, o método de Penman-Monteith é usado para estimar a evapotranspiração da cultura de referência, ou seja, a ET_o. As relações determinadas experimentalmente de ET_c/ET_o, chamadas *coeficientes de cultivo* (K_c) são usadas para relacionar ET_c com ET_o ou $ET_c = K_c \cdot ET_o$.

Diferenças na anatomia foliar, características dos estômatos, propriedades aerodinâmicas e mesmo o albedo determinam as diferenças da

Etc, em relação à ETo sob as mesmas condições climáticas. Devido às variações nas características da cultura ao longo do seu ciclo de desenvolvimento, o Kc de uma certa cultura varia desde a semeadura até a colheita.

Evapotranspiração da cultura sob condição não-padrão

A evapotranspiração de cultura sob condição não-padrão (ETc-aj) é a ET proveniente da cultura, que se desenvolve sob condições de manejo e ambientais diferentes da condição padrão. Quando se conduz uma cultura no campo, pode ser que a ET real seja diferente da Etc, porque ocorrem desvios da condição ótima, tais como a presença de pragas e doenças, salinidade do solo, solo com baixa fertilidade, déficit hídrico ou encharcamento. Tudo isso pode resultar em mau crescimento da planta, baixa densidade de plantas e também pode reduzir a taxa da ET abaixo da ETc.

A ETc-aj é calculada usando-se um coeficiente de estresse hídrico Ks e/ou por ajustar o Kc para os outros tipos de estresses e restrições ambientais sobre a ETc.

Coeficiente de cultivo sob condição padrão

As diferenças na evaporação e transpiração entre campos de cultura e da grama como referência podem ser integrados em apenas um coeficiente de cultivo (Kc) ou separado em dois coeficientes: um coeficiente basal (Kcb) e um coeficiente da evaporação da água do solo (Ke), isto é, $Kc = Kcb + Ke$.

O Kc único é mais utilizado para planejamento, projeto e manejo de irrigação. Os coeficientes duplos são relevantes nos cálculos em que requerem estimativas detalhadas da evaporação da água do solo, como, por exemplo, na programação da irrigação em tempo real, modelagem da qualidade da água e em atividades de pesquisa.

A fórmula utilizada no método para determinar Etc onde se usa o Kc é:

$$ETc = Kc \cdot ETo \quad (1)$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

Kc = coeficiente de cultura (adimensional);

ETo = evapotranspiração de referência (mm/dia).

Muitos dos efeitos das várias condições climáticas são incorporados na estimativa da ETo. Entretanto, a ETo representa um índice da demanda evaporativa, o Kc varia predominantemente com as características de uma cultura específica e somente numa dimensão limitada com o clima. Isso facilita a transferência de

valores padrão de Kc entre localidades e entre climas, o que tem sido a razão básica para a aceitação global e a utilidade do método do Kc já desenvolvido em estudos passados.

Coeficientes de cultivo para algumas culturas anuais (grãos e outras)

No Quadro 1 estão listados valores típicos dos Kc em três fases do ciclo de desenvolvimento das culturas (Kc_{ini} , Kc_{med} e Kc_{fim}). Os coeficientes integram os efeitos tanto da transpiração quanto da evaporação no tempo ao longo do ciclo. Os efeitos da integração no tempo representam uma frequência média de umedecimento para uma

QUADRO 1

Coeficientes de cultivo único, Kc, e alturas máximas médias de plantas, para cultivos sob condição padrão (culturas bem manejadas, não estressadas), em clima subúmido ($UR_{min} \approx 45\%$, $u_2 \approx 2$ m/s)

Cultura	Kc_{ini}	Kc_{med}	Kc_{fim}	Altura máxima da cultura (h) (m)
Leguminosas	0,40	1,15	0,55	
Amendoim		1,15	0,60	0,4
Ervilha		1,15 ⁽²⁾	1,10-0,30 ⁽¹⁾	0,5
Feijão	0,40	1,05-1,15 ⁽¹⁾	0,90-0,35 ⁽¹⁾	0,4
Feijão Caupi		1,05	0,60-0,35 ⁽¹⁾	0,4
Grão-de-bico		1,00	0,35	0,4
Lentilha		1,10	0,30	0,5
Soja		1,15	0,50	0,5 - 1,0
Fibras	0,35			
Algodão		1,15-1,20	0,70-0,50	1,2 - 1,5
Oleaginosas	0,35	1,15	0,35	
Canola		1,0-1,15 ⁽³⁾	0,35	0,6
Girassol		1,0-1,15 ⁽³⁾	0,35	2,0
Mamona		1,15	0,55	0,3 (?)
Cereais	0,30	1,15	0,40	
Arroz	1,05	1,20	0,90-0,60	1,0
Aveia		1,15	0,25	1,0
Cevada		1,15	0,25	1,0
Milheto		1,00	0,30	1,5
Milho		1,20	0,6-0,35 ⁽⁴⁾	2,0
Sorgo		1,00-1,10	0,55	1,0-2,0
Trigo		1,15	0,25-0,4 ⁽⁵⁾	1,0
Cana-de-Açúcar	0,40	1,25	0,75	3,0

⁽¹⁾ O primeiro valor é para colheita fresca e o segundo para colheita de grãos secos.

⁽²⁾ Algumas vezes são utilizadas estacas com 1,5 a 2,0m de altura, assim o valor de Kc_{med} pode atingir 1,20m.

⁽³⁾ Os valores mais baixos referem-se a condições chuvosas com menor densidade populacional.

⁽⁴⁾ O primeiro valor para Kc_{fim} é para colheita com alta umidade nos grãos. O segundo valor para Kc_{fim} é para cultura colhida após o grão estar seco (cerca de 18% de umidade à base de peso úmido).

⁽⁵⁾ O valor mais alto é para colheita manual.

FONTE: Allen et al. (1998).

cultura padrão, sob condições típicas de desenvolvimento numa área irrigada. Os valores de Kc durante o estágio inicial de desenvolvimento (Kc_{ini}) estão sujeitos aos efeitos das variações das freqüências de umedecimento. Portanto, refinamentos dos valores usados para o Kc_{ini} deveriam ser sempre utilizados. Para umedecimentos freqüentes, tais como irrigação por aspersão ou chuva de alta freqüência, os valores do Kc_{ini} podem aumentar substancialmente.

Segundo Allen et al. (1998), as fontes principais para obtenção do Quadro 1 foram: para Kc_{ini} (Doorenbos e Kassam, 1979), para Kc_{med} e Kc_{fim} (Doorenbos e Pruitt, 1977; Pruitt, 1986; Wright, 1981, 1982; Snyder et al., 1989).

Os valores para o Kc_{med} e Kc_{fim} do Quadro 1 representam, para a condição de clima sub-úmido com umidade relativa mínima (UR_{min}), média diária de cerca de 45% e com velocidades médias de vento moderado em torno de 2m/s. Para condições mais úmidas ou áridas, ou para maiores ou menores velocidades de vento, os Kc para a metade do ciclo e para o fim do ciclo devem ser modificados. Ainda esses valores são para culturas não estressadas sob excelentes condições agrônomicas e de manejo de água, e que alcançam a máxima produção (condição padrão).

Evolução do coeficiente de cultivo das culturas anuais de acordo com o ciclo de desenvolvimento (curva do Kc)

Somente três valores de Coeficiente de Cultivo (Kc) são necessários para descrever e construir a curva do Kc, como mostra a Figura 1,

levando-se em conta os seguintes passos:

1. divisão do ciclo da cultura em quatro estádios (ou fases) que descrevem a fenologia da cultura ou a fase de desenvolvimento (inicial, crescimento vegetativo, reprodutivo e de maturação). Determinação da duração de cada uma das quatro fases e identificação dos três valores de Kc correspondentes ao Kc_{ini} , Kc_{med} e Kc_{fim} , conforme o Quadro 1;
2. ajustar os valores de Kc à freqüência de umedecimento do solo e/ou condições climáticas que ocorrem em cada fase;
3. construir a curva conectando os três valores do Kc. A fase 1 tem o valor constante Kc_{ini} ; a fase 2 tem o valor crescente do Kc entre Kc_{ini} e Kc_{med} ; a fase 3 tem o valor constante Kc_{med} e a fase 4 tem o valor decrescente de Kc entre Kc_{med} e Kc_{fim} (Fig. 1).

Determinação da duração total e das respectivas fases do ciclo da cultura

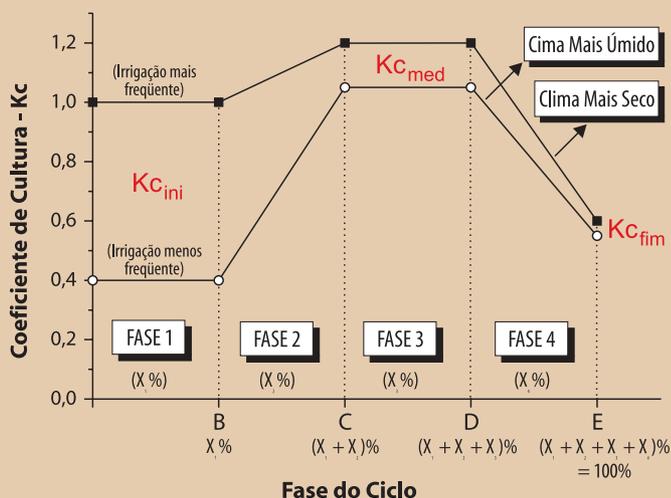
De acordo com a adaptação realizada por Albuquerque (2000), com dados médios obtidos em diferentes localidades por Doorenbos e Pruitt (1977), obteve-se o Quadro 2, no qual são mostrados a faixa de duração total do ciclo de algumas culturas anuais e o percentual de duração de cada uma das quatro fases do ciclo fenológico.

QUADRO 2
Faixas de duração total do ciclo (em dias) e duração de cada uma das quatro fases (em percentagem do total) de algumas culturas de ciclo curto

Cultura	Duração total do ciclo (dias)	Percentual* de duração de cada uma das quatro fases (1-2-3-4)
Algodão	180 a 195	(16-27-31-26)
Amendoim	130 a 140	(22-26-34-18)
Feijão-vagem	75 a 90	(21-34-33-12)
Feijão seco	95 a 110	(16-25-40-19)
girassol	125 a 130	(17-27-36-20)
milho (doce)	80 a 110	(23-29-37-11)
milho (grãos)	125 a 180	(17-28-33-22)
trigo	120 a 150	(13-20-43-24)

(*) percentual de duração em relação ao tempo de duração total (Exemplo: uma cultura com duração total de 120 dias, que possui 20% de duração para a **fase 1**; 35% para a **fase 2**; 25% para a **fase 3** e 20% para a **fase 4** corresponde, respectivamente, a uma duração de 24, 42, 30 e 24 dias. Isso significa que a **fase 1** inicia-se com 0% e termina com 20% – 0 a 24 dias – do ciclo total; a **fase 2** inicia-se com 20% e termina com 55% – 25 a 66 dias – do ciclo total; a **fase 3** inicia-se com 55% e termina com 80% – 67 a 96 dias – do ciclo total e a **fase 4** inicia com 80% e termina com 100% – 97 a 120 dias – do ciclo total).

FIGURA 1
Curva do coeficiente de cultivo (kc) para culturas anuais, de acordo com o estágio de desenvolvimento



FONTE: Allen et al. (1998), adaptado por Albuquerque (2000).

FONTE: Dados obtidos e adaptados por Albuquerque (2000) de algumas regiões do mundo (Doorenbos e Pruitt, 1977).

Para as condições de algumas localidades do Nordeste brasileiro, Souza et al. (2001) obtiveram o Quadro 3 referente à duração total e por fase para algumas culturas.

QUADRO 3
Duração aproximada dos estádios de desenvolvimento para diferentes culturas em alguns locais do Nordeste do Brasil

Cultura	Inicial (1)	Crescimento (2)	Médio (3)	Final (4)	Total
Algodão	25 30	20 24	30 36	25 30	100-120
Feijão Caupi	10 15	21 32	12 19	9 14	52-80
Feijão de sequeiro	10 19	15 27	22 40	13 24	60-110
Feijão verde	9 12	15 20	15 20	6 8	45-60
Milho	5 11	35 60	15 22	14 27	69-120
Sorgo	21 25	28 35	24 30	17 20	90-110

Fonte: Souza et al. (2001)

Determinação do Kc_{ini}

Segundo Allen et al. (1998), o coeficiente de cultura para a fase inicial (Kc_{ini}) é função do intervalo médio de eventos (chuva ou irrigação), que promovem o umedecimento da superfície do solo e também da demanda evaporativa da atmosfera (que pode ser mensurada pela ET_o), além da significância desse evento de umedecimento.

Portanto, os valores de Kc_{ini} no Quadro 1 são somente aproximações e deveriam ser usados apenas para estimar a ET_c em estudos preliminares ou de planejamentos. Para os vários grupos de cultura, somente um valor é relacionado, o qual é considerado ser representativo do grupo. Estimativas mais exatas do Kc_{ini} podem ser obtidas ao considerar:

- **O intervalo de tempo entre eventos (chuva ou irrigação) de umedecimento do solo** – a ET durante o estágio inicial para culturas anuais é predominantemente na forma de evaporação. No entanto, melhores estimativas do Kc_{ini} podem ser obtidas, quando é levada em conta a frequência com que a superfície do solo é umedecida durante o período inicial. Quando o solo é freqüentemente molhado pela irrigação ou chuva, a evaporação da sua superfície pode ser considerável e o Kc_{ini} ser muito maior. Por outro lado, quando o solo está seco, a evaporação torna-se restrita e o Kc_{ini} será menor.

- **Demanda evaporativa da atmosfera** – o valor do Kc_{ini} é afetado por essa demanda, ou seja, pela ET_o . Demanda mais elevada fará com que o solo seque mais rápido entre eventos de aplicação de água e o valor do Kc será menor num período específico

- **Magnitude do evento de umedecimento** – como a quantidade de água disponível na camada superior do solo, que é evaporada, e o tempo para esse solo secar são funções da magnitude do evento de umedecimento, então o Kc_{ini} será menor na ocorrência de eventos mais brandos e maior com eventos mais pesados.

Dependendo do intervalo de tempo entre eventos de umedecimento do solo, da magnitude do evento e da demanda evaporativa da atmosfera, o Kc_{ini} pode variar entre 0,10 e 1,15.

Kc_{ini} PARA ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO:

Para arroz cultivado em áreas inundadas, com uma lâmina de água na superfície entre 0,10 e 0,20m, a ET_c durante o estágio inicial principalmente, consiste na evaporação da água livre. O Kc_{ini} apresentado no Quadro 1 é 1,05, para condições de clima subúmido e vento calmo a moderado. O Kc_{ini} deve ser ajustado para as condições climáticas locais como está indicado no Quadro 4.

QUADRO 4

Kc_{ini} para arroz sob várias condições climáticas

Clima	Velocidade do vento		
	Brando	Moderado	Forte
Árido - semi-árido	1,10	1,15	1,20
Subúmido - úmido	1,05	1,10	1,15
Muito úmido	1,00	1,05	1,10

Uma simplificação para obter o Kc_{ini} foi realizada por Albuquerque (2000), através de uma equação de ajuste para a família de curvas, mostrada por Doorenbos e Pruitt (1977):

$$Kc_{ini} = 1,41704 - 0,092412.ET_o - 0,11001.IE + 0,0042672.ET_o^2 + 0,0033743.IE^2 + 0,00028724.ET_o.IE \quad (R^2 = 0,981) \quad (2)$$

em que:

- Kc_{ini} = coeficiente de cultura para fase 1 do ciclo de culturas anuais;
- ET_o = evapotranspiração de referência na fase 1 (mm/dia);
- IE = intervalo entre eventos de umedecimento do solo (chuva ou irrigação) (dias);
- R^2 = coeficiente de determinação do ajuste.

Determinação do Kc_{med}

Os efeitos da diferença das propriedades aerodinâmicas entre a grama como cultura de referência e as culturas agrícolas não são apenas intrínsecas à planta em si, mas também variam com as condições climáticas e a altura da cultura. Climas mais áridos e condições de velocidades de vento maiores originarão valores maiores para o Kc_{med} , ao passo que em climas mais úmidos e condições de velocidades de vento mais baixas os valores de Kc_{med} serão menores.

Segundo Allen et al. (1998), para fazer ajustes no Kc_{med} apresentado no Quadro 1, quando a umidade relativa mínima (UR_{min}) for diferente de 45% ou a velocidade do vento (u_2) for maior ou menor do que 2m/s, é necessária a seguinte equação:

$$Kc_{med} = Kc_{med}(tab) + [0,04.(u_2 - 2) - 0,004.(UR_{min} - 45)].(h/3)^{0,3} \quad (3)$$

em que:

$Kc_{med}(tab)$ = valor do Kc_{med} apresentado no Quadro 1;

u_2 = valor médio da velocidade do vento diário a 2m de altura acima da grama, durante a fase 3 (m/s);

UR_{min} = valor médio da umidade relativa mínima diária durante a fase 3 (%);

h = altura média da planta durante a fase 3 (m).

AJUSTE DO Kc_{MED} , SEGUNDO A FREQUÊNCIA DE UMEDECIMENTO:

O Kc_{med} é menos afetado pela frequência de umedecimento do solo em relação ao Kc_{ini} , porque a vegetação durante esse estágio geralmente aproxima-se da cobertura total do solo, portanto, os efeitos da evaporação superficial são menores. Em culturas irrigadas com maiores frequências (em intervalos menores que três dias) e quando o valor do Kc_{med} , do Quadro 1, for menor do que 1,0, um novo valor deverá ser adotado (entre 1,1 e 1,3) para quantificar os efeitos combinados do solo continuamente úmido, a evaporação, devido à interceptação (irrigação por aspersão), e a rugosidade da vegetação, especialmente no caso do sistema de irrigação molhar acima de 30% da superfície do solo.

Determinação do Kc_{fim}

Os valores tabelados de Kc_{fim} refletem as práticas de manejo de água e de cultura adotadas em cada caso específico. Se a cultura é irrigada frequentemente até a sua colheita na forma fresca, a camada superficial do solo permanece úmi-

da e o valor de Kc_{fim} será relativamente alto. Por outro lado, culturas que são conduzidas até a senescência e secas antes da colheita e recebem menos ou nenhuma irrigação durante toda a fase de maturação, conseqüentemente, tanto a superfície do solo quanto a vegetação estarão secas e o valor do Kc_{fim} será relativamente baixo.

Da mesma forma realizada para o Kc_{med} , segundo Allen et al. (1998), para se fazerem ajustes no Kc_{fim} apresentado no Quadro 1, quando a umidade relativa mínima (UR_{min}) for diferente de 45% ou a velocidade do vento (u_2) for maior ou menor do que 2m/s, é necessária a seguinte equação:

$$Kc_{fim} = Kc_{fim}(tab) + [0,04.(u_2 - 2) - 0,004.(UR_{min} - 45)].(h/3)^{0,3} \quad (4)$$

em que:

$Kc_{fim}(tab)$ = valor do Kc_{fim} apresentado no Quadro 1;

u_2 = valor médio da velocidade do vento diário a 2m de altura acima da grama, durante a fase 4 (m/s);

UR_{min} = valor médio da umidade relativa mínima diária durante a fase 4 (%);

h = altura média da planta durante a fase 4 (m).

Os valores de Kc determinados com as equações 3 e 4 são ajustes médios para a fase reprodutiva e de maturação, respectivamente. Os valores para os parâmetros u_2 e UR_{min} devem ser tomados como os médios para aqueles períodos. Os limites impostos para os parâmetros u_2 , UR_{min} e h devem ser observados.

A equação 4 deve ser aplicada somente quando os valores tabulados do Kc_{fim} excederem 0,45. A equação reduz o valor de Kc_{fim} com o aumento da UR_{min} . Essa redução é característica de culturas que são colhidas verdes, ou antes que se tornem completamente secas (ou seja, $Kc_{fim} < 0,45$).

Nenhum ajuste é necessário, quando $Kc_{fim}(tab) < 0,45$ (isto é, $Kc_{fim} = Kc_{fim}(tab)$). Quando as culturas são deixadas a senescer e secar no campo (como evidenciado por $Kc_{fim} < 0,45$), u_2 e UR_{min} têm menos efeito sobre o Kc_{fim} e o ajuste é desnecessário. Realmente, o Kc_{fim} pode diminuir com o decréscimo de UR_{min} para culturas que estão maduras e secas na época da colheita, quando a umidade relativa mais baixa acelera o processo de secagem.

Comentários e sugestões

Diante das necessidades de recomendar valores de Kc aos produtores irrigantes brasileiros, que seja de forma prática, mas que não se perca o embasamento técnico-científico na sua obten-

ção, sugere-se o seguinte:

- Divisão do território brasileiro em Unidades Climáticas semelhantes ou em Zonas Agroecológicas, ou ainda em Unidades da Federação ou Regiões Políticas;
- Obtenção das isolinhas para umidade relativa mínima e velocidade do vento, em médias mensais, ou períodos menores (quinzenais, decendiais etc.);
- De posse desses dados, tabelar os valores de Kc_{med} e Kc_{fim} para cada cultura (conforme as equações propostas pela FAO, segundo Allen et al., 1998), para cada divisão ou isolinha definida em cada mês (ou período menor) do ano;
- Definição do Kc_{ini} , segundo o turno de umedecimento do solo e demanda evaporativa (ET_o) e/ou tipo de sistema de irrigação utilizado;
- Também não se devem perder de vista os esforços dos vários pesquisadores na obtenção dos Kc, entretanto, como são geralmente de cunho muito pontual, devem-se considerar as restrições impostas às suas extrapolações. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, P.E.P. de. **Requerimento de água das culturas para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação localizada**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 54p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 1).
- ALBUQUERQUE, P.E.P. de. **Evapotranspiração, balanços de energia e da água no solo e índices de estresse hídrico da cultura, em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), submetido a diferentes freqüências de irrigação**. Botucatu: UNESP-FCA, 1997. 147p. Tese Doutorado.
- ALBUQUERQUE, P.E.P. de; ANDRADE, C.de L.T. de. **Uso de planilha eletrônica para a programação da irrigação na**

cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000, 24p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 5).

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE, C.L.T.; SILVA, A.A.G.; SOUZA, I.R.P.; CONCEIÇÃO, M.A.F. **Coefficientes de cultivo e de irrigação para o caupi**. Parnaíba: Embrapa-CNPAl, 1993. 6p. (Embrapa-CNPAl. Comunicado Técnico, 9).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; BASTOS, E.A. Irrigação. In: **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 127-154. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B. Irrigação. In: **A cultura do milho no Piauí**. 2ª ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998. p. 68-100. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 12).
- AZEVEDO, P.V. de; RAMANA RAO, T.V.; AMORIM NETO, M. da S.; PEREIRA, J.R.C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G.F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, p.863-870, 1993.
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; LIBARDI, P.L.; OMETTO, J.C.; ANGELOCCI, L.R. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do tanque "Classe A". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.387-392, 1989.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144p. (Irrigation and drainage paper, 24).
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ. **Informações técnicas para a cultura do trigo no Paraná – 2000**. Londrina: IAPAR, 2000. 152p. (IAPAR. Circular, 109).
- LIMA, M.G.; COSTA, E.F; GONZALES, H.L. Demanda de água pela cultura do milho híbrido XL-560. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6, 1990, Teresina. **Anais**. Teresina, Embrapa-UEPAE de Teresina, 1992. p. 207-215.



BUNGE FERTILIZANTES SA – Av. Maria Coelho Aguiar, 215, bloco D, 5º andar - Jardim São Paulo/SP – Cep 05805-000

MATZENAUER, R.; PORTO, M.P. **Necessidades hídricas, coeficientes de cultura e irrigação.** In: INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DO MILHO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: Fepagro; Embrapa Trigo; Emater/RS; Fecoagro/RS, 2001. p. 25-31. (Boletim Técnico, 7).

RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; COUTO, L. **Cultivo do milho irrigado.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 39p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 6).

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 15., 1999, Dourados, MS. **Recomendações da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo para 1999.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 128p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 1).

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 4., 1987, São Paulo, SP. **Recomendações da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo para o ano de 1988.** São Paulo: CAC-CC/Embrapa-CNPT, 1988. 58p.

SILVEIRA, P.M. da; STONE, L.F. **Irrigação do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230p.

SOUZA, F.; BARROS, V.; SARAIVA, K.R. **Duração do ciclo e das fases de desenvolvimento para algumas culturas irrigadas no Estado do Ceará.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2001 (no prelo).

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno.** Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 4p. (Embrapa-CNPAF, Pesquisa em Andamento, 47).

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo de feijão de inverno.** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1997, 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 8).

STEINMETZ, S. **Estudos agrometeorológicos na cultura do arroz.** Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1986. 11p. (Embrapa. PNP de Arroz – Relatório Final) (trabalho não publicado).

STONE, L.F.; SILVA, S.C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999a, 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 25).

STONE, L.F.; SILVA, S.C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999a, 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 28).

WALDIR A. MAROUELLI E WASHINGTON L. C. SILVA

PESQUISADORES DA EMBRAPA HORTALIÇAS – E-MAILS: waldir@cnph.embrapa.br e wsilva@cnph.embrapa.br



COEFICIENTES DE CULTURA (Kc) PARA HORTALIÇAS SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE CULTIVO E IRRIGADAS POR ASPERSÃO, AJUSTADOS PELA EMBRAPA HORTALIÇAS

FOTO MAURICIO ALMEIDA

HORTALIÇA	Estádio de desenvolvimento			
	1 inicial	2 vegetativo	3 produção	4 maturação
Abóbora-seca	0,50	0,75	1,00	0,80
Abobrinha	0,50	0,75	1,00	0,80
Alface	0,70	0,85	1,00	0,95
Alho	0,70	0,85	1,05	0,75
Batata	0,45	0,75	1,15	0,75
Batata-doce	0,50	0,80	1,15	0,65
Berinjela	0,60	0,85	1,15	0,80
Beterraba	0,50	0,80	1,05	0,95
Brócolos	0,70	0,85	1,05	0,95
Cebola	0,70	0,85	1,05	0,75
Cenoura	0,70	0,85	1,05	0,95
Couve-flor	0,70	0,85	1,05	0,95
Ervilha-seca	0,40	0,70	0,85	0,30
Ervilha-verde	0,45	0,80	1,10	1,00
Feijão-vagem	0,70	0,85	1,05	0,95
Grão-de-bico	0,40	0,70	0,85	0,30
Lentilha	0,40	0,70	0,85	0,30
Mandiocinha-salsa	0,50	0,75	1,00	0,80
Melancia	0,40	0,70	1,00	0,75
Melão	0,50	0,75	0,95	0,70
Milho-doce	0,40	0,80	1,15	1,05
Morango	0,40	0,65	0,85	0,75
Pepino	0,60	0,80	1,00	0,75
Pimentão	0,55	0,80	1,05	0,90
Repolho	0,70	0,85	1,05	0,95
Tomate indústria	0,45	0,65	0,85	0,60
Tomate de mesa	0,60	0,85	1,15	0,90

FONTE: Adaptado de Marouelli et al. (1996), Allen et al. (1998) e Marouelli et al. (2001a).

OBS. Tomate industrial irrigado por gotejo nos cerrados: 0,45; 0,40; 95 e 0,70 (Marouelli et al. 2001b)

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Roma: FAO, 1998. 328p. (Irrigation and Drainage Papers, 56).

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Hortaliças, 2001a. 111p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; MORETTI, C. L. **Gotejamento: opção para a irrigação do tomateiro para a processamento nos cerrados.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001b. Folder.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças.** 5.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPH, 1996. 72p.

Valores de Kc para algumas culturas anuais em algumas regiões do Brasil

(estimativa e resultados de pesquisa)

UF	Fase ou dias após a semeadura (DAS) ou após a emergência (DAE)	Valor de Kc	Referência
FEIJÃO			
GO	Fase 1 (35 dias)	0,69	Steinmetz (1984,1997)
	Fase 2 (25 dias)	1,28	
	Fase 3 (20 dias)	1,04	
SP	Fase 1 (11 dias)	0,58	Bergamaschi et al. (1989)
	Fase 2 (20 dias)	0,68	
	Fase 3 (21 dias)	0,94	
	Fase 4 (10 dias)	1,26	
	Fase 5 (11 dias)	1,41	
MG	30 – 50 DAS	0,70 - 0,90	Albuquerque (1997)
	51 – 55 DAS	0,90 - 1,24	
	55 – 75 DAS	1,24	
	75 – 80 DAS	1,24 - 1,00	
SP	Fase 1 (11 dias)	0,48*	Bergamaschi et al. (1989)
	Fase 2 (20 dias)	0,56*	
	Fase 3 (21 dias)	0,77*	
	Fase 4 (10 dias)	1,02*	
	Fase 5 (11 dias)	1,07*	
	Fase 6 (22 dias)	0,92*	
GO (plântio direto)	0 – 14 DAE	0,49	Stone & Silva (1999a)
	15 – 24 DAE	0,69	
	25 – 34 DAE	0,77	Silveira & Stone (2001)
	35 – 44 DAE	0,90	
	45 – 54 DAE	1,06	
	55 – 64 DAE	0,89	
	65 – 74 DAE	0,74	
	75 – 84 DAE	0,48	
85 – 94 DAE	0,27		
MG	Fase 1 (15 dias)	0,79	Albuquerque (2000)
	Fase 2 (24 dias)	0,79 - 1,10	
	Fase 3 (38 dias)	1,10	
	Fase 4 (18 dias)	1,10 - 0,30	
FEIJÃO CAUPI			
PI (Parnaíba)	0 – 15 DAS	0,70	(Andrade et al., 1993)
	16 – 44 DAS	0,75 - 1,12	
	45 – 57 DAS	1,12 - 0,80	
	58 – 65 DAS	0,70	
PI (Teresina)	0 – 15 DAS	0,50	(Andrade Júnior et al., 2000)
	16 – 44 DAS	0,80	
	45 – 57 DAS	1,05	
	58 – 65 DAS	0,75	
TRIGO			
PR, SP, MS, MG, DF, GO, BA, MT	0 – 10 DAE	0,32 - 0,40*	(Reunião..., 1988; Reunião..., 1999; Instituto, 2000)
	11 – 24 DAE	0,40 - 0,76*	
	25 – 47 DAE	0,76 - 0,93*	
	48 – 63 DAE	0,93 - 0,98*	
	64 – 98 DAE	0,98 - 0,72*	
99 – 115 DAE	0,72 - 0,52*		
ARROZ (terras altas)			
GO	0 – 47 DAE	0,58	Stone & Silva (1999b)
	48 – 59 DAE	0,85	
	60 – 69 DAE	1,10	
	70 – 84 DAE	1,53	
	85 – 92 DAE	1,96	
	93 – 99 DAE	1,83	
	100 – 109 DAE	1,04	
	110 – 135 DAE	0,67	
GO	8 – 18 DAS	0,70*	Steinmetz (1986)
	18 – 40 DAS	0,90*	
	40 – 110 DAS	1,24*	
	110 – 130 DAS	0,90*	

UF	Fase ou dias após a semeadura (DAS) ou após a emergência (DAE)	Valor de Kc	Referência		
MILHO					
PI	Fase 1	0,26	Lima et al. (1992)		
	Fase 2	0,76			
	Fase 3	0,88			
	Fase 4	0,94			
PI	Fase 1	0,50	Andrade Júnior et al., 1998)		
	Fase 2	0,80 - 0,90			
	Fase 3	0,90 - 1,11 - 1,20			
	Fase 4	0,70			
Brasil (recomendação)	Fase 1	0,20 - 0,40	Fancelli & do Neto (2000)		
	Fase 3	0,95 - 1,20			
	Fase 5	0,30 - 0,50			
Brasil (recomendação)	Fase 1	0,15 - 1,00	Resende et al. (2000) e Albuquerque & Andrade (2000)		
	Fase 3	1,05 - 1,20			
	Fase 5	0,55 - 0,60			
RS**	0 – Emergência	0,40 - 0,40 - 0,47	Matzenauer & Porto (2001)		
	Emerg. – 30 DAE	0,55 - 0,54 - 0,70			
	30 DAE – Pend.	0,88 - 0,93 - 0,93			
	Pend. – Mat. Leit.	0,97 - 1,05 - 0,96			
	Mat. Leit. – Mat. Fis.	0,70 - 0,78 - 0,73			
RS**	0 – Emergência	0,40 - 0,37 - 0,41*	Matzenauer & Porto (2001)		
	Emerg. – 30 DAE	0,51 - 0,52 - 0,60*			
	30 DAE – Pend.	0,78 - 0,83 - 0,81*			
	Pend. – Mat. Leit.	0,81 - 0,92 - 0,81*			
	Mat. Leit. – Mat. Fis.	0,63 - 0,66 - 0,64*			
ALGODÃO					
PB	8 – 14 DAS	0,48	Azevedo et al. (1993)		
	15 – 21 DAS	0,63			
	22 – 28 DAS	0,75			
	29 – 35 DAS	0,81			
	36 – 42 DAS	0,89			
	43 – 49 DAS	0,92			
	50 – 56 DAS	0,96			
	57 – 63 DAS	0,96			
	64 – 70 DAS	1,08			
	71 – 77 DAS	1,09			
	78 – 84 DAS	0,88			
	85 – 91 DAS	0,84			
	92 – 98 DAS	0,70			
	PB	8 – 14 DAS		0,41*	Azevedo et al. (1993)
		15 – 21 DAS		0,54*	
22 – 28 DAS		0,66*			
29 – 35 DAS		0,73*			
36 – 42 DAS		0,79*			
43 – 49 DAS		0,82*			
50 – 56 DAS		0,84*			
57 – 63 DAS		0,86*			
64 – 70 DAS		0,94*			
71 – 77 DAS		0,90*			
78 – 84 DAS		0,78*			
85 – 91 DAS		0,73*			
92 – 98 DAS		0,62*			
MELÃO					
PI (1996)		I – (192,5)***	0,52	Andrade Júnior (2001) (no prelo)	
	II – (441,6)	0,87			
	III – (678,6)	1,14			
	IV – (951,4)	0,91			
PI (1997)	I – (192,4)***	0,61	Andrade Júnior (2001) (no prelo)		
	II – (438,6)	0,93			
	III – (680,5)	1,17			
	IV – (970,1)	0,89			

* Valores do produto do coeficiente do tanque Classe A pelo coeficiente da cultura (Kt x Kc).

** Valores para três épocas de semeadura, respectivamente: setembro, outubro e novembro.

*** Valores de graus-dias acumulados des-de a emergência até o ponto médio do estágio de desenvolvimento.

Para o produtor, é importante conhecer a estimativa do K_c (coeficiente de cultura ou de cultivo) indicado para as diversas fases da sua cultura e região



Estudos de Consumo de Água e Coeficiente de Cultura

O consumo de água pelas plantas tem sido preocupação e alvo de atenção desde que a agricultura passou a receber um enfoque científico. No presente trabalho é realizado uma discussão sobre as realizações mais interessantes no que se refere ao tema uso de água pelas culturas aplicadas ao manejo de irrigação, principalmente as realizadas no IAC pela maior familiaridade dos autores. Porém grandes contribuições tem sido geradas em várias outras instituições, em especial a partir dos anos 80.

F.B. ARRUDA

PESQUISADOR CIENTÍFICO, MS e DR. DO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC), CENTRO DE ECOFISIOLOGIA E BIOFÍSICA, C.P. 28, CAMPINAS, SP, 13001-970. E-MAIL: FARRUDA@IAC.BR

R.C.M. PIRES

RCMPIRES@IAC.BR

M.B. CAMARGO

MARCELO@IAC.BR

O. BRUNINI

BRUNINI@IAC.BR

Na pesquisa contemporânea brasileira, talvez o primeiro avanço significativo na área de consumo de água pelas culturas tenha sido dado pelo Dr. Angelo Pais de Camargo, do IAC, após seu treinamento em 1956 com o Dr. Charles Thornthwaite em Centerton, NJ, Estados Unidos. Camargo (1960) foi quem primeiro popularizou o conceito de evapotranspiração potencial (ETP) no Brasil. Aproveitando a grande variabilidade climática existente no estado de São Paulo, Camargo (1962) desenvolveu um significativo

estudo de determinações da evapotranspiração potencial medindo o consumo de água em gramado em vários locais. Utilizou-se de evapotranspirômetros construídos a partir de caixas d'água enterradas em que controlava a entrada e a saída de água do sistema (Figura 1). Esse instrumento permitiu a Camargo realizar a comparação de algumas das principais equações de estimativa da evapotranspiração.

A partir desse estudo básico foram realizados os balanços hídricos das várias regiões de São Paulo (Camargo, 1960). A mudança no método de Thornthwaite (1948) para o de Thornthwaite & Matter (1955) representou também um significativo avanço. Na metodologia de 1948 a água no solo era considerada igualmente disponível para as plantas até o seu esgotamento; no de 1955 passou a incluir uma redução de ETP com a deficiência de água no solo na estimativa da evapotranspiração real (ETR). Na época, ainda não se falava em coeficiente de cultura ⁽¹⁾ (Kc) e, embora a modificação tenha sido feita com a introdução de um expoente no termo Água Disponível, teve o efeito similar ao uso de Kc. Posteriormente, tais informações deram base à vários estudo de caráter ecológico, zoneamento agrícola, estimativa da melhor época de plantio (Alfonsi et al., 1995 e 1998) e muitos outros, inclusive planilhas de controle de irrigação, em especial para a cultura do cafeeiro (por exemplo Camargo e Pereira, 1990).

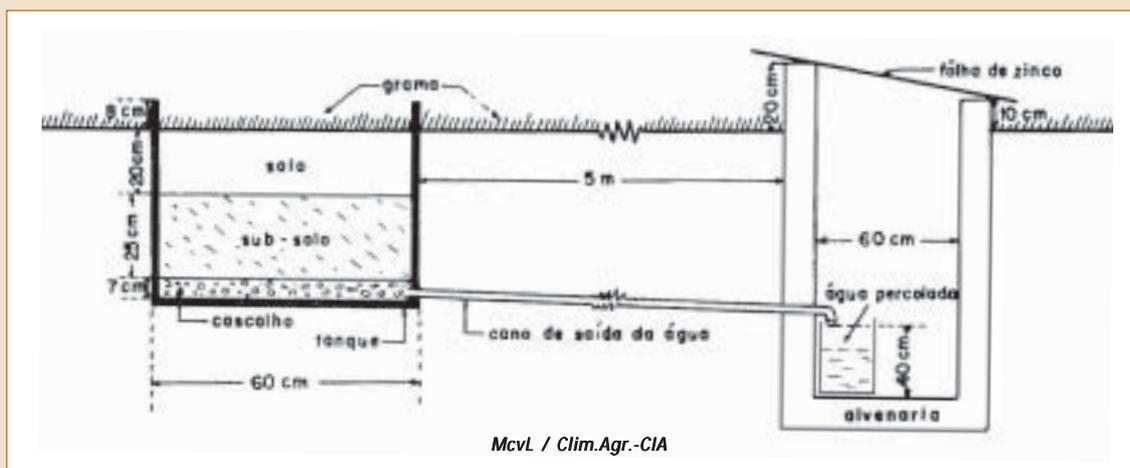
Deve-se também dar destaque ao conjunto de lisímetros de blocos monolíticos (não deformados) de alguns dos principais solos de São Paulo, instalados no início dos anos 60 em Campinas, para estudos do ciclo hidrológico e consumo de água das culturas (Bertoni e Barreto, 1966 e 1968).

Ao longo dos anos, vários trabalhos se segui-

ram na determinação do consumo de água pelas culturas, nas áreas de irrigação e de agrometeorologia, principalmente no IAC. Por exemplo, com cana-de-açúcar (Tosello et al., 1966), café (Tosello et al., 1961; Barreto et al., 1972), feijão (Sakai, 1993; Medeiros et al., 2001), hortícolas (Demattê et al., 1971; Mello e Arruda, 1996; Pires, 1998) e outros. Tais estudos, como muitos outros, tem importante valor histórico mas ao serem utilizados dificilmente repetem as condições originais em que foram medidos.

Os estudos de micrometeorologia na determinação do balanço de energia das culturas é que permitiu conhecer a partição da energia em diferentes culturas. Dessa forma, os termos componentes desse balanço são conhecidos ao longo do dia: aquecimento do ar, fluxo de calor para o solo e a evapotranspiração ao longo do dia, em culturas como a da soja (Nova et al., 1975), do arroz (Pedro Jr. et al., 1981), feijão (Sakai et al., 1993) e outras. O passo seguinte é entender como é o comportamento biológico da planta e a sua interação com o meio. Nesse sentido é que muitos trabalhos sobre a fisiologia do controle estomático das plantas estão ocorrendo atualmente, como em Machado et al. (1999).

Um aspecto interessante que tem sido adotado é a relação ETR/ETP, que por definição é o Kc. Essa relação tem sido empregada como um indicador climatológico para expressar o efeito do estresse hídrico nas culturas. A razão para isso é que a redução em ETR está relacionada a abertura dos estômatos e a relação existente entre transpiração e fotossíntese. Boas correlações foram encontradas com o "índice ETR/ETP" e a produção final de diversas culturas, tais como citros (Iaffe et al., 1999; Camargo et al., 1995), café (Picini, 1999; Weill et al., 1999).



McvL / Clim.Agr.-CIA

FIGURA 1 – Esquema dos evapotranspirômetros de Thornthwaite modificado, instalado nas E.E. de Campinas, Pindorama e Ribeirão Preto, IAC, para estudos de consumo de água. Conforme o original de Camargo (1962)

⁽¹⁾ Define-se coeficiente de cultura como a relação $Kc = (ETR/ETP)$.

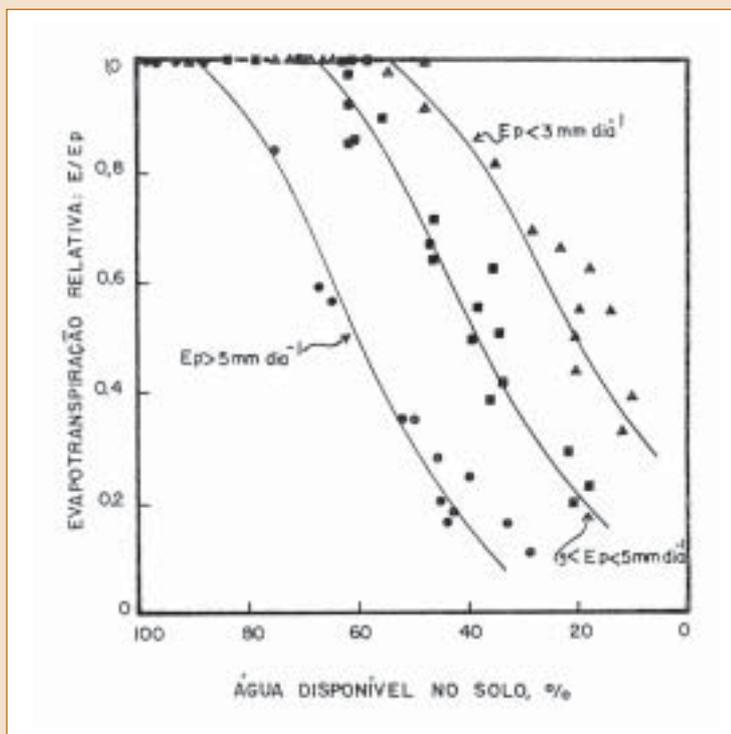


FIGURA 2 – Razão entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração potencial (E/E_p) em função da porcentagem de água disponível no solo, para dois cultivares de arroz em duas densidades de plantio. Conforme o original de Brunini et al. (1981)

A existência de uma relação entre K_c e a deficiência hídrica e a demanda evaporativa foi inicialmente documentada por Denmed & Shaw (1962) para com o milho em Iowa. Similar relação foi obtida no IAC para com a cultura do arroz (Figura 2) e do milho em Campinas, por Brunini et al. (1981 e 1995). Tais relações tem sido pouco estudadas ou agregadas à prática da irrigação, apesar da grande influência que ela apresenta na transpiração e na produtividade das culturas.

O interesse por K_c como objeto de estudo, conforme hoje utilizado em irrigação, só recebeu maior atenção após a publicação do Boletim 24 da FAO (Doorenbos e Pruitt, 1975). Também tornou importante a demanda por informações o crescimento da irrigação no país com o aporte de recursos pelos grandes programas nacionais de expansão da irrigação e aproveitamento de várzeas, nos anos 80.

Mais recentemente, Arruda (1989) chama a atenção para o desmembramento de K_c ⁽²⁾ em coeficiente de cultura basal (K_{cb}) e seus termos coadjuvantes para a evaporação direta da superfície do solo (K_a) e da componente de estresse hídrico (K_s). As equações de estimativa da parti-

ção de K_c foram divulgadas nos vários cursos e palestras ministradas pelo grupo de irrigação do IAC, e sempre enfatizada a possibilidade de se quantificar o uso da água a partir do histórico das irrigações e da condução da cultura (Arruda et al., 1997; Pires et al., 2000).

Posteriormente, foi demonstrada a estreita relação existente entre o índice de área foliar (IAF) e K_c nas culturas de ervilha (Mello e Arruda, 1996), feijão (Medeiros e Arruda, 1996c; Medeiros et al., 2001) e com fortes indicações nas culturas de citros (Iaffe e Arruda, 1997) e de café (Arruda et al., 2000b e 2001). Para a transferência da informação de K_c para as condições de campo deu-se ênfase no uso da porcentagem de cobertura vegetal (%CVeg.) ao invés do IAF ou da contagem de grau-dias (Medeiros et al., 2000), pela grande facilidade de estimativa do primeiro nas condições de campo e pelos resultados de correlação com K_c similares ao do IAF. A idéia por trás dessa relação K_{cb} vs. %CVeg. seria a estimativa em tempo real de K_c em lavouras comerciais a partir do levantamento do grau de cobertura vegetal e do histórico de molhamento da superfície do solo. Tal possibilidade foi mostrada ser viável, pela comparação dos resultados da relação obtida em evapotranspirômetros e comparada ao desempenho do feijoeiro nas condições de campo (Medeiros et al., 2001).

A técnica de determinação de K_{cb} em evapotranspirômetros de nível constante foi aperfeiçoada e detalhes simples, mas de extrema importância, foram evidenciados (Medeiros e Arruda, 1996a). A utilização de uma leve camada subsuperficial (a 5cm) de areia impedia o molhamento da superfície do solo pela mudança na condutividade hidráulica, mas possibilitava a manutenção do lençol freático elevado (até 40cm) para o pleno suprimento de água ao feijoeiro, conforme requer as condições estabelecidas por Wright (1982) para K_{cb} (plena transpiração sem a evaporação direta da água do solo). Outra modificação interessante foi o uso da média móvel no cálculo do valor da evapotranspiração da cultura obtida diariamente nos evapotranspirômetros (Medeiros e Arruda, 1996b). Desnecessário dizer da importância de se ter excelentes bordaduras e de se evitar que as plantas tenham um “aspecto de buque”, muito diferente das plantas ao lado, pelo aumento do consumo de água que isso acarreta.

Estudos realizados com base no desmembramento do coeficiente de cultura estão permitindo melhor conhecer e explicar o comportamento da transpiração da planta e a variação da água no

⁽²⁾ A partição é a seguinte: $K_c = K_{cb} \cdot K_s + K_a$ conforme primeiro proposto por Jensen (1969) e por Wright (1982). K_{cb} é o coeficiente de cultura basal e representa o K_c sem evaporação da água da superfície do solo e sem restrição na transpiração. K_s é um componente relacionado ao estresse hídrico e K_a ao molhamento da superfície do solo.

solo em ensaios de longa duração em que foram realizadas o monitoramento da umidade do solo para o acompanhamento de irrigações em citros e café. Num estudo em Pindorama verificou-se que ao se calcular o K_c desses balanços hídricos de campo, alguns períodos longos entre amostragens mostravam valores inconsistentes e muito elevados. Trabalhando essa informação, Arruda et al. (1999) obtiveram a seguinte equação:

$$K_c = 0,2068 (P-ETP) + 1,09$$

A precipitação menos a evapotranspiração (P-ETP), em mm/dia, explicavam ($r^2 = 0,97$) que os erros eram principalmente advindos das elevadas precipitações ocorridas nos períodos entre amostragens de umidade no perfil de solo (0-100 cm). Acredita-se que o efeito da advecção tenha afetado um pouco as determinações (elevando K_c de 0,83 para até 1,09) tendo em vista a forte linearidade dos resultados de K_c versus (P-ETP) a partir de valores de $K_c > 1,09$.

No caso da cultura do cafeeiro irrigado, a FAO (Allen et al., 1998) admite um valor de K_c inicial de 0,9 e o valor de 0,95 para as outras fases. As pesquisas obtidas em vários locais indicam que o coeficiente de cultura do cafeeiro apresenta maior faixa de variação, principalmente em função da idade da planta e por ela estar relacionada ao porte da planta, área foliar e porcentagem de cobertura vegetal (Arruda et al., 2001). Arruda et al. (2000a) observaram ainda, que o K_c do cafeeiro adulto (7 e 8 anos de idade) estava fortemente relacionado ($r^2=0,95$) ao déficit (D, em mm) de água no solo abaixo da capacidade de campo, num perfil de solo na camada 0-100 cm, conforme a seguinte relação:

$$K_c = -0,000001D^3 + 0,00003D^2 + 0,0024D + 0,825$$

Uma estimativa mais generalizada obtida nesse mesmo ensaio, com os resultados de vários anos e, portanto, com plantas de café em desenvolvimento (de 2 a 8 anos de idade), produziu uma relação de menor correlação, com $r^2=0,61$ (Arruda et al., 1999). Iaffe et al. (2000) utilizando essa informação mais geral de K_c pode simular a deficiência diária de água no solo. A estimativa resultou numa boa concordância com os valores existentes produzindo uma interpolação confiável dos dados. Esses resultados indicam que para a simulação da marcha anual de variação da umidade no solo, há uma relativa insensibilidade quanto ao valor absoluto de K_c e que fatores considerados na simulação, como o efeito do molhamento do solo e da redução da transpiração por seca, são muito mais dinâmicos do que K_c e por isso importantes.

A incerteza e a variação do clima em São Paulo mais a ocorrência variável da precipitação faz com que se reflita sobre a necessidade de

melhor adaptar conceitos de regiões semi-áridas para às condições de irrigação suplementar. A necessidade de se incluir valores de maior ocorrência do que a média da evapotranspiração foi observada por Arruda e Barroso (1984). O passo seguinte foi elaborado por Pires e Arruda (1995), em que, para o dimensionamento da irrigação, sugere a simulação de irrigações para várias lâminas de reposição de água no solo gerando tabelas com o intervalo entre regas em função da escolha do grau de probabilidade de sucesso do projeto (por exemplo, atendimento de 80% das irrigações necessárias), da lâmina de água facilmente disponível no solo e do coeficiente de cultura do mês em análise. Os bons resultados obtidos estimulou a continuação dos estudos para as diferentes regiões de São Paulo (por exemplo, Pires et al., 1998 e 1999).

Muito ainda há que se fazer nos estudos de consumo de água. Porém, a modelagem (mesmo que empírica) e uso de K_c aliado a correta determinação e uso da evapotranspiração potencial são imperativos ao correto manejo da irrigação. Diferentes equações de estimativa de evapotranspiração resultam em valores diferentes de K_c . Valores obtidos de medições de consumo de água em gramado podem trazer dois tipos de erro que fortemente prejudicam a estimativa de K_c : regas semanais podem não ser suficientes para manter a plena transpiração do gramado; e o enfolhamento insuficiente ou desigual, não atendem aos padrões para uso como evapotranspiração potencial (aqui também denominada evapotranspiração de referência, E_{To}). Em ambos os casos, a E_{To} será subestimada e resultarão em valores de K_c superestimados e maiores do que a unidade ($E_{Tc} > E_{To}$). A tendência para resolver esse problema é adotar a equação de Penman-Monteith como referência e seguir atentamente as recomendações da FAO em Allen et al. (1998). Ajustes e simplificações são possíveis se baseadas em estudos regionais.

Outro erro freqüente nas determinações de K_c são os erros induzidos pela sub-estimativa da drenagem profunda. Períodos muito úmidos devem ser acompanhados de monitoramento freqüente da umidade e dos gradientes de potencial de água no solo para a correta estimativa dos componentes do balanço hídrico de campo. Caso contrário, é melhor desprezar esses períodos de valores incertos, muitas vezes produzindo valores de $K_c > 1,6$. Estimar ou adotar valores obtidos a partir de outras datas podem ser mais reais do que induzir ao leitor a usar valores sabidamente com erros.

Há, ainda, muito o que explicar para se entender a razão de valores da $E_{TR} > E_{To}$. O efeito da advecção nem sempre é contabilizada nas esti-



FIGURA 3 – Produção de morango em cultivo protegido em hidroponia horizontal (esquerda) e hidroponia vertical (direita)

mativas de ETo, bem como não é estimado o seu efeito nas áreas irrigadas. Também há necessidade de adaptar e desenvolver trabalhos incluindo os novos conceitos de coeficiente de cultura, conforme foram revisados (Allen et al., 1994 e 1998) e apresentados no Boletim 56 da FAO, da Série Irrigação e Drenagem (<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>). Possivelmente, bons programas computacionais poderão auxiliar na simplificação do emprego dos novos critérios de estimativa de Kc e tomada de decisão de irrigação. Uma revisão sobre o assunto em língua portuguesa é apresentada em Pires et. al. (2001).

Um dos novos desafios ao estudo de consumo de água está nos novos sistemas de cultivo protegido. Apesar da grande tecnificação existente no sistema de produção, há muitas modalidades de cultivo (Figura 3), e há ainda as dificuldades de padronização das medições para controle do uso da água. As discussões em torno do tema são ainda iniciais e pouco pragmáticas. De um modo geral, o consumo de água em condições de cultivo protegido é cerca de 60% a 80% daquele verificado em condições de campo aberto (Montero et al., 1985; Rosenberg et al., 1989).

O uso pleno de Kc e da estimativa do consumo de água das culturas irrigadas na agricultura comercial só será possíveis ao uso em larga escala se mais atenção for dada na formação, consolidação e manutenção de redes de estações meteorológicas automáticas. A disponibilização dos dados meteorológicos ao público, em tempo real ou em informes agrometeorológicos como as enviadas pelo CIIAgro (Brunini et al., 1998; <http://www.iac.br/~ciiagro>), são as ferramentas viáveis como instrumentos para racionalização dos recursos hídricos. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonsi, R.R.; Pedro Jr.,M.J.; Camargo, M.B.P.; Ortolani,A.A.; Brunini,O.; Chiavegatto,O.M.D.P. Zoneamento agroclimático e probabilidade de atendimento hídrico para as culturas de soja, milho, arroz de sequeiro e feijão no Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo, Campinas. Boletim Científico, nº 37, 8p., 1995.
- Alfonsi, R.R.; Brunini, O.; Camargo, M.B. et al. Disponibilidade hídrica no solo para a cultura do milho no Estado de São Paulo em função de épocas de sementeira e cultivares. *Bragantia*, Campinas, v.57, p.127-133, 1998.
- Allen, R.G.; Smith, M.; Perrier, A.; Pereira, L.S. An update for the definition of reference evapotranspiration. *ICID Bulletin*, v.43, n.2, 93p., 1994.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S., Raes; D.; Smith, M. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. FAO, Roma, 1998. 300p. 179p. (Irrigation and Drainage, Paper 56)
- Arruda, F.B.; Barroso, L.F. Estimativa do uso da água para fins de projetos de irrigação, em função da evaporação de tanque, em Ribeirão Preto. *Bragantia*, Campinas, 43:677-682, 1984.
- Arruda, F.B. Necessidade de água nas culturas - elementos de projeto. In: III Curso Prático Internacional de Agrometeorologia para Otimização da Irrigação. IAC/PNUD-WMO, Campinas, 1989. 30p.
- Arruda, F.B.; Sakai, E.; Pires, R.C.; Fujiwara, M.; Calheiros, R. Orientação técnica sobre irrigação de culturas. In: I Curso sobre o Uso da Agrometeorologia no Planejamento Agrícola. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Agosto, 1997, 27p.
- Arruda, F.B.; Iaffe, A.; Weill, M.A.; Sakai, E.; Calheiros, R.O. Determinação do coeficiente de cultura do cafeeiro a partir do controle de umidade do solo em Pindorama. In: Anais do 25º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Franca, SP. p.294-300, 1999.
- Arruda, F.B.; Iaffe, A.; Sakai, E.; Calheiros, R.O. Resultados anuais do coeficiente de cultura do cafeeiro em um ensaio em Pindorama, SP. In: Anais do III Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada. Araguari, MG. p. 775-778. 2000. Anais do 1º Simpósio de Cafés do Brasil. Poços de Caldas, MG. 2000a.
- Arruda, F.B.; Iaffe, A.; Sakai, E.; Pires, R.C.M.; Calheiros, R.O. Coeficiente de cultura em cafeeiros irrigados e não irrigados determinados em condições de campo em Ribeirão Preto, SP. In: 26º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Marília, SP, 21 a 24 de novembro de 2000b.
- Arruda, F. B.; Iaffe, A.; Sakai, E.; Pires, R.C.M.; Calheiros, R.O.. Coeficiente de cultura do cafeeiro em Botucatu, SP. In: Anais do XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2001, Foz do Iguaçu, PR. 2001. Anais em CD-Rom.
- Barreto, G.B.; Reis, A.J.; Demattê, J.B.I.; Igue, T. Experiência de irrigação e modo de formação de café novo. I - Resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia*, Campinas, v.31, p.41-58, 1972.
- Bertoni, J.; Barreto, G.B. O ciclo hidrológico determinado por uma bateria de lisímetros. 1º Congresso Pan-Americano de Conservação do Solo, São Paulo, 1966. Anais... p. 65-73.
- Bertoni, J.; Barreto, G.B. Monolith lysimeters - construction, features and preliminary hydrological results. *International Congress of Soil Science*, 8th Adelaide, Australia, 1968. Transactions. p. 599-609.
- Brunini, O.; Grohmann, F.; Santos, J.M. Balanço hídrico em condições decampo para dois cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.5, n.1, p.1-6, 1981.
- Brunini, O.; Bortoleto, N., Martins, A.L. et al. Determinação das exigências térmicas e hídricas de cultivares de milho. In: Seminário Sobre a Cultura do Milho "Safrinha", Assis, Anais... IAC/CDV, p.141, 1995.

- Brunini, O.; Pinto, H.S.; Zullo, J.; Pellegrini, G.O.; Arruda, F.B.; Fujiwara, M.; Sakai, E.; Pires, R.C. de M. Sistema de aconselhamento agrometeorológico. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2., Goiânia, 1998. Anais. Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 15-37.
- Camargo, A. P. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico. 1960. 30p. (Boletim n. 116).
- Camargo, A. P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v.21, p.163-213, 1962.
- Camargo, A.P.; Pereira, A.R. Prescrição de rega por modelo climatológico. Fundação Cargill, Campinas. 1990. 27p.
- Camargo, M.B.P.; Pedro Jr., M.J.; Ortolani, A.A.; Rosa, S.M. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade de laranjais no Estado de São Paulo. Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 24 a 28 de julho de 1995, Campina Grande-PB. p.412-414, 1995.
- Demattê, J.B.I.; Demattê, M.E. S.P.; Igue, T. Determinação do consumo de água e frequência de irrigações em cultura de rabanete, empregando-se a técnica da moderação de neutrons nas avaliações dos teores de umidade do solo. *Bragantia*, Campinas, v.30, p.XXI-XXV, 1971.
- Denmead, O.T.; Shaw, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v.43, p.385-390, 1962.
- Dorenbos, J.; Pruitt, W.O. Guidelines for predicting cropwater requirements. Rome. FAO, 1975. 179p. (Irrigation and Drainage, Paper 24)
- Iaffe, A.; Arruda, F.B. Avaliação do consumo de água em pomar de laranjas em Pindorama, SP, em período de inverno. XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, de 20 a 26 de julho de 1997.
- Iaffe, A., Arruda, F.B., Sakai, E., Pires, R.C.M.; Calheiros. Quantificação do efeito hídrico na produtividade de laranja Baianinha e Hamlin em Pindorama, SP. XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e II Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 19 a 24 de julho de 1999, Florianópolis, SC. Resumo Expandido em CD-Rom dos Anais do Congresso.
- Iaffe, A.; Arruda, F. B.; Sakai, E. Simulação do consumo diário de água do cafeeiro baseado em amostragens eventuais da umidade do solo em Pindorama, SP. III Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada. Araguari, MG, 22 a 24 de março de 2000a.
- Jensen, M.E. Water consumption by agricultural plants. In: Kozlowski, T.T. (ed.) *Water deficits and plant growth*. 2.ed. New York, Academic Press, 1969. v.2, Cap.1 P.1-22.
- Machado, E.C.; Medina, C.L.; Gomes, M.M.A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira "Valência". *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.217-226, 1999.
- Medeiros, G.A. & Arruda, F.B. Adaptação e avaliação de evapotranspirômetros para a obtenção do coeficiente de cultura basal (kcb) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e II Congresso Latinoamericano de Engenharia Agrícola, Bauru, 22 a 26 de julho de 1996a.
- Medeiros, G.A.; Arruda, F.B. Análise seqüencial aplicada a estudos sobre o consumo de água da cultura através da técnica dos evapotranspirômetros. XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e II Congresso Latinoamericano de Engenharia Agrícola, Bauru, 22 a 26 de julho de 1996b.
- Medeiros, G.A.; Arruda, F.B. Influence of the crop canopy on water consumption and crop coefficient of bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.). International Conference on Agricultural Engineering, Madri, Espanha, 23 a 26 de setembro de 1996c.
- Medeiros, G.A.; Arruda, F.B.; Sakai, E.; Fujiwara, M.; Boni, N.R. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n.9, p.1733-1742, 2000.
- Medeiros, G.A., Arruda, F.B., Sakai, E., Fujiwara, M. The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.49, n.3, p.211-224, 2001.
- Mello, A.C.A.; Arruda, F.B. Efeito do dossel vegetativo no consumo de água e no coeficiente de cultura basal da ervilha (*Pisum sativum* L.). XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e II Congresso Latinoamericano de Engenharia Agrícola, Bauru, 22 a 26 de julho de 1996.
- Montero, I.T.; Castilla, N.; Gutierrez de Rané, E.; Brestones, F. Climate under plastic in the Almeria area. *Acta Horticulturae*, n.170, p.227-234, 1985.
- Nova, N.A.; Pereira, A.R.; Pedro Jr., M.J. Balanço de energia numa cultura do arroz em condições de sequeiro. *Bragantia*, Campinas, v.34, p.171-176 1975.
- Pedro Jr., M.J.; Nova, N.A. Balanço de energia em soja. *Turrialba*, San José, v.31, n.4, p.309-312, 1981.
- Picini, A.G.; Camargo, M.B.; Ortolani, A.A.; Fazuoli, L.C.; Gallo, P.B. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. *Bragantia*, Campinas, v.58, p.157-170, 1999.
- Pires, R.C.M.; Arruda, F.B. Método para cálculo do intervalo de irrigação suplementar. *Bragantia*, Campinas, v.54, n.1, p.193-200, 1995.
- Pires, R.C.M.; Arruda, F.B.; Sakai, E.; Frizzone, J.A.; Fujiwara, M. & Calheiros, R.O. Tendência anual da necessidade de irrigação suplementar em Ribeirão Preto, SP. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, 6(2):257-262, 1998.
- Pires, R.C.M., Arruda, F.B., Sakai, E., Brunini, O.; Calheiros, R.O.; Azevedo Filho, J.A. Simulação da necessidade de irrigação complementar às chuvas em Monte Alegre do Sul. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.19, n.2, p.132-141, 1999.
- Pires, R.C.M.; Sakai, E.; Arruda, F.B.; Calheiros, R.O.; Godoy, R.F. Necessidade de água, métodos e manejo da irrigação. IV Curso de Agricultura Irrigada - Necessidade e Manejo da Água e VII Curso de Agrometeorologia para o Planejamento Agrícola, Ribeirão Preto, SP. Março de 2000, 51p.
- Pires, R.C.M., Sakai, E., Arruda, F.B., Folegatti, M.V. Necessidades hídricas das culturas e manejo da irrigação. In: Miranda, J.H. & Pires, R.C.M. *Irrigação*. Jaboticabal, 2001, v.1, p.121-194.
- Pires, R.C.M. Desenvolvimento e produtividade do morangueiro sob diferentes níveis de água e coberturas do solo. Piracicaba, 1998. 116p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- Rosenberg, N.I.; McKenney, M.S.; Martin, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: A review and simulation. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.47, p.303-320, 1989.
- Sakai, E.; Brunini, O.; Arruda, F.B. Produção e consumo de água do feijoeiro em Campinas, SP. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Ilheus, 19 a 23 de julho de 1993.
- Thornthwaite, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* v. 38, p.55-94, 1948.
- Thornthwaite, C.W.; Matter, J.R. The water balance. Centerton, N.J., Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology vol.8, n.1).
- Tosello, R.N.; Reis, A.J. Contribuição ao estudo da irrigação e restauração de lavoura velha de café. I - Resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia*, Campinas, v.20, p.997-1044, 1961.
- Tosello, R.N.; Reis, A.J.; Barreto, G.B. Balanço de água no solo em cultura de cana-de-açúcar, resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia*, Campinas, v.25, p.337-347, 1966.
- Weill, M.A.M.; Arruda, F.B.; Oliveira, J.B.; Donzeli, P.L.; van Raij, B. Avaliação de fatores edafoclimáticos e do manejo na produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) no oeste paulista. *Rev. bras. Ci. Solo*, Viçosa, v.23, n.881-891, 1999.
- Wright, J.L. New evapotranspiration crop coefficients. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, New York, v.108, p.57-75, 1982.

O que falta para Minas Gerais dar início ao processo de cobrança pelo uso da água?

Dos 17 comitês de bacia estruturados e dos oitos em implementação no estado de Minas Gerais, alguns são considerados quase prontos para iniciar a cobrança pelo uso da água, um dos principais instrumentos previstos na política nacional de recursos hídricos. A primeira experiência nesse sentido, envolvendo Minas, vai ser praticada por um comitê de formação nacional que atinge mais de um Estado, o da Bacia do Rio Paraíba do Sul, a partir do próximo mês de junho. Considerado um dos rios mais poluídos do país, o Paraíba do Sul e seus afluentes abastecem cinco milhões de pessoas em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, região responsável por 10% do PIB nacional. A estimativa é que esta cobrança pelo uso da água renda 30 milhões de reais ao ano, com a participação de todos os usuários no processo.

Com a aplicação do conceito de *commodity* para a água, o setor da agricultura irrigada do estado de Minas, responsável por cerca de 70% das outorgas concedidas pelo poder público, terá um tratamento diferenciado dos demais usuários, mas também pagará pelo uso. “O Brasil é perdulário com a água, afirma o diretor-presidente do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), Willer Hudson Pós. Para ele, a maioria dos produtores pratica o “molhamento” ou o “aguamento”, o que gera impactos no meio ambiente.

Minas Gerais é conhecida como a maior “caixa d’água” do Brasil. Cerca de 8,3% dos rios e lagos naturais e artificiais do país estão em solo mineiro, ocupando uma superfície equivalente a 4.586 km² dos 55.457 km² existentes no Brasil, segundo dados do Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais (Indi). A segunda maior bacia hidrográfica do mundo em volume de água, a do Paraná, é formada em Minas pelos rios Grande e Paranaíba. Em terras mineiras nasce o São Francisco, o chamado rio da integração nacional, além de mais 16 bacias hidrográficas que dão origem a mais de 10 mil cursos de água, com uma capacidade de vazão de 6.290m³ por segundo.

Com tanta fartura em recursos hídricos é quase impossível acreditar que ali possam existir conflitos pelo uso da água. Mas, eles existem, especialmente em regiões, onde a irrigação é base da atividade agrícola. Recentemente, o Igam contornou uma situação difícil em Campos Altos, no Triângulo Mineiro. Um grupo de 23 produtores rurais iniciou uma disputa pelas águas do rio Araguari, criando um clima de guerra no local. O assunto foi resolvido entre os próprios interessados, a promotoria local e o órgão gestor das águas, com uma outorga coletiva, a primeira de Minas Gerais. Os produtores passaram a utilizar a água em comum acordo e instalaram um vertedouro para controlar a vazão referência adotada no Estado.

Esse fato ilustra a prática da teoria de um modelo de gestões descentralizada e participativa. E, também, deverá ser a solução adotada para outro conflito na mesma região e bacia, em relação ao córrego Amanhece, cujas águas estão sendo disputadas por cerca de 100 produtores rurais. Eles já se uniram para discutir seus conflitos e formaram uma associação, a dos Usuários da Água do Amanhece. A Agência Nacional de Águas (ANA) gostou tanto da idéia, que pensa em adotá-la para resolver problemas semelhantes em outras regiões do país.

Além das disputas, outro sinal óbvio de conflito está refletido no número de indeferimentos praticados pela instituição das outorgas, garantia que a instituição dá ao usuário de que ele poderá contar com a água, tanto em época de chuva quanto de seca. As outorgas indeferidas já representam 10,7% das 5.925 concedidas até fevereiro deste ano. Esses indeferimentos ocorreram principalmente nas regiões mais críticas do Estado, onde ocorrem conflitos constantes pelo uso da água.

E, indiscutivelmente, o setor da agricultura irrigada ocupa o primeiro lugar nas solicitações. Cerca de 70% das outorgas concedidas em Minas Gerais são destinadas à irrigação, 26% para o consumo humano e o restante para o setor industrial e outros usos.

Maior demanda

O Triângulo Mineiro, grande produtor de café com a utilização da irrigação, é uma das regiões que mais demanda pelas outorgas. Além dessa, o Noroeste do Estado, devido à produção de grãos, batata e cenoura, e o Norte de Minas, pela fruticultura e pelo café, são duas outras regiões onde os conflitos pelo uso da água são comuns.

“Difícilmente, somos procurados espontaneamente pelos produtores”, afirma a engenheira química e advogada, Célia Maria Brandão Fróes, chefe da Divisão de Cadastramento e Outorgas do Igam, que conta apenas com 15 funcionários para analisar uma média de 150 a 200 processos de outorgas por mês que chegam à instituição.

Através de um convênio com a Emater-MG, o Igam vem contando com o apoio da extensão rural nas orientações para o preenchimento dos requerimentos, o que tem aumentado o volume de processos de pedidos de outorga junto à instituição.

Além de situações de conflito e o convênio com a extensão rural, outra motivação que fez a demanda pelas outorgas subir em Minas foi a atuação dos órgãos financiadores, que só concedem recursos financeiros para a irrigação para quem possui outorga.

Dúvidas

Mesmo com a demanda crescente nos pedidos de outorga junto ao órgão responsável, são muitas as dúvidas existentes entre os chamados usuários da água, quanto à implantação da política de recursos hídricos e, especialmente, em relação ao início da cobrança pelo uso da água.

Um desses usuários, o segmento industrial representado pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg), levantou, recentemente, uma série de questionamentos. Principalmente em relação à regulamentação da cobrança pelo uso da água, durante a cerimônia ocorrida, em 26 de fevereiro último, para o lançamento de uma cartilha elaborada pelo Igam em conjunto com a Fiemg, sobre a Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos.

Mesmo estando representada no Conselho Estadual de Recursos Hídricos e nas câmaras técnicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Fiemg achou importante defender sua posição junto ao segmento. Aproveitou a oportunidade e distribuiu um outro documento com o posicionamento oficial da entidade sobre a Cobrança pelo Uso da Água e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Críticas

O principal alvo da Fiemg está direcionado para a cobrança pelo uso da água. A entidade aponta que ambos os conselhos, o Nacional e o Estadual de Recursos Hídricos de Minas ainda não editaram nenhuma deliberação normativa com as regras gerais sobre o funcionamento do sistema e a implantação dos instrumentos sobre cobrança, lembrando que a Lei 9.433, conhecida como a Lei das Águas, ainda não foi regulamentada.

Essa posição adotada pela Fiemg acontece logo depois das primeiras notícias sobre o início do processo de cobrança pelo uso das águas, marcado para junho próximo, pelo comitê da Bacia do Paraíba do Sul, um dos mais antigos do Brasil e de formação federal (envolve três Estados da Federação).

Para a entidade, faltam muitas definições, como por exemplo: quem vai pagar, quem vai cobrar, onde depositar. Considera que a cobrança deve ser “universal”, e não apenas recair sobre setores mais organizados (como a indústria), mais fáceis de ser taxados. “A conta a ser paga pelo uso de recursos hídricos deverá recair sobre todos os usuários, no caso, as indústrias, os irrigantes, os setores de saneamento e energético”, determina o documento.

E entre outros pontos para reflexão, a Fiemg considera que o pagamento a ser feito pelo setor industrial mineiro não poderá representar mais um imposto que o coloque em desvantagem em

FOTOS GENOVEVA RUIS DIAS



Célia Maria Brandão Fróes



Aginaldo José de Lima



Reinaldo Caetano



Luíza de Marillac Camargos

relação à indústria de outros Estados e países, nos quais essa conta não exista ou nem vá existir.

Segundo a secretária executiva do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Fátima Chagas Dias Coelho, o posicionamento da Fiemg mostra que o setor está organizado e disposto a discutir. “Foi apresentada uma série de questionamentos que nós, do Poder Público, temos que responder”, afirma ela, considerando ser esta a postura de participação desejada do usuário da água no modelo proposto para a política de recursos hídricos.

O que pensam as lideranças rurais

No entendimento de Aguinaldo José de Lima, presidente da Associação dos Cafeicultores da Região de Patrocínio, MG, a agricultura sempre é penalizada por uma série de taxas e tributações que acabam por dificultar a competitividade do setor. “Além do que, a atividade agrícola sempre tem seus riscos, embora menos factíveis com o uso da irrigação”, esclarece ele.

Ele defende que essa taxa não deve onerar a atividade, que o produtor seja compensado em qualquer outro tributo e que os recursos arrecadados tenham a sua aplicabilidade assegurada por lei, com a utilização destinada exclusivamente na recuperação e na manutenção da própria água.

O presidente da Associação dos Cafeicultores de Araguari, Reinaldo Caetano, considera que o setor agrícola deveria ser o último a participar do processo de pagamento. Para ele, a cada dia, os produtores estão-se conscientizando mais sobre a importância da outorga. “A irrigação hoje é fundamental, principalmente em municípios como Araguari, Indianópolis, Cascalho Rico, Monte

Carmelo, Coromandel, onde o déficit hídrico é maior. É praticamente inviável termos uma lavoura de café sem irrigação”, afirma ele, lembrando que a associação tem orientado constantemente os produtores no sentido de usarem sistemas de irrigação que racionalizem o uso da água.

A Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais (Faemg), que representa cerca de 400 sindicatos rurais mineiros e também tem assento junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, é clara na sua posição: a cobrança pelo uso da água está definida em lei e a entidade não questiona isso. O que a Faemg reivindica e enfatiza (*ver matéria no box*) é a transparência e os critérios do processo de cobrança, o destino dos recursos arrecadados e a participação nas decisões dos órgãos públicos de como a legislação será implementada.

Considera que nessa discussão deve ser levado em conta o critério de “produção de águas” inerente ao setor agropecuário. Além disso, a entidade tem uma série de críticas quanto à capacidade de atuação do Igam, devido à sua frágil estrutura e ao atual estágio de formação da maioria dos comitês de bacia do Estado, responsáveis pela constituição de agências de água e implementação dos planos de recursos hídricos de cada bacia.

O Igam é o responsável pelo planejamento e administração de todas as ações voltadas para a preservação da quantidade e qualidade das águas. É a instituição que concede a outorga para a gestão dos recursos hídricos de Minas Gerais, cuidando para que as águas estaduais sejam utilizadas de forma descentralizada e participativa por toda a comunidade.

A situação dos vários comitês estaduais de bacia

Para o diretor presidente do Igam, Willer Pós, cada um dos 17 comitês estaduais implementados em Minas Gerais tem características diferentes. Os considerados mais estruturados são os comitês de bacia do Rio das Velhas, essencialmente mineral, siderúrgico e industrial, o do Pará e do Paraopeba, seguido pelo de Araguari, de formação quase totalmente agrícola e o de Paracatu, considerado misto, com participação dos setores mineral e agrícola.

O da Bacia do Rio Doce é constituído especialmente pelo setor siderúrgico. O comitê estadual mais antigo é o do Rio das Velhas, que possui plano diretor e um estudo preliminar para a cobrança de tarifas. Além disso, é um comitê que já está deliberando sobre processos de outorgas com previsão legal, depois de analisados pelo Igam. O mais recente comitê é o de Mogi Guaçu-

Pardo, instalado em Poços de Caldas, em 2001, que, brevemente, deverá estar estruturado para participar dessa questão de outorgas.

Mas nem todos os setores estão preparados para participar dos comitês, na opinião do diretor presidente do Igam. “Considero o setor agrícola o menos preparado e com menor representação nos comitês de bacia, apesar de ser o maior usuário da água”, afirma Willer Pós. Ele atribui o fato às características de formação do setor, que conta com a participação de grupos familiares, com baixa produção, descapitalizado, de difícil sustentabilidade e com pouco acesso à informação.

Alguns comitês, com forte representação agrícola, como o de Araguari, que já foi considerado “a menina dos olhos do Igam”, não conseguem deslanchar. Na opinião dos técnicos da área,



FONTE: Base GeoMINAS 1998 e Cartas do IBGE – Mapa do IGA – Comitês: Luiza Marillac – Assessoria de Planejamento e Coordenação - APC – Geoprocessamento – fevereiro/2002

faltam-lhes subsídios importantes como um inventário ou um plano para a bacia hidrográfica, o que lhes dariam mais suporte e o empurrão necessário para uma atuação mais ampla.

Já a engenheira sanitária, Luíza de Marillac Camargos, chefe da Divisão de Ordenamento de Bacias, acredita que os comitês irão realmente funcionar e mostrar resultados quando surgirem as agências de água. E, para haver as agências, é preciso que haja a cobrança pelo uso da água. Ela acredita que a participação do setor agrícola está

em ritmo crescente e a possibilidade do início do processo de cobrança está despertando preocupação e um maior interesse na participação.

Ela considera importante o estabelecimento de parcerias regionais para o fortalecimento dos comitês de bacia. “Os comitês sofrem hoje as dificuldades de qualquer organização pioneira, funcionam dentro de sedes de associações, de prefeituras municipais, de universidades. Mas o Estado tem feito todo o esforço para fortalecê-los”, completa ela.

Diferentes metodologias adotadas pelas várias unidades da Federação

O trabalho de inserção de Minas Gerais na política nacional de recursos hídricos está praticamente nos seus primórdios, mas vai bem, na opinião de técnicos da área. O Ceará é o estado considerado dos mais avançados neste setor, seguido por Pernambuco. Mas as características desses dois Estados são diferentes das demais

unidades da Federação, pois neles se pratica principalmente a gestão de açudes.

Na Região Sudeste, os Estados considerados mais avançados nesse setor são Minas Gerais e São Paulo, que adotam metodologias diferentes na concessão de outorgas. Ambos utilizam uma vazão padrão para outorga superficial, conheci-

da como Q7-10, só que enquanto São Paulo adota vazões com percentuais maiores e variáveis de acordo com cada região, Minas Gerais libera apenas 30% da vazão para uso da outorga. “Temos consciência de que a adoção da Q7-10, com 30% de vazão liberada para todo o Estado, é restritiva”, considera Célia Fróes, chefe da Divisão de Cadastramento e Outorgas do Igam.

E completa, dizendo que existem estudos para adoção da Q90, a exemplo da Bahia, mas essa mudança depende de outras instâncias. A regulamentação da Lei Estadual de Recursos Hídricos determina que cabe aos comitês, através de seus planos diretores, apresentarem propostas de novos critérios de avaliação, justificados tecnicamente, para aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Mesmo firmando parcerias com outras instituições menos centralizadas e com maior representatividade no Estado como a Emater, o Igam tem uma administração considerada bastante centralizada. Recentemente, ele abriu um escritório no município de Araguari, uma região considerada problemática, por causa dos conflitos. Mesmo com essa representação no Triângulo Mineiro, considerada fundamental pela Associação dos Cafeicultores local, todo o trabalho de análise para a concessão de outorgas é feito em Belo Horizonte. A instituição tem também um número pequeno de funcionários para atender a todo o Estado (apenas 100), apesar de lançar mão do trabalho de consultorias.

Já São Paulo encontra-se num estágio considerado mais avançado na aplicação da política de recursos hídricos, através do Departamento de

Águas e Energia (DAE). Este departamento é mais descentralizado, conta com oito regionais e cerca de 600 funcionários.

Informatização

O trabalho para cadastramento e concessão de outorgas em Minas está totalmente informatizado. Em termos de águas superficiais, o Igam utiliza um estudo encomendado pela Copasa, denominado “Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais”, realizado em 1993, que fez a regionalização de todas as vazões específicas dos rios estaduais, usando dados coletados de 50 anos de chuvas. Esse trabalho utiliza, também, o Map Info, um *software* que pode ser facilmente encontrado no mercado, além de uma base digitalizada de mapas do sistema Geominas.

“Estamos tentando disponibilizar esses sistemas no nosso *site* para atender melhor aos interesses de técnicos da área e agilizar os processos, mas isso depende de contatos junto à Comig e à Copasa, com quem firmamos convênios para a utilização desses recursos”, explica Célia Fróes.

Quanto ao conhecimento relativo às águas subterrâneas do Estado, Célia destaca a necessidade de conhecer melhor a disponibilidade hídrica. Daí a importância do balanço hídrico do Estado que deverá ficar pronto em meados deste ano.

O presidente da Associação dos Cafeicultores da Região de Patrocínio, MG, Aguinaldo José de Lima, considera clara a necessidade do Igam modernizar-se ainda mais nas informações e controle de dados de monitoramento do potencial hídrico do Estado, tornando-se mais ágil na fiscalização e na emissão de outorgas.

Como obter a outorga para o uso da água em MG

A outorga é um instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos. Esta propriedade de domínio público da água foi assegurada pela Constituição de 1988, sendo necessário que o Poder Público estabelecesse um instrumento, com o qual pudesse controlar o direito de uso da água, como forma de garantir o acesso de todos.

Com este instrumento, o Estado ou a União, através de seus agentes outorgantes, assegura o controle quantitativo e qualitativo do uso da água, especificando o local, a fonte, a vazão e a finalidade de seu uso em um determinado período.

Essa outorga não dá ao usuário a propriedade de água, ou sua alienação, mas o simples direito de seu uso. Portanto, a outorga poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez ou de não-cumprimento, pelo

outorgado, dos termos previstos nas regulamentações, ou por necessidade premente e se atenderem usos prioritários e de interesse coletivo.

O agente outorgante deve considerar as prioridades de uso deliberadas pelos comitês de bacia e preservar os usos múltiplos dos recursos hídricos. Deve-se pedir a outorga, antes da implantação de qualquer empreendimento, cujo uso venha a alterar o regime, a quantidade do corpo d'água, incluindo, além das captações, acumulações e derivações, os lançamentos de efluentes. E são isentos de outorga as derivações, captações, acumulações de volumes de água e lançamentos considerados insignificantes.

As outorgas em águas de domínio do estado de Minas Gerais são emitidas pelo Igam pela Lei 13.199/99. Já aquelas em águas de domínio da União são emitidas pela ANA pela Lei 9.984/2000.

O que está sujeito à outorga

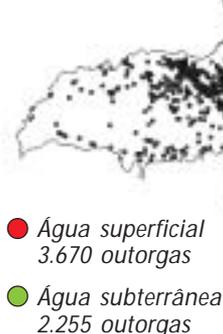
- captação ou derivação de água de um corpo d'água;
- exploração de água subterrânea;
- construção de barramento ou açude;
- construção de dique ou desvio em corpo d'água;
- construção de estrutura de recreação nas margens;
- construção de estrutura de transposição de nível;
- construção de travessia rodoferroviária;
- dragagem, desassoreamento e limpeza de corpo d'água;
- lançamento de efluentes em corpo d'água;
- transposição de bacias;
- retificação, canalização ou obras de drenagem;
- outras modificações do curso, leito ou margens de corpos d'água.

Documentação necessária

- requerimento assinado pelo requerente ou procurador, juntamente com a procuração;
- formulários fornecidos pelo Igam;
- relatório técnico, modelo fornecido pelo Igam;
- comprovante de recolhimento dos valores relativos aos custos de análise e publicações;
- cópias do CPF/CNPJ e da carteira de identidade do requerente ou procurador;
- cópia do registro do imóvel ou de posse do local, onde será efetuada a captação, com a atualização mínima de 60 dias;
- anotação de responsabilidade técnica (ART) expedida pelo Crea;
- documento de concessão ou autorização fornecidos pela Aneel, em caso de hidrelétrica ou termelétrica;
- documento emitido pelo comitê de bacias, contendo as prioridades de uso, caso existente.

As informações acima foram retiradas da cartilha sobre Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos da Fiemg/Igam, lançada no dia 26/02/2002.

OUTORGAS CONCEDIDAS



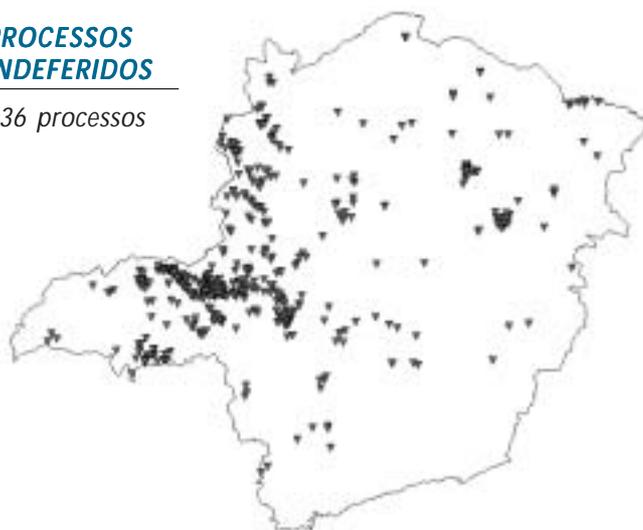
PROCESSOS EM TRAMITAÇÃO

261 processos



PROCESSOS INDEFERIDOS

636 processos



Prazos

Todos os modelos de formulários para a obtenção de outorgas em corpos d'água no Estado, além dos passos necessários para a formação de comitês de bacia, podem ser encontrados via internet, através do site: www.igam.mg.gov.br

Em Minas Gerais, é adotada a modalidade de autorização e concessão. A primeira é destinada a particulares, como os produtores rurais e a praxe é que tenha uma duração de até cinco anos. Já a concessão é de utilidade pública e o prazo é de até 20 anos. Existem casos de permissão de uso, com prazo de três anos, quando a vazão utilizada é pequena, como no caso de cisternas. Mesmo nesses casos, o usuário deve ser cadastrado e é emitida uma certidão.

Segundo Célia Fróes, chefe da Divisão de Cadastramento e Outorgas do Igam, os processos que dão entrada na instituição seguem rigorosa-

mente a ordem cronológica de entrada para serem examinados. "Aqui não se passa processo na frente", garante ela, que só faz uma ressalva para os processos de interesse social ou de utilidade pública.

Ela explica que os tipos de outorga, subterrânea ou superficial, são diferentes. No caso de perfuração de poços, por resolução do Crea, antes o proprietário deve pedir autorização junto ao Igam, acompanhada de um relatório feito por um geólogo ou engenheiro de Minas, que é o profissional gabaritado para dar um parecer sobre águas subterrâneas.

Se o poço é antigo na propriedade, perfurado antes da vigência da lei, é necessário legalizá-lo, através do preenchimento de um formulário próprio, com dados sobre profundidade, vazão, coordenadas geográficas, dados do empreendi-

Comitês e agências de bacias, uma gestação preocupante

Os representantes do Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul continuam discutindo a formação da agência, que terá como principais funções arrecadar dos usuários os recursos originários da taxa de cobrança pelo uso das águas e implementar o plano de investimentos da bacia. Segundo decisão do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), em reunião do último dia 14 de março, a partir do próximo mês de junho, as 189 cidades e as 7 mil indústrias localizadas ao longo dos 1,1 mil quilômetros do Paraíba do Sul irão começar a pagar pelo uso de suas águas.

FOTO GENOVEVA RUIZ DIAS



Fátima: "a formação de agências é um assunto que preocupa tanto o governo federal quanto o estadual"

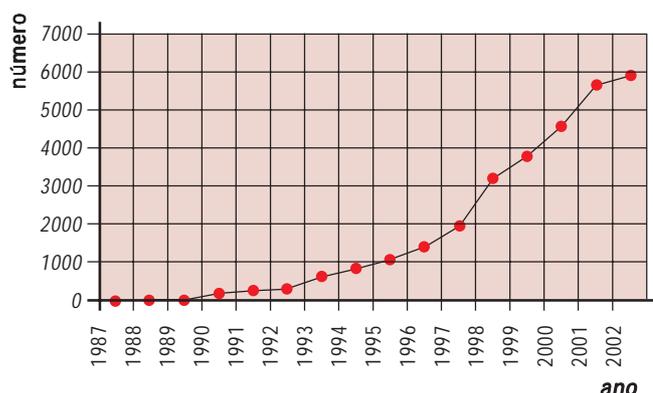
Segundo orientação da Agência Nacional de Águas (ANA), os recursos originários dessa arrecadação farão parte dos orçamentos da União e dos Estados, mas serão aplicados na bacia hidrográfica de origem. Existem questões cruciais que permanecem indefinidas, ou seja, se cada comitê de bacia terá uma agência, qual será o modelo ideal para essa instituição? Outra preocupação está voltada para o grau de representatividade e capilaridade dos comitês de bacia e o estabelecimento de métodos concretos para aferir os resultados do modelo de gestão descentralizado proposto pela política de recursos hídricos.

Para Fátima Chagas Dias Coelho, secretária-adjunta da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (Semad), a formação de agências é um assunto que preocupa tanto o governo estadual quanto o federal. O Rio São Francisco, por exemplo, exige a existência de três ou mais comitês. O número de agências teria que corresponder ao de comitês? Como secretária executiva do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), Fátima mostra a legislação e considera que deveria haver uma só agência para três comitês, juntando-se o do Paraopeba, o do Pará e o das Velhas, por questões técnicas e econômicas. "O comitê é o coração do sistema descentralizado de gestão; aquele que define o projeto de investimentos e a pauta da agência", considera ela.

mento, tipo de bomba e sistema de irrigação utilizados.

No caso de uma captação superficial, com construção de barragem, o pedido tem que vir acompanhado de um estudo hidrológico. Atualmente, com exceção das outorgas subterrâneas que, por exigência do Crea, devem contar com a participação de um profissional com formação específica, os demais processos podem ser conduzidos por outros profissionais ou empresas jurídicas, que não precisam de credenciamento especial junto ao Igam. Os extensionistas da Emater-MG dispõem de todas as informações para montar o processo para o produtor. O prazo para a expedição da outorga junto ao Igam é em média de 45 a 60 dias, quando o processo é entregue completo, com todas as informações solicitadas. ■

EVOLUÇÃO DAS OUTORGAS CONCEDIDAS



Garantia do uso dos recursos para a bacia

“A nossa lei estadual é clara (Lei nº 1.399): os recursos arrecadados com a bacia serão revertidos para ela”, considera Fátima, mostrando que a Lei federal nº 9.433 (Lei das Águas), utiliza o termo “prioritariamente”, quando se refere à origem e à aplicação dos recursos na própria bacia. Esse termo, que pode provocar outras interpretações, vem tentando ser alterado na regulamentação da lei, ainda sob exame. O deputado federal relator, Fernando Gabeira, apresentou um substitutivo PL 1.616, de regulamentação da Lei 9.433, durante a reunião do dia 13 de março do CNRH. Nesse substitutivo, o relator reforça que os recursos oriundos da bacia sejam aplicados na mesma unidade.

O Conselho de Recursos Hídricos de Minas Gerais ainda não deliberou sobre a cobrança da taxa pelo uso da água dos rios estaduais, mas suas reuniões estão cada vez mais frequentes e, brevemente, começará a contar com a atuação de comitês técnicos. Entre seus feitos, o CERH contabiliza o decreto de regulamentação da Lei 1.399, sobre a política estadual de recursos hídricos, a aprovação da divisão do Estado em unidades de planejamento e gestão, além da deliberação para a formação dos comitês de bacia. O plano estadual de recursos hídricos, considerado prioritário, está passando pelo crivo do CERH e deve ser licitado ainda este ano pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), contando com o apoio de um programa do Banco Mundial.

“Minas é um Estado interior, em que as bacias são compartilhadas com a União. Temos que ter cuidado no trato das nossas águas e do nosso território”, considera Fátima, referindo-se especialmente

às bacias dos Rios São Francisco e Doce e à formação de seus comitês. O próprio secretário de Meio Ambiente de Minas Gerais, Celso Castilho, é o presidente da diretoria provisória do Rio Doce e faz parte da diretoria provisória do Comitê de Integração do São Francisco.

Representatividade dos comitês

Uma das atuais preocupações da Semad está voltada para a representatividade e a capilaridade dos comitês de bacia existentes no Estado. Alguns deles são extremamente dinâmicos, como o das Velhas, do Pará, do Paraopeba, do Caratinga e o do Araguari. “O comitê das Velhas está discutindo a cobrança e uma forma de criar uma unidade transitória que se transformará numa agência de bacia”, comenta ela.

Como determina a legislação, esses comitês têm uma formação paritária entre o poder público (estadual e municipal) e a sociedade civil organizada e usuária, com o objetivo de constituir fóruns democráticos, onde os interesses existentes dentro da bacia são discutidos e tirado um consumo ou não. Na falta desse consenso, o assunto passa para outra instância, ou seja, o CERH.

“O poder público e as pessoas envolvidas na implementação prática do sistema de gestão de recursos hídricos têm que buscar, rapidamente, mecanismos para aferir a eficiência do sistema que está sendo colocado em prática através da Lei 1.399. São necessários indicadores e métodos concretos, que saiam da subjetividade, para verificar se estão sendo atendidos os níveis de representatividade e de capilaridade dos principais interessados”, defende a secretária executiva da Semad.

Willer garante que a cobrança pela água jamais inviabilizará a realização de projetos em Minas Gerais



FOTO GENOVEVA RUIZ DIAS

Um custo diferenciado pelo uso da água para a irrigação

Responsáveis por cerca de 70% do número de outorgas já concedidas no estado de Minas Gerais, os agricultores mineiros, especialmente aqueles que utilizam a irrigação, aguardam, com um certo temor, pela cobrança do uso da água.

Mas mesmo entendendo que o setor já se encontra penalizado, o diretor presidente do Igam, Willer Hudson Pós, defende que, mesmo de forma diferenciada, o agricultor irá pagar pelo uso da água. Segundo ele, essa cobrança jamais poderá ser motivo de impedimento para a realização de projetos, a partir da conceituação da água como commodity. "Essa cobrança está definida constitucionalmente e, em Minas Gerais, ela será implementada, quando os comitês de bacia sentirem-se bastante estruturados", completa ele. Numa entrevista exclusiva para a ITEM, ele fala sobre diretrizes e estudos sobre o assunto e a atuação do Igam no Estado.

Item – O que será levado em consideração para a cobrança pelo uso da água pelo setor agrícola?

Willer Pós – Para entender o chamado preço da água, foi criado dentro do Igam um grupo de trabalho para propor mecanismos de integração de todo o sistema. Na formação do chamado preço da água, tem-se o preço público unitário (PPU), composto por vários *ks*, dos quais um deles é o *k* da *commodity* agrícola. Esse *k* reflete o valor mínimo que o produto plantado deve atingir para começar a pagar pelo uso da água. Do contrário, esse valor será igual a zero. Por exemplo, para um produtor de feijão, a saca de 60 quilos tem que chegar a um determinado valor, para que ele pague pela água que vai usar.

Item – Isso significa que o setor agrícola dificilmente irá pagar pelo uso da água?

Willer Pós – Mesmo com um tratamento diferenciado, o produtor irá pagar. Mas vai haver diferenciação de tratamento entre o setor agrícola e outros setores como, por exemplo, o industrial. Por isso, o *k* agrícola é importante, pois ele vai estar refletido na *commodity*. E, nunca irá ocorrer o fato de o produtor perder sua safra e ainda pagar pelo uso da água. A *commodity* tem que ser um mecanismo de estímulo para o produtor produzir cada vez mais, procurar novas tecnologias e nunca ser uma forma de inviabilizar projetos.

Item – A partir de quando, será iniciada essa cobrança?

Willer Pós – Quando os comitês de bacia sentirem-se bastante estruturados para isso. O comitê do Paraíba do Sul vai implementar a cobrança a partir desse ano. Eu pergunto se vai haver problemas? E respondo: vai, mas acho que temos que garantir certos cuidados. O primeiro deles é que os recursos arrecadados sejam aplicados na bacia de origem e que exista um planejamento. Esses recursos não podem ir para o “caixa” do governo, seja municipal, estadual ou federal. Devem ir

“Somos uma grande ‘caixa d’água’, mas não sabemos exatamente o quanto entra e o quanto sai de água. O Igam está fazendo o mapeamento, o balanço hídrico do Estado, que deverá estar pronto no meio deste ano”

diretamente para a agência de água daquela bacia que irá executar o plano de investimento traçado.

Item – E essa agência, como deverá ser?

Willer Pós – Penso que essa agência deva ter a formação de uma fundação, ter um secretário executivo, ser aberta, com os membros do comitê integrando a gestão, com prestação de contas dos recursos na ponta do lápis, e participação pública através de auditorias, sob a vigilân-

cia do Tribunal de Contas. Alguns membros de comitês em Minas Gerais querem montar fundações de direito privado. E por quê? Porque uma fundação de direito privado não faz prestação de contas, não segue a lei de licitações e isso acaba se transformando num “saco sem fundo”. Por isso, considero essencial o controle rígido, para que esses recursos não sejam desviados.

Item – Como está o trabalho do Igam no Estado?

Willer Pós – Ainda é incipiente, pois Minas Gerais é um desafio. Somos uma grande “caixa d’água”, mas não sabemos exatamente o quanto entra e o quanto sai de água. O Igam está fazendo o mapeamento, o balanço hídrico do Estado, que deverá estar pronto no meio deste ano. Para isso, ele conta com uma verba de R\$ 2 milhões. Em sua atuação, o Igam é o órgão gestor e, às vezes, faz o papel de comitê de bacia, aonde ele não existe, ajudando a resolver conflitos em relação a águas superficiais e subterrâneas. Além de Araguari, um município com sérios problemas de conflitos, o município de Uberaba também está sofrendo com a escassez de água. Temos incentivado setores da região do Triângulo Mineiro, como o industrial, a fazer uso da água do Aquífero Guarani, de altíssima qualidade e a uma profundidade de 700m. O município de Ituiutaba transformar-se-á em modelo piloto para a instalação do primeiro poço profundo, atingindo a área do aquífero. ■

As reservas de água do Aquífero Guarani

O Aquífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, ocupando uma área total de 1,2 milhão de quilômetros quadrados da Bacia do Paraná e parte da Bacia Chaco-Paraná. Estende-se pelo Brasil (640 mil km²), Paraguai (58.500 km²), Uruguai (58.500 km²) e Argentina (255 mil km²). Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro, com dois terços de sua área total, abrangendo os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Denominado pelo geólogo uruguaio Danilo Anton, em homenagem a um povo indígena da região, o Aquífero Guarani tem uma área de recarga de 150 mil km² e constitui-se em uma importante reserva estratégica para o abastecimento da população, para o desenvolvimento de atividades econômicas e de lazer. Sua recarga natural ao ano, principalmente pelas chuvas, é de 160 km³/ano. As águas, em geral, são de boa qualidade para o abastecimento público e outros usos.

No estado de São Paulo, o Guarani é explorado por mais de mil poços. Em Minas, ele localiza-se na região do Triângulo Mineiro, com uma área de 51.300 km², que correspondem a 6,1% da porção brasileira.

A falta de uniformidade para a cobrança da água nos Estados

No Paraná, o setor agropecuário ficou isento da cobrança pela captação das águas, mas não se livrou da cobrança pelo lançamento de efluentes, pelo qual deverá pagar no futuro. Nesse Estado, a intenção da administração estadual era dar início a esse processo no final deste primeiro semestre, mas a lentidão de sua operacionalização transferiu a medida para 2003, já sob o respaldo de um novo governo. Lá, o papel que cabe às agências de bacia será desempenhado pelas associações de usuários. A primeira delas e considerada prioritária é a Associação dos Usuários da Bacia do Alto Iguaçu/Alto Ribeira (região metropolitana de Curitiba), que está em formação. Do ponto de vista legal, os paranaenses já dispõem de instrumentos legais necessários à implementação do processo, ou seja, a lei estadual que define o Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos e o decreto de cobrança, assinado em 26 de fevereiro de 2002.

Já os irrigantes baianos estão em pé de guerra desde a publicação, no Diário Oficial do Estado, da Lei 8.194, de 21/1/2002, que cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, dando-lhe autonomia para efetivar a cobrança pelo uso da água. Isso, segundo José Cisino Menezes Lopes, diretor de Meio Ambiente da Associação dos Agricultores e Irrigantes do Oeste da Bahia (Aiba), sem a participação do setor produtivo e sequer a formação de comitês estaduais de bacia. “E o Oeste da Bahia representa cerca de 72% das outorgas concedidas no Estado”, reclama ele, e chama de “um novo imposto” para a agricultura o valor a ser pago pelo uso da água na irrigação, pois os recursos arrecadados poderão ter outra aplicação, deixando as bacias contribuintes com seus eternos problemas.

Em Minas Gerais, a constitucionalidade da taxa a ser paga pelo uso da água não é questionada pelo setor agrícola. “O que se cobra é a transparência de todo processo que envolve a cobrança”, afirma Carlos Alberto Santos Oliveira, chefe da Assessoria de Meio Ambiente da Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais (Faemg), referindo-se especialmente à formação dos comitês de bacias, aos levantamentos da situação de cada bacia hidrográfica e ao destino dos recursos arrecadados com a cobrança da taxa.

CRITÉRIOS PARA A COBRANÇA – Segundo o representante da Faemg, o problema é que fala-se muito em cobrança, sem discutir outros aspectos que não podem ser dissociados. “Em primeiro lugar, não se fez a menor discussão sobre os critérios de cobrança. Como vão ser feitos os cálculos, o que pode ser fator de diminuição ou aumento do valor cobrado”, considera Carlos Alberto.

FOTO GENOVEVA RUIS DIAS



Carlos Alberto Santos Oliveira, da Faemg

FOTO HELVECIO M. SATURNINI



José Cisino Menezes Lopes, da Aiba

E antes da cobrança, a Faemg quer conhecer o planejamento dos investimentos a serem executados em cada bacia hidrográfica. “É como fazer a reforma de um prédio e estabelecer um valor da taxa a ser cobrada dos condôminos, sem ninguém saber o que vai ser feito”, compara ele.

Outro ponto diz respeito aos valores arrecadados, pois não se tem a garantia que os mesmos irão permanecer na bacia para resolver os problemas, correndo-se o risco desses recursos serem direcionados para a Agência Nacional de Águas (ANA), “o que subverteria totalmente a filosofia básica dos comitês”, segundo entende a Faemg.

COMITÊS DAS BACIAS – Outra séria crítica da Faemg está dirigida ao processo de formação dos comitês de bacia. “Antes de discutir a cobrança, é necessário que se tenha bem configurado os principais problemas das bacias e as soluções previstas, sem o que, sem o que fica difícil estabelecer os critérios de cobrança. E mais, como se vai conhecer os problemas e as soluções das bacias, se a maioria dos comitês somente está se formando agora?”

Carlos Alberto considera que também deve ser levado em conta o que os técnicos e pesquisadores estão chamando de “produção de águas”. As nascentes, os rios e riachos as áreas de recarga dos mananciais localizam-se nas propriedades. Neste sentido o produtor rural se configura em colaborador do ciclo hidrológico, transformando-se no chamado “produtor de água”, o que o diferencia da indústria, por exemplo, dentro do conceito de cobrança.

O representante da Faemg considera ainda que as estruturas administrativas do Estado, de um modo geral, estão bastante fragilizadas, devido à falta de recursos. “O Igam, depois de sete anos de sua criação, conta com um quadro pequeno de funcionários. E, é responsável por toda a estrutura de controle e acompanhamento dos comitês, além da outorga, o que não é simples de operacionalizar. Com um quadro de servidores assim tão reduzido, além das carências na área de recursos materiais, fica difícil desenvolver um trabalho da forma que se espera”, considera ele.

Mesmo com o apoio da Emater, através de convênio, Carlos Alberto considera que deficiências irão ocorrer, especialmente na parte de fiscalização, porque a entidade conveniada desviar-se-á de sua função principal, que é a extensão rural.

Bacia do Paraíba do Sul começa a cobrar pelo uso da água

Mesmo com vários pontos a serem acertados, o Comitê para a Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Ceivap) deverá começar, efetivamente, a partir de junho deste ano, o gerenciamento dos recursos hídricos do rio e dos seus afluentes, com a instituição de uma associação civil, que cumprirá o papel da Agência de Águas do Rio Paraíba do Sul e o processo de cobrança pelo uso da água.

Está estabelecido o preço público unitário (PPU), no valor de R\$ 0,02 por metro cúbico de água. Para se chegar ao valor a ser pago pelo usuário, será aplicada uma fórmula que pondera três variáveis: volume de água captada, volume consumido e nível de tratamento dos efluentes lançados. A metodologia da cobrança foi elaborada pelo Laboratório de Hidrologia da Coppe/UFRJ.

A princípio, apenas os setores de saneamento e de indústria darão início ao processo de pagamento pelo uso da água nessa bacia, de acordo com definição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em sua última reunião de 15 de março. A cobrança do setor de agricultura irrigada, das pequenas hidrelétricas e da transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, deverão ter critérios diferenciados daqueles definidos para o setor da indústria e do saneamento. “O laboratório da Coppe está elaborando os critérios que serão discutidos com o setor agrícola”, afirma Edilson de Paula, secretário executivo do Ceivap.

Mesmo sabendo das inúmeras barreiras que terá que vencer, Edilson de Paula deposita muitas esperanças no pioneirismo do Ceivap: “Entendo que esse processo é fundamental para a implementação da Lei 9.433 (Lei das Águas) e para a Bacia do Paraíba do Sul”, completa ele.

Apontado como o primeiro a introduzir a cobrança pelo uso da água, o Ceivap vai servir como referência para todo o país. Esse comitê é considerado o mais antigo, e foi criado com o caráter deliberativo em 1996, mas já existia em caráter consultivo desde a década de 70. Com rios e afluentes localizados nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, a Bacia está entre as três mais importantes, junto com as Bacias dos Rios São Francisco e Paraná. Suas águas abastecem 5 milhões de pessoas localizadas numa região responsável por 10% do PIB nacional. Em território mineiro, são abastecidos os centros urbanos de Juiz de Fora, Muriaé, Ubá, Cataguazes, Leopoldina e Santos Dumont.

CRITÉRIOS PARA A IRRIGAÇÃO – Mesmo dependendo de discussões com o segmento, Edilson de Paula tem delineado os objetivos que a cobrança pelo uso da água buscará atingir junto ao setor de irrigação. Essa cobrança induzirá o irrigante a adotar medidas de preservação do manancial, de diminuição do uso de agrotóxicos e de economia de água na irrigação, através da adoção de novas tecnologias.

A discussão dos critérios de cobrança deverá ser conduzida com o setor até o mês de junho deste ano e, segundo Edilson de Paula, a formulação final deverá representar um valor compatível com o momento vivido pela agricultura.

O Ceivap adotará um sistema autodeclaratório de cobrança, isto é, o valor a ser pago pelo usuário será calculado sobre o volume de sua captação mensal declarado por ele. A fiscalização ficará a cargo da Agência Nacional de Águas (ANA).

AGÊNCIA – Inicialmente, o Ceivap propôs o formato de uma fundação de direito privado para a entidade que desempenharia as funções da Agência de Águas do Rio Paraíba do Sul. A idéia acabou sendo abandonada e substituída pela idéia de criação de uma associação civil, sem fins lucrativos, com o formato de uma organização social.

Já o plano de recursos hídricos a ser desenvolvido na Bacia do Rio Paraíba do Sul está passando pelo crivo técnico do laboratório da Coppe. “Mas todas essas dificuldades a serem ainda transpostas não irão impedir o início do processo de cobrança”, esclarece Edilson de Paula.

TRANSPOSIÇÃO – A expectativa do secretário executivo do Ceivap é de que a cobrança pelo uso da água do Paraíba do Sul gere uma arrecadação em torno de 30 milhões de reais ao ano. Isto contando com a participação dos irrigantes e das indústrias que utilizam as águas do Rio Guandu. No município de Barra do Piraí, cerca de dois terços da vazão do Paraíba do Sul são bombeados para o Rio Guandu do alto da Serra das Araras, num processo de captação de 160 mil litros por segundo.

O Ceivap deve iniciar a discussão com os segmentos que utilizam dessa água, especialmente a Light, a Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae), além de várias indústrias.

Os recursos arrecadados serão investidos no tratamento de esgoto doméstico, recuperação de florestas nativas e em projetos para minimizar a escassez de água em alguns pontos da região. ■



Em sua tese de doutorado, o professor Demetrios Christofidis expõe sua experiência de 20 anos dedicados aos recursos hídricos no Brasil

Agricultura irrigada em números

“Olhares sobre a Política de Recursos Hídricos do Brasil” é o título da tese de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento defendida, recentemente, pelo especialista Demetrios Christofidis, consultor em Planejamento da Irrigação do Instituto Interamericano para Cooperação para Agricultura (IIICA), no Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Infra-estrutura Hídrica e professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. Nascido em Atenas, Grécia, e naturalizado brasileiro, o professor, dentre outras questões, considera essencial conhecer com profundidade o perfil da agricultura irrigada no Brasil, o que permitirá uma política de irrigação mais condigna ao nosso potencial e às necessidades ambientais e sociais do país. Christofidis afirma que assimilou, desde cedo, que a água era o fator insubstituível na maioria das atividades o que o levou a dedicar-se ao assunto. “E hoje, ela não é só importante. É essencial à vida de todos os seres”, afirma ele. E completa: “Na disputa da água temos que pensar, em primeiro lugar, na manutenção dos ecossistemas e no abastecimento humano e, em segundo, na produção de alimentos. Os outros usos são decorrentes da saúde do ambiente e do ser humano”.

Item – Atualmente, no Brasil, na área da agricultura irrigada, existem dificuldades para que tenhamos estatísticas confiáveis sobre o assunto?

Demetrios – Os levantamentos feitos nos Estados pela entidade responsável pela irrigação no Brasil têm sido acompanhados nas duas últimas décadas por um trabalho de técnicos, que verificam a consistência dos dados enviados. É claro que existe uma certa dificuldade, porque ocorrem muitas mudanças nas instituições estaduais e no âmbito do Ministério. Tenho acompanhado isso há cerca de 20 anos e tentado manter a continuidade e coerência a esses elementos. Os dados apresentados (“Os recursos hídricos e a prática da irrigação no Brasil e no mundo”, artigo publicado pela revista ITEM, nº 49) estão sendo coerentes com os levantamentos que estão sendo concluídos este ano pelo Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola do Ministério. Os valores recém-recebidos dos Estados, com data base de 2000, estão confirmando os publicados e demonstrando um crescimento da ordem de 12% em relação aos de 1998.

Item – Esse trabalho de acompanhamento estatístico do setor já ocorre há muito tempo?

Demetrios – Iniciamos esse trabalho ainda na época do Ministério do Interior, na década de 80, inclusive com a participação da Sudene, no caso do Nordeste. Esse trabalho foi absorvido pelo então Ministro da Irrigação, Vicente Fialho, que contava com uma equipe que fazia esse levantamento periódico. Daí, com as alterações de comando do poder na esfera federal e mudanças nas secretarias estaduais, houve maior dificuldade e demora nos levantamentos. Mas, nos últimos oito anos, esse trabalho foi retomado. Dessa forma, não vejo deficiência de estatísticas nesse campo, pelo menos quanto às áreas totais irrigadas e métodos de irrigação utilizados. Há dificuldades, quando se tenta obter os cultivos irrigados, especialmente devido a

uma constante substituição dos chamados cultivos temporários, devido a uma rotação apropriada de alguns ou de condições de mercado para outros, o que leva o produtor a alterar os cultivos do período anterior e dificulta um trabalho preciso na definição dos principais cultivos irrigados.

Item – Como o senhor vê o processo de expansão da irrigação no Brasil?

Demetrios – Esse levantamento em fase de conclusão está indicando que temos cerca de 3,2 milhões de hectares irrigados no Brasil. Mesmo faltando ainda o levantamento de cinco Estados, já alcançamos a cifra de 3,17 milhões de hectares. A irrigação tem crescido a uma taxa de 80 mil hectares/ano e a área atual brasileira representa 10% do potencial. Temos, portanto, uma capacidade de crescimento na ordem de 26 milhões de hectares, número este que, se alcançado, representaria cerca de 10% da área irrigada do mundo, o que exige uma política de irrigação firme e valorizada pelos demais setores envolvidos com a agricultura irrigada que é uma atividade de alta necessidade de integração por ser complexa.

Há uma expectativa mundial de que o Brasil passe a assimilar a tecnologia de irrigação em maior intensidade e, com isso, abra a possibilidade de utilizar de forma sustentável as áreas aptas no país, uma vez que em outros países os solos estão sendo retirados de produção pelas ocupações urbanas e industriais, e também pela degradação deles e pela deficiência de água. No âmbito mundial, estima-se atingir uma área total de irrigação de cerca de 470 milhões de hectares, portanto serão adicionados 200 milhões de hectares aos atuais 270 milhões de hectares de área irrigada. Desse total, o Brasil deve participar com algo em torno de 29 milhões de hectares, que é o limite que podemos utilizar de forma sustentável, protegendo o meio ambiente e fazendo uma irrigação que não cause danos a outros usuários da água, aos solos, à vegetação e aos ecossistemas.

Item – Como o senhor vê o atual perfil do irrigante brasileiro?

Demetrios – Esse levantamento está mostrando que a irrigação localizada, que tem recebido maior aporte de tecnologia e reduzido custos de equipamentos, está-se expandindo cada vez mais. Primeiramente, porque é um método mais econômico, do ponto de vista de utilização da água, que é um dos fatores escassos atualmente. A tendência é de que, predominantemente, as novas áreas sejam irrigadas pelo método de irrigação localizada (gotejamento, microaspersão e alguns similares). Também deverá ocorrer a reconversão de outros métodos de irrigação que utilizam muita água e que serão substituídos pela irrigação localizada. Esse sistema ocupa (dados do ano 2000) uma faixa de 6,7% da irrigação praticada no Brasil, em 1998. Já em levantamento recente, deverá atingir a um índice da ordem de 8% por cento do total brasileiro, cerca de 250 mil hectares, mostrando que há uma tendência de crescimento maior que os demais métodos. Até porque, a partir de agora, em algumas bacias críticas será adotado o instrumento de gestão de recursos hídricos, que é a cobrança pelo uso da água. Esse instrumento é um incentivador da poupança da água e, por si só, será um fator gerador de uma alteração dos hábitos atuais de desperdício de água (as perdas atuais são superiores a 50%) e de uma procura por uma tecnologia mais avançada e de maior controle, o que ocupará a agenda de todos os usuários.

Item – Qual é a sua opinião quanto à agricultura irrigada pagar pelo uso da água?

Demetrios – O pagamento pelo uso da água na irrigação, de certa forma, é de difícil implementação e controle. Até porque a agricultura gera uma série de arrecadações subseqüentes em cascata. A cobrança pelo uso da água, em nível de uma bacia hidrográfica, leva a uma sensibilização no relativo ao valor da água. A maioria das propostas de cobrança até agora, por justos

motivos, não incluem a irrigação, mas os demais usuários, em geral, que são os maiores poluidores e afetam a qualidade da água e tornam-na indisponível para os demais. A proposta que está sendo levada para análise ao Conselho Nacional de Recursos é a de cobrança pela água na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Essa cobrança irá incidir sobre os sistemas de abastecimento das cidades de maior porte, com população acima de 5 mil habitantes, e as 40 principais indústrias poluidoras dos três Estados, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Nessa fase inicial de implantação, a orientação foi de envolver aqueles que seriam os usuários mais representativos para uma cobrança, observando-se os

“Uma das formas de gestão, hoje, é incentivar que haja desocupação de certas áreas críticas e ocupação de outras, onde a água não é fator escasso. A cobrança, pelo uso da água, pode ser um instrumento para fazer essa mudança”

problemas da bacia e a sua vocação e a irrigação não foi incluída. Considero este fato muito justo, porque o agricultor brasileiro diante do estrangeiro, tem sido muito sacrificado, entretanto, de uma outra forma, tem gerado retornos acima da expectativa ao país.

Item – O senhor não acha que diferentes posicionamentos estaduais poderão provocar uma nova guerra fiscal para o setor agrícola?

Demetrios – Há muitas dificuldades em se cobrar pelo uso da água na produção de alimentos e isso ocorre quase que no mundo inteiro. Mas isso não impede que haja uma conscientização sobre o valor da água e um avanço no sentido de

adoção de cuidados para a redução, tanto do consumo como do lançamento de resíduos pela agricultura e pecuária.

Na gestão dos recursos hídricos, deve ser seguido o que cada comitê de bacia e agência de águas indicar como mais adequado. Cada bacia e aquífero tem uma característica e vocação diferente, diante de cada uso que se pretende dar à água. Uma das formas de gestão, hoje, é incentivar que haja desocupação de certas áreas críticas e ocupação de outras, onde a água não é fator escasso. A cobrança, pelo uso da água, pode ser um instrumento para fazer essa mudança. Isso fatalmente irá ocorrer numa evolução natural. Existem Estados que estão receptivos a investimentos e com água suficiente, enquanto existem outros com dificuldades, devido à escassez de oferta de água. Dentro de um mesmo Estado, podem ocorrer movimentações de uma bacia para outra, bem como transposição de água de uma bacia para outra, dependendo das particularidades dos empreendimentos e da região, movem-se os usuários ou transfere-se a água. Naturalmente, vão ocorrer custos diferenciados, de acordo com as necessidades de investimento de cada bacia. Se existe água da Bacia do Rio Paraíba do Sul, por exemplo, sem disputa pela quantidade, mas deteriorada, temos que torná-la de melhor qualidade. Por exemplo, uma família que paga atualmente R\$20,00 por sua conta de água, está sendo sobrecarregada por um tratamento adicional na estação, devido aos poluentes. Se passo a cobrar um centavo por metro cúbico, essa família vai pagar R\$0,30 a mais, por mês. Esses centavos a mais vão-se reverter à bacia, e a estação de tratamento da água não vai precisar de tantos produtos químicos, insumos e investimentos como hoje. A tarifa da água acabará caindo para R\$18,00. Uma situação futura com melhoria na qualidade e na oferta de água em quantidade, com melhores condições de saúde e a um custo menor do que o da situação atual. ■

WWW.

Navegando na internet

Como o assunto principal desta edição da revista ITEM é o uso da água na agricultura e a melhor maneira de fazê-lo, a internet continua sendo uma ferramenta importante, como fonte de informações sobre novas tecnologias, atualidades, pesquisas, publicações e legislação envolvendo temas relativos à política dos setores de recursos hídricos e meio ambiente. Nossas dicas de sites e portais de interesse são:

.agricultura.gov.br

Portal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, onde se obtêm informações sobre a estrutura da instituição governamental, legislação, recursos humanos, qualidade e notícias atualizadas diariamente. Através dele, podem-se chegar aos sites de quaisquer órgãos ligados ao Ministério e às informações que eles trazem. São eles: Embrapa, Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Ceagesp, Agrofit, Proagro, Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo (Sarc) e Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) etc.

.ana.gov.br

.Site da Agência Nacional de Águas, com informações atualizadas sobre a política de recursos hídricos, informações para os produtores rurais em relação à legislação vigente.

.banconordeste.gov.br/irriga

Site do Banco do Nordeste, que divulga a rede de irrigação, criada no âmbito do estudo que

subsidiou o projeto do Novo Modelo de Irrigação do programa Brasil em Ação. Traz os cinco volumes resultantes desse trabalho.

.cafedocerrado.org

Site que traz informações sobre o XI Seminário do Café do Cerrado, a ser realizado de 14 a 17 de maio, em Patrocínio/MG. Informações podem ser obtidas na Acarpa, fone: (34) 3831-8080 ou pelo e-mail: seminario@cafedocerrado.com.br.

.cemig.com.br

Site da Companhia Energética de Minas Gerais, que traz informações sobre bacias hidrográficas do Brasil, por regiões.

.codevasf.gov.br

Site da Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco e do Paranaíba, que traz os programas de irrigação da Codevasf, além de informações sobre agricultura irrigada, barragens etc.

.cprm.gov.br

Site sobre o Serviço Geológico do Brasil, ligado à Secretaria de Minas e Metalurgia do Ministério de Minas e Energia, abrangendo as águas superficiais e subterrâneas, levantamentos e estudos sobre recursos hídricos desenvolvidos nas diversas sedes regionais.

.embrapa.gov.br

Site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, onde poder-se-ão acessar diretamente informações sobre qualquer uma das unidades da empresa.

.hrac-br.com.br

Site da Associação Brasileira de ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, reconhecida como organismo consultor pela Organização da Agricultura e Alimentação (FAO) e Organização Mun-

dial de Saúde (WHO) das Nações Unidas.

.icid.org

Site da International Commission on Irrigation and Drainage (em Inglês). Traz informações sobre a organização, temas estratégicos, eventos, notícias, publicações, catálogo de serviços etc.

.igam.mg.gov.br

Site do Instituto Mineiro de Gestão de Águas, com informações sobre bacias hidrográficas de Minas Gerais, portarias, legislação e formulários para a obtenção de outorgas no Estado etc.

.funarbe.org.br

Site da Fundação Arthur Bernardes, sediada na Universidade Federal de Viçosa, uma das organizações que vêm dando apoio à constituição de empresas incubadas na área de agropecuária.

.integracao.gov.br

Site do Ministério da Integração Nacional, onde, através dele, podem-se chegar às informações da Codevasf (ou através do site codevasf.gov.br), além de também poder acessar publicações como o Frutiséries, cuja edição está sob a responsabilidade do Departamento de Projetos Especiais da Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica.

.mma.gov.br

Site do Ministério do Meio Ambiente, onde se podem obter informações institucionais e sobre as políticas de desenvolvimento, educação ambiental, Agenda 21, Fundação Nacional do Meio Ambiente, Ibama e ANA. Por este site, podem-se chegar a informações interessantes sobre as principais bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, São Francisco, Araguaia/Tocantins, do Atlântico Sul e do Araguaia), acompanhadas por mapas.

CLASSIFICADOS



www.pivotvalley.com.br

LAVRAS IRRIGAÇÃO COMÉRCIO E ENGENHARIA LTDA

Av. JK, 490 - Centro
Lavras MG
Cep. 37200-000
Tel: (35) 3821-7841
E-mail: lavrasirrigacao@uflanet.com.br

RAIN BIRD DO BRASIL

R. Piauí, 740 - Uberlândia MG
Cep. 38402-020
Tel: (34) 3212-8484
Fax: (34) 3212-5469
E-mail: rainbirdbrasil@attglobal.net
Site: www.rainbird.com



Rua Paraná, 491 - Itápolis SP
CEP:14900-000
Tel: (016) 3262-1788
Fax: (016) 3262-4202
E-mail: brasil@polysack.com
Site: www.plysack.com



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
IRRIGAÇÃO E
DRENAGEM
É O COMITÊ
NACIONAL
BRASILEIRO DA



ICID-CIID

A **REVISTA ITEM** tem como objetivo principal o intercâmbio técnico, o associativismo, o maior conhecimento do que está acontecendo na irrigação brasileira e no mundo, exercitando-se uma permanente integração tecnológica, comercial, econômica, ambiental e política, para o fortalecimento da ABID que, em síntese, precisa dar suporte para fazer florescer, cada vez mais, o agronegócio da agricultura irrigada, em benefício de todos.

A organização da ABID é compreendida pelas seguintes **CATEGORIAS DE SÓCIOS:**

Sócios PATROCINADORES I e II – Pessoas físicas e pessoas jurídicas interessadas em apoiar os objetivos, a manutenção, e o desenvolvimento da ABID. O sócio patrocinador I pode eleger ou eleger-se para membro do Conselho Diretor. Para ser sócio patrocinador, favor entrar em contato direto com a ABID ou encaminhar e-mail para helvecio@gcsnet.com.br.

Sócios TITULARES – Profissionais de nível superior, interessados em irrigação, drenagem e áreas conexas.

Sócios IRRIGANTES – Agricultores, pecuaristas de escolaridade até o nível médio, que atuem na área de irrigação e drenagem.

Sócios JUNIORES – Técnicos de grau médio e alunos de escolas superiores interessados no desenvolvimento da irrigação e drenagem.

VALORES DA ANUIDADE da ABID, incluindo a assinatura da revista Item: Sócio Titular – **R\$ 75,00**
Sócio Irrigante e Júnior – **R\$ 55,00**

A **ASSINATURA AVULSA** da revista Item será de **R\$ 40,00**, cobrada a partir de 01/01/2002.

Para **ASSOCIAR-SE À ABID** e manter seu cadastro em dia, encaminhe seus dados e o comprovante de depósito para ABID, SCLRN 712, bloco C, nº 18, Cep 70760-533, Brasília/DF ou pelo fax (61) 274-7245. Depósito ou DOC para: ABID/APDC CNPJ 37880192/0001-88, banco Itaú 341, agência 1584, conta 10.323-6.

NÃO SE ESQUEÇA DE ENCAMINHAR O COMPROVANTE DE DEPÓSITO E AVISAR POR E-MAIL. COLABORE COM OS CONTROLES DE SUA ASSOCIAÇÃO.

ENTRE EM CONTATO com a ABID pelo e-mail abid@funarbe.org.br e abid2000@globocom.com, ou pelo endereço SCRLN 712, bloco C, nº18, CEP 70760-533, Brasília/DF, fone (61) 273-2154 ou 272-3191 e fax (61) 274-7245.



A Revista ITEM 48, 4º trimestre de 2000, marca sua retomada, com mais uma especial motivação para associar-se à ABID.



A Revista ITEM 54, 2º trimestre 2002, já está no prelo.



A arte gráfica dessa mensagem procura evidenciar as edições da revista ITEM, a realização em 2001 do XI CONIRD e 4th IRCEW, com a edição dos **Anais do Congresso** e de um **livro em Inglês**, e as parcerias e a inserção internacional da ABID.



Sua contribuição é muito importante, participando. Está aí o anúncio para o **XII CONIRD**, que será realizado de 9 a 13 de setembro de 2002, em Uberlândia, obedecendo-se à decisão de fazê-lo de dois em dois anos no Nordeste e, nos anos alternados, em outras regiões do Brasil.

Helvecio Mattana Saturnino
helvecio@gcsnet.com.br
Em nome da equipe da ABID-APDC

VALLEY®



“É economia de água e energia”



**A marca de
maior confiança
em irrigação.™**

Valmont Ind. e Com. Ltda. - Uberaba/MG
Fone: (0**34) 3318 9000 - Fax: (0**34) 3318 9001
comercial@valmont.com.br - www.pivotvalley.com.br