

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Universidade Federal de Sergipe***

Princípios agronômicos da IRRIGAÇÃO

*Antenor de Oliveira Aguiar Netto
Edson Alves Bastos*
Editores Técnicos

***Embrapa
Brasília, DF
2013***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
70770-901 – Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/liv
sct.vendas@embrapa.br

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650
Bairro Buenos Aires
64006-220 – Teresina, PI
Fone: (86) 3089-9100
Fax: (86) 3089-9130
www.cpamn.embrapa.br
cpamn@sac.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Meio-Norte

Comitê Local de Publicações

Presidente

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcântara

Secretário-executivo

Manoel Gevandir Muniz Cunha

Membros

Ana Lúcia Horta Barreto

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Bruno de Almeida Souza

Francisco das Chagas Monteiro

Francisco de Brito Melo

Humberto Umbelino de Sousa

Igor Outeiral da Silva

Izabella Cabral Hassum

João Avelar Magalhães

Laurindo André Rodrigues

Lígia Maria Rolim Bandeira

Marcos Jacob de Oliveira Almeida

Orlane da Silva Maia

Universidade Federal de Sergipe

Cidade Universitária "Prof. José Aloísio de Campos"
Avenida Marechal Rondon, S/N – Jardim Rosa Elze
49100-000 São Cristóvão, SE

Instituição responsável pelo conteúdo

Universidade Federal de Sergipe

Conselho editorial

Péricles Morais de Andrade Júnior (Coordenador)

Antônio Ponciano Bezerra

Dilton Cândido Santos Mayanard

Eduardo Oliveira Freire

Lêda Pires Corrêa

Maria Batista Lima

Maria da Conceição V. Gonçalves

Maria José Nascimento Soares

Ricardo Queiroz Gurgel

Rosemeri Melo e Silva

Vera Lúcia Corrêa Feitosa

Veruschka Vieira Franca

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Selma Lúcia Lira Beltrão

Lucilene Maria de Andrade

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Josmária Madalena Lopes

Copidesque e revisão de texto

Francisco C. Martins

Josmária Madalena Lopes

Normalização bibliográfica

Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, editoração eletrônica

e tratamento das ilustrações

Júlio César da Silva Delfino

Capa

Juracy Júnior

1ª edição

1ª impressão (2013): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação,
no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Princípios agrônômicos da irrigação / Antenor de Oliveira Aguiar Netto, Edson Alves Bastos, editores técnicos. –
Brasília, DF : Embrapa 2013.
264 p. : il. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-200-2

1. Agricultura irrigada. 2. Manejo de irrigação. 3. Solo. I. Aguiar Netto, Antenor de Oliveira. II. Bastos, Edson Alves.
III. Embrapa Meio-Norte.

CDD 631.7

© Embrapa 2013

Dedicamos este livro ao engenheiro-agrônomo
Antenor Machado de Aguiar (*in memoriam*).

Apresentação

O futuro é hoje! O avanço tecnológico ocorrido nas últimas décadas tem sido extraordinário. Haja vista o que vem ocorrendo com a comunicação, a exemplo dos satélites teleguiados, da rede mundial de computadores, dos telefones celulares, do sistema de TV digital, entre outros, que contribuem com a nova estruturação societária, acelerando as relações interpessoais e o contato homem/máquina.

Ultimamente, a TV e o telefone celular são chamados de “inteligentes”, porque já respondem a comandos de voz e movimento, possuem uma quantidade enorme de funções, além de encontrarem-se acoplados à internet, a qual está se tornando onipresente. Agora, em sua fase Web 3.0, pretende inovar com a convergência de várias tecnologias que já existem e que serão usadas ao mesmo tempo, num grande salto de sinergia.

Nesse contexto de inovações tecnológicas, a irrigação, enquanto técnica agrícola milenar, também avançou, especialmente a irrigação pressurizada. Contudo, essas inovações tecnológicas se restringem à indústria da irrigação, controlada por uma pequena quantidade de empresas e com pouca ou quase nenhuma participação do Brasil, fato que provoca reflexões acerca dos problemas ambientais que circundam a contemporaneidade e começam a incomodar a vida da atual geração, despertando interesse na mídia e nas pessoas.

É nesse aspecto que se insere este livro, uma vez que estudar os princípios agronômicos da irrigação significa propiciar a base teórica para um manejo racional da água e do solo, dois importantes e imprescindíveis recursos naturais do planeta Terra, em qualquer época e especialmente neste século. No Brasil, a pesquisa na área de agricultura irrigada concentra-se no manejo da irrigação, mas o uso de técnicas e conceitos subjetivos ainda persiste no cotidiano das propriedades agrícolas.

Neste livro, a comunidade acadêmica se depara com nove capítulos que tratam dos conceitos agronômicos da irrigação, passando pelo monitoramento da água no solo, na planta e no clima, continua na qualidade e na quantidade da água para fins de irrigação e se completa com a eficiência dos sistemas e o uso da água na agricultura.

O conteúdo desta obra coletiva é direcionado a estudantes de graduação, podendo ser útil, também, a pesquisadores e agricultores. Elaborado com esmero e dedicação, abrange a problemática nacional da

irrigação, com exemplos principalmente da região Nordeste. Espera-se que *Princípios Agronômicos da Irrigação* seja útil ao leitor, na mesma medida em que é para seus autores.

Antenor de Oliveira Aguiar Netto
Professor associado da
Universidade Federal de Sergipe

Hoston Tomás Santos do Nascimento
Chefe-Geral da
Embrapa Meio-Norte

Prefácio

Publicações relacionadas às atividades científicas ou de divulgação – para disseminar conhecimentos em diferentes áreas – exigem profundidade necessária para distinguir as finalidades a que os leitores pretendem atingir. Eleger prioridades e metas, dentro do amplo espectro envolvido, é indispensável para conceber os objetivos primeiros a serem inseridos e abordados, com a devida suficiência aos que irão se beneficiar da obra.

Quando se adentra a estudos na área de irrigação e drenagem, vislumbra-se que, apesar dessa área ser extensa, surge a natural tendência de se procurar conhecer tudo a respeito. Chega-se, então, à conclusão de que se deve estudá-la por partes, a fim de atender a amplitude mínima necessária para se assenheorar do conteúdo pretendido. Há de se considerar as ligações indispensáveis com outras áreas interligadas, como Fisiologia Vegetal, Agrometeorologia, Hidráulica, Hidrologia, além de outras disciplinas básicas, como aquelas inerentes ao solo, à planta e à atmosfera.

Décadas atrás, na ausência de livros em português na área ora enfocada, nas relações da água nas plantas, nos atrevemos a elaborar nosso primeiro livro, *A água no sistema solo-planta-atmosfera*, lançado em 1988 pela Editora Nobel Editora, que em duas edições atingiu 20 mil exemplares. Para tanto, o incentivo e a confiança, provieram da experiência nas lides docentes e científicas na Escola de Agronomia Luiz de Queiroz (Esalq/USP) e na Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), além de passagens como Temporary Researcher, na Rothamsted Experimental Station, na Inglaterra, Research Associate, na California University, em Davis, Estados Unidos e pesquisador no Instituto de Edafologia y Biología, em Salamanca, na Espanha.

Ao se analisar as duas obras, percebem-se as conexões das matérias inseridas, o que nos motivou a aceitar o convite para elaborar este prefácio. Primordialmente, as diferenças ligam-se à distância temporal entre ambas, mostrando evoluções não apenas de novas teorias, como também de novas tecnologias ou mesmo alterações nas existentes, tidas como já arraigadas. No entanto, ao se avaliar, cuidadosamente, o conteúdo de Princípios Agro-nômicos da Irrigação, originária da Embrapa Meio-Norte e da Universidade Federal de Sergipe, verificou-se que os editores técnicos Antenor de Oliveira Aguiar Netto e Edson Alves Bastos, reconhecidos no País como pesquisadores de ponta, foram felizes na concepção desta publicação.

Com espírito crítico e construtivo, procedeu-se à leitura dos originais apresentados pelos autores, o qual nos pressionou pela abrangência das diferentes partes que os compõem, mas sem acrescentar comentários. Todas as matérias foram sabiamente escolhidas, desde as relacionadas ao solo, passando pela planta, pela atmosfera e finalmente as metodologias mais modernas e recentes. A amplitude e a profundidade que os editores imprimiram à obra comprovam a bem-sucedida escolha de renomados autores, conhecidos e respeitados nacionalmente. Com satisfação, verificamos que, além dos editores, também alguns autores tiveram atuação destacada em programas de pós-graduação da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, o que engrandece essa instituição.

Todo o conteúdo desta obra está muito bem alicerçado para inserir os leitores e estudiosos naquilo que é indispensável para embasamento no tema abordado. Além de relatar as tecnologias mais recentes – muito bem comentadas e definidas – cada um dos nove capítulos traz as indispensáveis e bem colocadas teorias explicativas. Em nosso modo de ver, *Princípios Agrônomicos da Irrigação*, muito bem delineado e cuidadosamente escrito, terá ampla aceitação por quem atua na área de irrigação e drenagem (e áreas correlata), principalmente por aqueles que, ao se deparar com essa obra, fizer uso dela como referência indispensável. Com tal suporte, temos absoluta convicção de que este livro oferecerá o necessário e imprescindível respaldo para bem ampliar os conhecimentos, como consulta obrigatória por alunos, professores e pesquisadores da área.

Há de se acrescentar elogios à Embrapa Meio-Norte e à Universidade Federal de Sergipe, pela realização dessa parceria.

Antonio Evaldo Klar

Professor emérito da Faculdade de Ciências Agrônomicas/Unesp

Sumário

- Capítulo 1** | Reflexões críticas sobre as teorias agronômicas da irrigação **17**
- Capítulo 2** | Monitoramento do teor de água no solo **31**
- Capítulo 3** | Monitoramento do tempo para cálculo da evapotranspiração **69**
- Capítulo 4** | Indicadores vegetais para monitoramento das condições hídricas de plantas e técnicas de determinação **101**
- Capítulo 5** | Coeficiente de cultura **153**
- Capítulo 6** | Quanto e quando irrigar **179**
- Capítulo 7** | Qualidade da água para agricultura irrigada **193**
- Capítulo 8** | Indicadores de desempenho como instrumento de gestão em projetos de irrigação **219**
- Capítulo 9** | Eficiência do uso da água na agricultura **245**

Capítulo 1

Reflexões críticas sobre as teorias agronômicas da irrigação

*Antenor de Oliveira Aguiar Netto
Edson Alves Bastos*

Introdução

No Terceiro Milênio da era cristã, a irrigação é uma técnica consolidada para a produção agrícola e presente em vários países. Sua importância e mesmo indispensabilidade vêm sendo registradas por pesquisadores, professores, técnicos de nível médio e superior e, sobretudo, por agricultores. Atualmente, a quantidade e a qualidade de alimentos, fibras e energia não seriam possíveis de alcançar, sem o uso da aplicação artificial de água no solo para suprir as necessidades hídricas dos vegetais.

A água poderá ser a *commodity* do século 21, em face de situações de escassez que já se apresentam. A escassez de água pode ser quantitativa, qualitativa ou ambas, dependendo do volume disponível, do manejo ou da gestão de recursos hídricos. Considerando que a agricultura irrigada é a maior usuária de água, a irrigação se coloca no centro das atenções, ao mesmo tempo em que requer grande responsabilidade quanto à eficiência ou à racionalização no uso desse líquido (ALBUQUERQUE; DURÃES, 2008).