

CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E PRÁTICAS DE MANEJO DE ÁGUA NA CITRICULTURA DO NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO¹

*Luiz Fabiano Palaretti²
Everardo Chartuni Mantovani³
Gilberto Chohaku Sedyama⁴*

RESUMO

É crescente o uso da irrigação na produção de citros. O impacto direto causado pelo mau uso é excesso no consumo de água e contaminação do meio ambiente. No presente trabalho, buscou-se diagnosticar o nível tecnológico da irrigação praticada pelos citricultores do norte do estado de São Paulo. De maio a agosto de 2007, 20 propriedades foram classificadas de acordo com a sua área irrigada, em dois grupos: G1 (até 52 ha) e G2 (53 ha ou mais). Avaliaram-se os equipamentos de irrigação, o conhecimento e as metodologias/equipamentos utilizados na propriedade para tomada de decisão de irrigação; e propuseram-se melhoras no manejo atual. Os resultados evidenciam o interesse dos produtores em utilizar a água para irrigação de forma racional, sendo a falta de acompanhamento técnico o principal motivo atribuído à má qualidade dessa prática.

Termos para indexação: consumo de água, eficiência, manejo de irrigação.

CHARACTERIZATION AND DIAGNOSIS OF IRRIGATION SYSTEMS AND WATER MANAGEMENT PRACTICES IN THE CITRICULTURE OF THE NORTH OF THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT

The use of irrigation in the production of citrus fruits has increased. The direct impact of its misuse is excessive water consumption and contamination of the environment. This study aimed at determining the technological level of the irrigation system practiced by citrus growers in the north of the state of São Paulo. From May to August 2007, twenty properties were classified according to their irrigated area in two groups: G1 (up to 52 ha) and G2 (53 ha and above). The irrigation equipment, the knowledge regarding this activity, and the methodologies and equipment used in the properties for the irrigation plan were evaluated.

¹ Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

² Engenheiro-agrônomo, Doutor em Meteorologia Agrícola, professor do Departamento de Agronomia da Fundação Educacional de Barretos (Unifeb), Av. Campinas, 1910, bl. 35, apto. 24, CEP 13480-955 Limeira, SP. lfabis@hotmail.com

³ Engenheiro-agrícola, Doutor em Agronomia, professor titular do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. PH Rolfs s/n, Campus Ufv, CEP 36570-000 Viçosa, MG. everardo@ufv.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, professor titular do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). sediyama@ufv.br

Furthermore, improvements in the current irrigation management were proposed. The results showed that the citrus producers have been interested in using the water for irrigation rationally; however, the lack of technical monitoring has been the main reason for the poor quality of this practice.

Index terms: efficiency, irrigation management, water consumption.

INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira possui grande expressividade no contexto mundial. O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção de frutos in natura e de suco processado, sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional, respondendo por 80,5% do volume total produzido, com produtividade média de 25 t ha⁻¹ ano⁻¹ (IBGE, 2008).

A necessidade hídrica da cultura da laranja se situa entre 762 mm e 1.245 mm anuais (ORTOLANI et al., 1991). Na maioria das vezes, o volume de água aportado pelas chuvas não satisfaz a demanda hídrica da cultura, o que resulta em déficits hídricos ocasionais. Nessas situações, recomenda-se o uso de irrigação de forma a evitar ou minimizar danos fisiológicos à cultura, especialmente na fase de frutificação (DAVIES; ALBRIGO, 1994), os quais podem causar redução do enfolhamento e da produtividade (ZANINI et al., 1998). Por outro lado, as plantas cítricas necessitam da ocorrência de déficit hídrico associado a baixas temperaturas para a indução do florescimento (GUARDIOLA, 1992), o qual não deve estender-se para a fase de florescimento (DOORENBOS; KASSAM, 1979), pois acarretaria decréscimos no número de flores produzidas.

Considerando-se a dinâmica do processo de produção e também os efeitos positivos e negativos do déficit hídrico, a adoção da irrigação que permita o manejo correto de água é necessária para o êxito na exploração da cultura da laranja.

Os incrementos na produtividade advindos do uso da irrigação são citados em inúmeros trabalhos sobre o tema, com valores que variam de 65% (KOO; SMAJSTRLA, 1984; VIEIRA, 1991). Incrementos de produtividade em caixas por pé, no estado de São Paulo, revelam aumentos da ordem de 12%, variando de 2,2 caixas.pé⁻¹ a 1,96 caixa.pé⁻¹ em áreas com e sem irrigação, respectivamente (IEA, 2008).

Um levantamento realizado pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo indica que 12,1% da área cultivada com cítricos nesse estado é

irrigada, destacando a crescente utilização dessa tecnologia como forma de sustentabilidade da produção (IEA, 2008).

As laranjeiras são classificadas como espécies de baixa eficiência de uso de água, consumindo um metro cúbico de água para produzir de 2 kg a 5 kg de frutos (DOORENBOS; KASSAN, 1979). São componentes da eficiência de um sistema de irrigação e seus respectivos percentuais de perda: condução – 15%; distribuição – 15%; e aplicação de água – 30% (CHRISTOFIDIS, 2002). Uma forma de diminuir as perdas e conseqüentemente aumentar a eficiência da irrigação é a adoção de sistemas mais eficientes. Logo, os sistemas mais recomendados para tal intento seriam aqueles que aplicam água de forma localizada, como o gotejamento e a microaspersão, os quais possuem eficiência de 95% a 98% (BERNARDO et al., 2008).

O cálculo da demanda de água pela cultura inicia-se na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) pelos métodos propostos por Penman e Monteith – FAO 56 (ALLEN et al., 1998) ou simplificados (PEREIRA, 1997). Esse valor é posteriormente ajustado para as condições de cultivo não padrão pela introdução dos coeficientes de cultura (k_c) (JENSEN et al. 1968), de estresse de solo (k_s) (ALLEN et al. 1998) e de localização (k_l) (FERERES, 1981; KELLER, 1978; KELLER; BLIESNER, 1990; KELLER; KARMELI, 1975). Logo, a evapotranspiração da cultura (ET_c) ou uso consuntivo de água, também chamada de lâmina bruta, é o produto da ET_o pelos coeficientes apresentados. A lâmina bruta dividida pela eficiência do sistema de irrigação resulta na lâmina líquida, que representa a real quantidade de água a ser aplicada pelo sistema de irrigação (MANTOVANI et al., 2007).

Em condições de campo, os efeitos da eficiência do sistema de irrigação, na maioria das vezes, são negligenciados, partindo-se de valores tabelados (BERNARDO et al., 2008), os quais são tomados como constantes ao longo de toda a vida útil do equipamento e para as mesmas condições de trabalho.

Em campo, essa eficiência deve ser calculada com base em coleta de dados de vazão e pressão dos emissores, observações visuais, disposição do sistema de irrigação, velocidade do vento, umidade de solo, tempo de irrigação e uniformidade de aplicação do sistema (MERRIAM; KELLER, 1978). A uniformidade de aplicação é um dos principais parâmetros para avaliar a eficiência de sistemas de irrigação (BERNARDO et al., 2008). Afeta diretamente a produtividade das culturas (SOARES et al., 1993), e seu

comportamento é extremamente influenciado por práticas inadequadas de manutenção do equipamento. Quando a uniformidade de aplicação é baixa, a lâmina de água aplicada não é a ideal, e geralmente tende para o excesso. Com isso ocorrem aumentos nos custos da irrigação e da produção, maior consumo de água, maior pressão de doenças e redução dos lucros.

A qualidade da irrigação fundamenta-se em pilares básicos como a qualidade dos equipamentos, a adequação do projeto e a qualidade da mão de obra operacional. No primeiro caso, as indústrias do ramo de irrigação têm atuado de forma marcante, desenvolvendo sistemas de irrigação cada vez mais modernos, adaptados às nossas condições de cultivo. O segundo ponto é de mais fácil controle, uma vez que o projeto geralmente é feito por técnicos competentes e com devido conhecimento da área. O maior problema talvez esteja no terceiro ponto, especialmente na fase de operação diária do projeto, na qual as recomendações de manutenção e manejo do sistema são quase sempre negligenciadas.

Com base nessas premissas, buscou-se, com este estudo, determinar a qualidade da irrigação praticada nos pomares cítricos da região norte do estado de São Paulo, por meio da caracterização do sistema de operação, de seus impactos e da percepção do usuário do recurso. Também são feitas inferências sobre as possibilidades de melhora dos procedimentos de aplicação, para obter exploração irrigada sustentável.

DINÂMICA DO ESTUDO

O trabalho foi realizado no período de maio a agosto de 2007, na região norte do estado de São Paulo, em fazendas produtoras de citrus irrigado, nas cidades de Bebedouro, Barretos, Monte Azul Paulista, Viradouro, Cajobi, Marcondésia, Icém, Palestina, Terra Roxa, Colina, Olímpia, Morro Agudo, Taiapu, Taiúva e Pitangueiras. A escolha das propriedades participantes foi feita selecionando-se produtores no cadastro de cooperativas regionais, associações e empresas de consultoria, da casa da agricultura e da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB).

Em torno de 100 produtores irrigantes na região foram contactados, porém, a maioria deles não aceitou participar da pesquisa. A principal justificativa para tal foi que eles ainda estariam nos estágios iniciais da adoção da tecnologia da irrigação em citros e que, por isso, não teriam nada a acrescentar aos outros.

Assim, foram selecionadas 20 propriedades conhecidas e tradicionais na região, e estas foram divididas em dois grupos, de acordo com a área irrigada:

- Grupo 1 (G1) – áreas de até 52 ha
- Grupo 2 (G2) – áreas maiores que 52 ha, em igual proporção

O interesse inicial foi escolher somente as propriedades que utilizassem irrigação localizada. Porém, esse critério foi alterado, e as propriedades que utilizavam a aspersão por autopropelido foram incluídas, para alcançar o *score* de propriedades no estudo.

Percentualmente, os sistemas avaliados foram: gotejamento em linha simples e microaspersão (45%); gotejamento em linha dupla (15%); e aspersão por autopropelido (10%).

A avaliação foi dividida em três etapas. Na primeira etapa, foi feita a caracterização técnica dos equipamentos de irrigação, a qual constou de avaliações de uniformidade e eficiência de aplicação de água. Na segunda, foram tratados os aspectos socioeconômicos do manejo da irrigação, no que tange à tomada de decisão da irrigação e seus respectivos equipamentos de apoio, por meio da aplicação de um questionário dividido em módulos, no qual foram avaliadas as metodologias, equipamentos e tecnologias utilizadas para decidir a lâmina de água a ser aplicada na propriedade.

O questionário aplicado buscou caracterizar a dinâmica diária, o conhecimento do pessoal de campo, e quais os níveis de comprometimento da propriedade irrigante com o meio ambiente e as questões sociais. Primeiramente foi feito um cadastramento, em que dados específicos foram coletados para diferenciação das propriedades e melhor conhecimento das atividades básicas ali desenvolvidas e do destino principal dos produtos comercializados. Os módulos abordados foram os seguintes: (a) conhecimentos básicos; (b) conhecimentos específicos sobre o sistema de irrigação; (c) gerenciamento da irrigação; (d) princípios ambientais com foco na irrigação; e (e) custos relacionados ao sistema de irrigação (projeto, compra, instalação, manutenção, reposição e consultoria agrônômica) (Tabela 1).

Na terceira etapa, os conhecimentos científicos do técnico foram colocados à disposição dos produtores, com a apresentação de equipamentos para auxílio na tomada de decisão no momento da irrigação, e instituição de novos conceitos de “gerenciamento da irrigação” e sobre a importância da agricultura irrigada e os benefícios alcançados com melhor monitoramento e

Tabela 1. Questionário aplicado aos produtores irrigantes em propriedades produtoras de laranja.

A – Módulo de Conhecimentos Básicos
Você sabe o que significa:
1. Eficiência de aplicação de água?
2. Como determinar a eficiência e a uniformidade dos sistemas de irrigação?
3. Como calcular a intensidade de aplicação do sistema de irrigação?
4. Como determinar o tempo de funcionamento em função da lâmina a ser reposta?
5. Como medir a pressão de serviço do sistema de irrigação?
6. Como medir a vazão aplicada por um emissor?
7. Como calcular o volume de água por planta a partir da lâmina aplicada pelo emissor?
8. Como determinar a área molhada pelo emissor?
9. O que significa o termo “manejo de irrigação”?
10. Conhece equipamentos que realizam manejo?
B – Módulo de Conhecimentos Sobre o Sistema de Irrigação
1. Qual a fonte de energia do bombeamento (Elétrica/Diesel)?
2. O sistema de irrigação é: Manual/Automatizado/Semiautomatizado?
3. Qual a periodicidade de manutenção preventiva no sistema de irrigação? (Mensal/Semestral/Anual)
4. A propriedade possui manômetro para checagem de pressão?
5. Utiliza a fertirrigação?
6. Aplica algum resíduo agroindustrial na lavoura via água de irrigação?
7. Qual a forma de injeção dos produtos (Injetor/Sucção direta/bomba injetora)?
C – Módulo Sobre Gerenciamento de Irrigação
1. Acredita nos benefícios do manejo da irrigação?
2. Utiliza algum método de manejo de irrigação?
3. Está satisfeito com o método utilizado?
4. Por que não utiliza um monitoramento (Falta de conhecimento/Incertezas)?
5. Já obteve insucesso com algum sistema de monitoramento de água?
6. O sistema utilizado foi eficiente na economia de água e energia?
7. Houve diferença negativa entre os benefícios vendidos e os alcançados?
8. Como conheceu o sistema de monitoramento (Empresa/Cooperativa/Pesquisa)?
9. Como qualifica os serviços prestados nessa área (Ruim/Regular/Bom/Muito bom/Não se aplica)?
10. Na região tem acesso a esse tipo de prestação de serviços?
11. O custo pago pelo serviço é um ponto negativo na relação custo x benefício?
12. Seria interessante haver a disponibilidade desse tipo de prestação de serviço na cooperativa?
13. Qual deveria ser a periodicidade das consultorias (Semanal/Quinzenal/Mensal)?
14. Seria bom abordar esse tema mais vezes em seminários e workshops sobre citricultura?
15. Está satisfeito com os resultados de pesquisas divulgados na área?
16. Qual seria um modo mais rápido de divulgação de trabalhos (Áreas pilotos/Centros de pesquisa/ Extensão Rural)?
17. A confecção de boletins para compartilhar resultados na área seria interessante?
18. Estudaria um material como esse?
19. Caso houver sucesso com o monitoramento na propriedade, disponibilizaria os resultados a outros produtores?
20. Qual o nível de instrução dos seus funcionários diretamente envolvidos na irrigação (Técnico Agrícola/Técnico em Irrigação/Engenheiro/Sem formação)?

Continua...

Tabela 1. Continuação.

D – Módulo Ambiental do Gerenciamento de Irrigação
1. A propriedade possui outorga de água para irrigação?
2. Quem realizou o processo de outorga (Consultor/Produtor)?
3. Qual sua principal fonte de água para irrigação (Reservatório/Curso d'água/Poço)?
4. Possui análise de qualidade de água para irrigação?
5. Existe alguma limitação no uso da água por má qualidade?
6. Possui algum sistema de tratamento de água?
7. Tem algum levantamento sobre a lixiviação de nutrientes?
8. Realiza algum trabalho de preservação das nascentes da fazenda?
9. A fazenda possui área de preservação permanente (reserva legal)?
10. O bombeamento obedece à distância mínima recomendada em relação à captação de água?
11. Os funcionários da propriedade têm consciência do impacto ambiental gerado por erros no manuseio e na aplicação de produtos químicos via água de irrigação?
12. Os funcionários utilizam equipamentos de proteção individual na preparação de produtos químicos para injeção no sistema de irrigação?
13. A fazenda possui alguma forma de instrução escrita para os funcionários sobre a importância da preservação ambiental?
14. A mão de obra para serviços diários da fazenda é oriunda da região?
15. Coleta dados meteorológicos? Quais (Precipitação/Radiação solar/Umidade relativa/Velocidade do vento/Temperatura/ETo/Tanque CA)?
E – Módulo Econômico: Serviços de Terceiros
1. É fiel a uma só empresa na compra do sistema de irrigação?
2. Qual critério utilizado para definição da compra do sistema de irrigação (Preço/Qualidade/Localização da empresa/"Nome" no mercado)?
3. Para execução, acompanhamento de obras e execução de tarefas do projeto, o sr. contrata: Consultores/Empresa vendedora?
4. Ficou satisfeito com os produtos adquiridos na empresa que vendeu o sistema?
5. Qualifique o produto: Ruim/Regular/Bom/Muito bom/Não se aplica.
6. Qualifique a assistência pós-venda da empresa: Ruim/Regular/Bom/Muito bom/Não se aplica.
7. A concessionária de energia atende às necessidades para funcionamento do sistema?
8. Tem contrato de pagamento diferenciado para irrigante?
9. É comum ultrapassar o valor da demanda contratada?
10. Possui assistência de um eletricista para manutenção das motobombas?
11. A propriedade possui consultoria externa para irrigação?
12. Os valores pagos pelas consultorias refletem os benefícios dos serviços prestados?
13. Existe alguma unidade de pesquisa e/ou extensão rural dentro da propriedade?

qualidade na irrigação. Essa etapa foi priorizada por possuir características de “extensão rural” propriamente dita, segmento que apresenta grande carência desse tipo de informação, principalmente entre os produtores do G1 que não contam com assessorias externas para irrigação.

Para avaliação da uniformidade de distribuição de água, utilizou-se a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), modificada por Denículi et al. (1980). Mediu-se a pressão de trabalho do sistema, com manômetro Bourdon (glicerinado) graduado de 0 a 6 bar, pontualmente nos finais das linhas laterais. O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi determinado segundo metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975).

Devido à característica de diagnóstico do presente estudo, aplicado em forma de questionário, não foi feita análise estatística dos dados, uma vez que o foco deste é de explicitar como o produtor irrigante vem tratando dos assuntos relativos à irrigação em sua propriedade, sem o efeito de comparação estatística entre os grupos avaliados.

Assim sendo, os resultados serão apresentados em percentuais de respostas afirmativas para cada um dos grupos de produtores.

RESULTADOS

Nas propriedades pesquisadas, as frutas são entregues preferencialmente para indústrias esmagadoras, com uma quantidade ínfima destinada à comercialização de frutos de mesa. Os sistemas de irrigação avaliados possuíam, em média, cinco anos de uso. Os sistemas localizados apresentaram coeficiente de uniformidade de Christien (CUC) de 88,5% a 96,4%. Já nos sistemas de irrigação por autopropelido, o CUC foi em média de 76,5%. Devido à época de realização do estudo, não foi possível a avaliação do sistema em campo, em algumas propriedades, principalmente nas pertencentes ao G2, uma vez que os sistemas não estavam em operação, e colocá-los em funcionamento resultaria no pagamento de demanda contratada com a concessionária de energia elétrica do estado. Os sistemas do G1 não apresentavam características de autocompensação nos emissores, situação observada em alguns sistemas do G2. Por outro lado, foi possível explorar mais os anseios dos produtores e técnicos de campo, e auxiliá-los nas dúvidas diárias, com análise dos cenários em estudo.

As propriedades menores apresentaram sistemas mais simples quando estes foram comparados com os sistemas do G2, com as semelhanças de bons cuidados e manutenções periódicas.

Conhecimentos Básicos

A Tabela 2 resume as respostas obtidas dentro do módulo A – conhecimento básico. A primeira pergunta questiona sobre o conhecimento do conceito de eficiência de aplicação de água. Observa-se que, nos dois grupos, 70% dos entrevistados souberam explicar o que significava o termo, fato confirmado pelo percentual bem próximo na questão 2, que tratava da determinação da eficiência e uniformidade em campo. Na questão 3, que trata do cálculo da intensidade de aplicação do sistema, os percentuais também se equivaleram, e os entrevistados demonstraram domínio sobre o assunto e o cálculo utilizado para a determinação, tendo relacionado a vazão do emissor com a área de solo explorada. O mesmo foi observado na questão 4, em que alguns respondentes, mesmo não tendo definido tecnicamente, souberam responder.

A quase unanimidade nas porcentagens das questões 5 e 6 reflete a preocupação dos entrevistados com o funcionamento perfeito do sistema em campo, e aqueles que responderam negativamente o fizeram por não saberem interpretar as unidades do manômetro utilizado. A questão 7 causou alguns embaraços aos entrevistados, o que evidenciou, em ambos os grupos, as dificuldades de realizar os cálculos de aplicação de água, ao contrário do que foi evidenciado nas questões anteriores. Os resultados da questão 8 demonstram a preocupação do conhecimento do sistema, observado nas questões 5 e 7. A questão 9 deixa claro que os termos utilizados tecnicamente podem estar sendo interpretados de forma errada, e que possíveis insucessos de incursões de empresas do ramo de manejo de irrigação podem estar relacionados a essa incompatibilidade de termos e definições, uma vez que, depois de explicado aos entrevistados o que significava aquele termo, estes diziam saber da sua importância e necessidade, mas não com essa denominação.

Tabela 2. Resultados dos questionamentos do módulo A – conhecimentos básicos sobre irrigação –, para produtores de cítrus do norte do estado de São Paulo (questões de 1 a 9).

Grupos/Quest.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
G1	Sim	70	40	40	60	90	100	70	90	80
	Não	30	60	60	40	10	0	30	10	20
G2	Sim	70	50	60	70	100	90	60	90	40
	Não	30	50	40	30	0	10	40	10	60

Entre os equipamentos utilizados para o manejo de irrigação, os mais conhecidos são os utilizados para medir a tensão de água no solo, principalmente o tensiômetro, com percentual de 90% em ambos os grupos, embora seu uso se restrinja a alguns produtores, conforme será comentado no decorrer das discussões.

Conhecimentos específicos sobre o sistema de irrigação

Na Tabela 3 são apresentados os percentuais referentes ao módulo B. Observa-se a predominância das unidades de bombeamento elétrico, o que pode ser atribuído ao elevado custo dos combustíveis fósseis, bem como à legislação ambiental regente no estado, que atua com rigor na prevenção da poluição do ambiente.

Nas respostas à questão 2, observa-se equilíbrio quanto à utilização da fertirrigação, refletindo o que realmente é discutido entre produtores, que recebem benefícios gerados pelo limiar entre a aplicação de fertilizantes de forma convencional e a injeção deles via água de irrigação. A questão número 3 completa a 2 e obedece à mesma tendência.

A questão 4 demonstra a aceitação e tendência de adoção do sistema de injeção por meio de bombas injetoras de aço inox, o que permite um maior controle da vazão aplicada e melhor uniformidade de distribuição do fertilizante. A injeção de produtos via sucção da bomba de irrigação foi observada somente nos produtores menores. A principal justificativa para tal seria a eliminação da unidade adicional de bombeamento movido a eletricidade (bomba injetora), o que acarretaria acréscimo nos gastos com energia elétrica.

Nas respostas à questão 2, observa-se que quase 100% dos sistemas são automatizados no grupo 02, o que permite melhor controle das operações e otimização da mão de obra. Já para os produtores do grupo 01, observou-se tendência

Tabela 3. Resultados dos questionamentos do módulo B – conhecimentos específicos sobre o sistema de irrigação –, para produtores de cítrus do norte do estado de São Paulo.

Quest.	1		2			3		4		5		6		7		
	D	E	M	A	SA	An	Me	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	I	SD	BI
G1	0	100	40	40	20	90	10	60	40	50	50	20	80	10	20	40
G2	10	100	10	90	0	100	0	100	0	50	50	20	80	20	0	70

E = elétrica; D = diesel; M = manual; A = automatizado; SA = semiautomatizado; An = anual; Me = mensal; I = Injetor; SD = sucção direta; BI = bomba injetora

da migração dos sistemas manuais para os semiautomáticos, situação bem próxima à total automatização. Este comportamento vem se modificando principalmente pelos custos mais acessíveis de controladores mais simples e voltados para operacionalizar o dia a dia do sistema em pequenas e médias propriedades citrícolas irrigantes.

As respostas à questão 3 evidenciaram que as manutenções dos sistemas são realizadas antes do início da safra. Deve-se lembrar que, no caso da cultura de citros, os equipamentos não são utilizados por 2 a 3 meses, durante o período de seca, para permitir a ocorrência do estresse hídrico, necessário à indução do florescimento.

Observou-se tendência à adoção de manômetros nas propriedades menores (Questão 4). Proporcionalmente, os 40% que não os utilizam são produtores muito pequenos. A principal justificativa seria a de não saber manusear o equipamento, bem como a grande ocorrência de quebras observadas em campo.

Nas respostas à questão 5, observa-se equilíbrio quanto à utilização da fertirrigação, refletindo o que realmente é discutido entre produtores, que recebem benefícios gerados pelo limiar entre a aplicação de fertilizantes de forma convencional e a injeção deles via água de irrigação. A questão número 6 completa essa, obedecendo à mesma tendência.

A questão 7 demonstra a aceitação e a tendência de adoção do sistema de injeção por meio de bombas injetoras de aço inox, o que permite um maior controle da vazão aplicada e melhor uniformidade de distribuição do fertilizante. A injeção de produtos via sucção da bomba de irrigação foi observada somente nos produtores menores. A principal justificativa para tal seria a eliminação da unidade adicional de bombeamento movido a eletricidade (bomba injetora), o que acarretaria acréscimo nos gastos com energia elétrica.

Gerenciamento da irrigação

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados do módulo C do questionário. Este foi dividido em três partes para a facilidade da compreensão. Iniciando-se com C1, observa-se, na questão 1, que a maioria dos entrevistados acredita nos benefícios da adoção de um sistema de gerenciamento de irrigação em citros, sendo as propriedades do G2 com maior percentual de uso, fato atribuído a tendências com a preocupação na redução de custos principalmente

Tabela 4. Resultados dos questionamentos do módulo C – aspectos do gerenciamento da irrigação –, para produtores de citros do norte do estado de São Paulo.

C1															
Quest.	1		2		3*		4*		5*		6*		7*		
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	D	I	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
G1	80	20	30	70	20	20	20	80	30	60	20	20	20	20	
G2	100	0	50	50	40	10	0	100	40	60	40	0	30	30	

C2																
Quest.	8		9					10		11		12		13		
	E/C	P	R	Re	B	MB	NA	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Se	Q	Me
G1	90	10	20	30	50	0	0	80	20	10	90	100	0	30	10	60
G2	100	0	0	20	80	0	0	70	30	0	100	100	0	10	60	30

C3																
Quest.	14		15		16		17		18		19		20**			
	Sim	Não	Sim	Não	AP	E/Pe	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	TA	TI	EA	SF
G1	100	0	40	60	90	10	100	0	100	0	100	0	0	0	0	100
G2	100	0	80	20	90	10	100	0	100	0	100	0	60	0	50	40

(*) Somente responderam às questões 3, 4, 5, 6, e 7 aqueles produtores que já utilizam algum sistema de monitoramento de irrigação.

(**) Os produtores deste grupo (G2) contam com mais de um profissional no setor de irrigação da propriedade.

D = desconhecimento; I = incerteza; E/C = empresa ou cooperativa; P = pesquisa; R = ruim; Re = regular; B = bom; MB = muito bom; NA = não se aplica; Se = semanal; Q = quinzenal; Me = mensal; AP = áreas piloto; E/Pe = extensão rural e/ou centros de pesquisa; TA = técnico agrícola; TI = técnico de irrigação; EA = engenheiro; SF = sem formação.

com energia elétrica, reforçada pelo contentamento com o uso do método (questão 3). O G1 demonstra nítida desconfiança (questão 4) em relação aos métodos e/ou metodologias disponibilizadas para aplicação em manejo de irrigação, resultando num alto percentual em virtude da incerteza de utilização de uma metodologia para tal.

Chama-se a atenção para os resultados da questão 5, que trata de insucessos relativos ao uso de sistemas de manejo de irrigação, o que provavelmente reflete diretamente na escolha, aquisição e uso dessas metodologias por parte de outros produtores. Esse comportamento negativo foi observado em mais da metade dos entrevistados nos dois grupos.

A questão 6 reflete os sucessos na economia de energia, principalmente no G2, uma vez que no G1 quase ninguém utilizou uma metodologia de manejo, conforme a questão 2. A questão 7 complementa a 6, denunciando que nem sempre os benefícios “vendidos e/ou atribuídos” ao uso de determinada metodologia refletem os benefícios esperados, levando, muitas vezes, ao descrédito dela.

No G2, a questão 8 reflete a importância da assistência da cooperativa local nessa subárea da irrigação, organizando-se melhor, trabalhando ao lado do produtor e principalmente viabilizando alternativas e formas para disponibilizar o uso de técnicas de baixo custo e simples para uso direto nas propriedades, respeitando a dimensão e anseio de cada uma. O papel de empresas do ramo também é fundamental na criação de linhas de assistência a produtores de qualquer porte, adequando-se às consultorias de acordo com a necessidade da situação.

A questão 9 trata justamente da visão dos entrevistados em relação aos serviços prestados na área, sendo classificados como “bom” nos dois grupos, salientando que a ocorrência de “ruim” aconteceu no G1, o que chama a atenção para uma classe de produtores que precisam ser mais bem assessorados no manejo da irrigação. Essa situação é reforçada pela questão 10, em que os entrevistados salientam ter disponíveis sistemas de manejo na região, ficando a pergunta: por que não os utilizam então? Provavelmente pela falta de acompanhamento eficiente, uma vez que pagar pela consultoria não é considerado pelos produtores um ponto negativo (questão 11). A disponibilidade desse trabalho na cooperativa, por meio de parcerias e/ou convênios com empresas privadas, tem aceitação unânime dos entrevistados (questão 12), com programas de assessorias mensais para os produtores pequenos e médios, e quinzenais para os maiores, tendência aí demonstrada segundo a proporcionalidade de área entre os grupos (questão 13).

A forma de abordagem desse tema em eventos voltados a produtores teve 100% de aceitação nos dois grupos. Vale ressaltar que seria interessante uma nova estratégia para tratar do assunto, com sensibilidade e estratificando o nível técnico dos participantes, uma vez que os resultados de uma mesma metodologia serão diferentes para cada condição empregada. Essa estratificação fica clara na questão 15, em que os integrantes do G1 citam as divulgações como negativas nos eventos ocorridos. A instalação de áreas pilotos, de demonstração e acompanhamento de metodologias aplicáveis à região foi questionada (questão 16). Mostraram-se receptivos a esse ponto de divulgação de resultados a maioria dos integrantes dos grupos avaliados, que também se mostraram receptivos à ideia de seus resultados serem divulgados em boletins técnicos periódicos (questão 17), nos quais o assunto pudesse ser estudado e filtrado por cada indivíduo, de acordo

com o resultado que melhor se encaixasse em suas expectativas (questão 18), podendo ser posteriormente discutido com o consultor de seu sistema de gerenciamento.

Observa-se, na questão 19, que a montagem de um sistema eficiente de assessoria nessa área, associado à formação de áreas pilotos e confecção de materiais, geraria resultados que poderiam ser compartilhados entre os usuários dessa estrutura, criando uma rede de ajuda mútua e facilitando a compreensão do manejo diário nesse campo da produção agrícola.

Observa-se, pela questão 20, que atitudes como essa seriam proveitosas, gerando treinamentos e capacitação de mão de obra no campo, e alterando o cenário atual, de extrema carência de profissionais que sejam especializados na linha de frente e conduzam os sistemas irrigados.

Atitudes como essas poderiam melhorar a qualidade de serviço e, por consequência, a remuneração desses técnicos, que, por sua vez, auxiliariam eficazmente na geração de resultados com o uso de tecnologias de manejo de irrigação.

Aspectos ambientais do sistema de irrigação

Na Tabela 5, estão apresentados os resultados dos questionamentos sobre os aspectos ambientais do sistema de irrigação. Seu enfoque é conhecer melhor a preocupação ambiental e as medidas preventivas tomadas contra agressões ao meio ambiente.

Tabela 5. Resumo dos questionamentos realizados no módulo D – aspectos ambientais do sistema de irrigação –, para produtores do norte do estado de São Paulo.

Quest.	1		2		3			4		5		6		7		8	
	Sim	Não	C	P	R	CD	Pç	Sim	Não								
G1	60	40	60	0	0	30	70	50	50	50	50	0	100	0	100	70	30
G2	100	0	100	0	40	20	60	70	30	40	60	20	80	10	90	90	10
Quest.	9		10		11		12		13		14		15				
	Sim	Não	P	T	UR	TCA	ET										
G1	60	40	80	20	80	20	40	60	20	80	90	10	100	10	0	0	0
G2	90	10	100	0	90	10	90	10	50	50	100	0	100	60	40	10	10

C = consultor; P = produtor; R = reservatório; CD = curso d'água; Pç = poço; P = Precipitação; T = temperatura; UR = umidade relativa; TCA = tanque classe A; ET = evapotranspiração.

Observa-se, na análise do quadro, que as proporções de propriedades com outorga para uso da água são menores no G1 (questão 1). Esse fato pode ser atribuído, em partes, a baixos volumes de captação de água para irrigação, baixa disponibilidade hídrica dos mananciais, a ser ofertada pelo órgão regulador, e, em alguns casos, falta de comprometimento dos usuários em obter essa autorização. A questão 1 não soma 100% já alguns produtores entrevistados não possuíam outorga de suas captações. Por outro lado, 100% dos integrantes do G2 possuem a autorização, provavelmente por se tratar de maiores volumes captados de água para irrigação. Os processos de obtenção de outorga de água na região têm sido feitos com o auxílio de consultores (questão 2), fato que revela uma forte tendência na prestação desse tipo de serviço por profissionais liberais. Os órgãos são bem rígidos nas propostas e exigências para esse tipo de procedimento, e o uso da mão de obra de profissionais externos para essa obtenção é uma forma de agilizar e atender às exigências ambientais.

Observa-se, pelas características hidrológicas do local, um uso mais acentuado de águas subterrâneas (questão 3) pelos integrantes de ambos os grupos. Esse tipo de captação é bem mais exigente na obtenção da licença, requerendo, além dos trâmites normais, a construção de estruturas de captação (perfuração de poços) segundo normas específicas para tal, bem como da concessão do uso da água após executado o serviço (SÃO PAULO, 2011). Observa-se na questão 3, um somatório maior que 100%, para o G2, devido ao fato dos produtores desse grupo possuírem mais de um ponto de captação na propriedade.

Na questão 4, fica clara a preocupação dos produtores do G2 com a qualidade de água para irrigação, principalmente quando se trata do uso de irrigação localizada. Já no G1, esse percentual se divide proporcionalmente.

As questões 5 e 6 se completam e mostram que a qualidade da água da região é boa, principalmente por ser tratar, em sua grande maioria, de águas subterrâneas, geralmente de melhor qualidade. As estações de tratamento de água são maiores no G2 provavelmente pela maior incidência de análise de água realizada pelos integrantes desse grupo.

Os estudos sobre lixiviação de nutrientes são praticamente nulos (questão 7) em ambos os grupos, o que é justificado pela utilização de sistemas de irrigação localizada, que apresentam alta frequência e baixa intensidade, não

acarretando, pelos baixos volumes instantâneos, carreamento de nutrientes ao longo do perfil do solo. Essa pode ser uma técnica difundida por cooperativas e/ou empresas do ramo, visando a uma melhor eficiência e manejo de uso de fertilizantes via água de irrigação, reduzindo custos e otimizando aplicações.

Nas questões de 8 a 10, fica evidenciada a preocupação ambiental por parte de todos os entrevistados, embasada na legislação atual que dita a preservação de nascentes (questão 8) e áreas de preservação ambiental (questão 9), que devem ser respeitadas e tratadas com a mínima interferência humana. Um exemplo de intervenção muito comum nos sistemas irrigados é a colocação do conjunto motobomba em áreas de preservação, o que caracteriza um risco para o meio ambiente, principalmente quando ele é abastecido por combustível (diesel). Por outro lado, a sua colocação fora da área de preservação acarreta um custo adicional, e muitas vezes um duplo bombeamento. Mesmo assim, observa-se que a maioria dos integrantes já estão adequados a tais exigências, fato explicado pela conscientização e massiva fiscalização do órgão ambiental (questão 10).

Observa-se, pelos resultados das questões de 11 a 13, que a preocupação ambiental abrange todos os envolvidos no processo. No G1 ela é mais fraca na média das três questões, provavelmente pela menor área de atuação. Já no G2, observa-se uma total preocupação ambiental, inclusive no treinamento e manuseio de produtos agroquímicos (possíveis agentes poluidores).

Essa preocupação é importante, uma vez que possibilita aos funcionários se capacitarem e entenderem os reais problemas acarretados pelo mau uso e má conservação de recursos naturais, e, como a maioria deles são oriundos da região (questão 14), podem disseminar esse aprendizado, tornando a convivência entre o ser humano e o ambiente mais harmoniosa nessa região. Em nenhuma das propriedades avaliadas foram coletadas respostas positivas para as variáveis radiação solar e velocidade de vento (questão 14).

O conhecimento das condições climáticas regionais também foi questionado, tendo sido levantadas as informações sobre a coleta de dados meteorológicos. Dos dados, não se observa coleta em nenhuma das propriedades avaliadas para as variáveis radiação solar e velocidade de vento. Em relação à umidade relativa, somente 40% dos integrantes

do G2 disseram realizar leituras diárias, e uma pequena parcela destes (10%) disseram realizar leituras de evapotranspiração de referência e tanque classe A. As variáveis climáticas mais lidas são a temperatura e a precipitação, salientando-se que, na maioria dos casos, elas estavam sendo feitas em locais fora das especificações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Esses dados são utilizados para definições de pulverização e irrigação.

Aspectos econômicos da irrigação

O módulo de aspectos voltados à prestação de serviços de terceiros visa elucidar a forma com que o produtor tem visto esse tipo de oferta e suas opiniões sobre eles (Tabela 6). No primeiro questionamento feito, sobre a fidelidade a uma determinada empresa na hora da compra do sistema de irrigação, ficou caracterizado o dinamismo dos dois grupos (questão 1), tendo como principal critério de escolha o binômio preço x qualidade do produto (questão 2). Esse comportamento reflete o poder de negociação que os produtores adquiriram com o passar do tempo e da livre concorrência entre as empresas do ramo de irrigação.

Tabela 6. Resumo dos questionamentos realizados no módulo E – aspectos econômicos da irrigação: serviço de terceiros –, para produtores do norte do estado de São Paulo.

Quest.	1		2			3		4		5					6				
	Sim	Não	P/Q	L	M	C	EV	Sim	Não	R	RE	B	MB	NA	R	RE	B	MB	NA
G1	20	80	100	0	0	10	90	90	10	0	10	60	30	0	50	40	0	10	0
G2	30	70	100	0	0	10	90	90	10	0	30	20	50	0	50	10	10	20	10

Quest.	7		8		9		10		11		12		13	
	Sim	Não												
G1	80	20	20	80	10	90	70	30	0	100	80	0	0	100
G2	100	0	90	10	20	80	90	10	80	20	60	40	0	100

P/Q = preço/qualidade; L = localização; M = marca; C = consultores; EV = empresa vendedora; R = ruim; RE = regular; B = bom; MB = muito bom; NA = não se aplica.

Observa-se, ainda, que a preferência da compra embute no preço, além dos equipamentos, a mão de obra para execução dos trabalhos (questão 3), fixando um pacote de compras que vai desde a aquisição do equipamento até a entrega técnica do sistema. Esse tipo de estrutura é muito difundido na região citrícola estudada.

Esse poder de escolha, a ampla gama de produtos ofertados pelas diversas empresas do ramo, e sua preocupação em atender às necessidades do produtor refletem-se no nível de satisfação positivo (questão 4), em ambos os grupos, que classificam, em média, como “Bom” a “Muito bom” os produtos adquiridos das empresas do ramo (questão 5). Por outro lado, fica caracterizado na questão 6 o descontentamento dos produtores com os serviços prestados “após a venda”, com níveis de classificação “Ruim” e “Regular” para a maioria deles. Isso elucida a necessidade de uma maior atenção das empresas para com o setor de “pós-venda”, assistindo melhor seus clientes e abrindo novos mercados, para buscar a sua fidelização.

Outro prestador de serviços muito utilizado nas estruturas de irrigação é a concessionária de energia, responsável pelo fornecimento em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades e/ou requerimento dos produtores. A questão 7 representa positivamente os serviços prestados pela concessionária de energia elétrica local. A questão 8 traz um panorama já esperado, em que os produtores do G2, com maior área irrigada e, por consequência, maior demanda e consumo de energia elétrica, a utilizam por meio de demandas contratadas com a concessionária, não sendo comum ultrapassar esse valor contratado (questão 9). Esse consumo poderia ser ainda mais atenuado com o auxílio de uma ferramenta de gerenciamento de irrigação, proporcionando um menor consumo de energia, refletido numa menor demanda energética e um contrato de valor mais baixo, ou seja, a energia seria utilizada de forma mais eficiente que atualmente.

As respostas à questão 10 permitem visualizar a preocupação dos produtores irrigantes com o consumo de energia, sendo sempre acionada a assistência de profissionais do ramo para a manutenção no(s) conjunto(s) motobomba(s), buscando mantê-lo(s) sempre em perfeito estado de funcionamento, de forma a proporcionar tranquilidade de uso e redução no consumo de energia elétrica.

A questão 11 destoa um pouco da anterior para o G1, sendo baixo o percentual de produtores que utilizam assistência externa para irrigação. No G2 ocorre o contrário, sendo maior o percentual de produtores assistidos externamente, embora essa assistência não contemple, na maioria dos casos, o manejo da irrigação propriamente dito. O investimento financeiro nesse tipo de assessoria é positivamente reconhecido pelos produtores, até mesmo por aqueles que não o utilizam (questão 12).

E, finalizando esse módulo, com a pergunta 12, busca-se perceber qual o grau de comprometimento do produtor com a pesquisa e vice-versa, e, conforme já esperado, em nenhuma das propriedades visitadas existe uma unidade de pesquisa.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu constatar a existência de consciência ambiental por parte dos colaboradores de campo e produtores, os quais demonstram interesse em utilizar de forma sustentável a irrigação, visando não só aos benefícios por esta trazidos.

Ficou caracterizado que o grande entrave aos sistemas de gerenciamento de irrigação (manejo) está no acompanhamento técnico direto das atividades em campo, no auxílio aos irrigantes, seja este um acompanhamento de presença constante, seja escalonada.

Os colaboradores de campo e os produtores apresentaram conhecimento do conceito de eficiência de uso de água, e sua importância para a manutenção dos recursos hídricos e do meio ambiente.

Existe, em geral, uma discrepância entre os conceitos técnicos utilizados pelos profissionais da área de irrigação e pelos produtores irrigantes, embora a aplicação desses conceitos técnicos tenha sido evidenciada na determinação da intensidade de aplicação de emissores, uniformidade de aplicação de água e tempo de irrigação.

O estudo revelou a dificuldade dos entrevistados na leitura dos manômetros, atribuída à apresentação gráfica de suas unidades no equipamento.

A tensiometria mostrou-se como a técnica de manejo de irrigação mais conhecida pelos usuários de irrigação.

Os autores sugerem que sensores agrícolas incluam em seus questionários de levantamento perguntas relativas ao uso e conservação do solo e do meio ambiente para todos os produtores, e sobre o uso específico da água, no caso de irrigantes.

Sugerem ainda que instituições públicas e privadas deveriam unir-se em prol do desenvolvimento de metodologias mais simples e prontamente disponíveis aos usuários irrigantes, de forma a melhorar o desempenho dos equipamentos

utilizados, reduzindo os custos de produção e o impacto negativo ao meio ambiente, e aumentando a rentabilidade do processo. A oferta de um produto qualificado, em quantidade satisfatória, contribuiria para a conservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); à Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB); à Casa da Agricultura de Bebedouro; à Coopercitrus; e a todas as propriedades participantes.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 308 p. (FAO. Irrigation and Drainage, 56).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2006. 625 p.
- CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, S. H. (Org.). **Conflito e uso dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Cítricos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 284 p.
- DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 150, p. 155-162, 1980.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).
- FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación: recomendaciones para el manejo mejorado. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE MICROIRRIGACIÓN, 4., 1981, Barquisimeto. **Memórias...** Barquisimeto: IICA, 1981. p. 23.
- GUARDIOLA, J. L. Frutificação e crescimento. In: DONADIO, L. C. (Coord). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 1-26.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2008**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em: 23 nov. 2008.
- IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Área e produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>>. Acesso em: 23 nov. 2005.

- JENSEN, M. E. Water consumption by agricultural plants. In: KOSLOWSKY, T. T. **Water Deficits and Plant Growth**. New York: Academic Press, 1968. v. 2.
- KELLER, J. Trickle irrigation. In: USDA, Soil Conservation Service. **National Engineering Handbook**. Denver, 1978. 129 p.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler, 1975. 133 p.
- KOO, R. C. J.; SMAJSTRLA, A. G. Effects of trickle irrigation methods and amounts of water applied on citrus yields. **Proceedings of Flórida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 97, p. 3-7, 1984.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa: Editora da UFV, 2007. 358 p.
- MERRIAM, J. L., KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.
- ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo de citros. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR., J.; AMARO, A. A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 153-195.
- PEREIRA, I. A. M. **Época da indução e evocação floral em Citrus spp. efeito do GA3 em seu florescimento**. 1997. 82 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)—Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frequência: goteo, microaspersion e exudacion**. Madrid: Mundi-Prensa, 1990. 471 p.
- SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Instrução Técnica DPO nº 006**. São Paulo, 2011. 28 p.
- SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; LUCATO JÚNIOR, J. **Uso racional de energia elétrica em sistemas de irrigação tipo pivô-central no estado de Minas Gerais**. In: CONGRESSOBRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBEA, 1993. p. 2688-2702.
- VIEIRA, D. G. Irrigação de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 519-541.
- ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: Funep, 1998. 35 p. (Boletim Citrícola, n. 7).