

4ª edição  
Revista, atualizada e ampliada



# Irrigação por Aspersão em Hortaliças

Qualidade da Água, Aspectos do  
Sistema e Método Prático de Manejo

Waldir Aparecido Marouelli  
Henoque Ribeiro da Silva  
Washington Luiz de Carvalho e Silva



**Embrapa**

# **Irrigação por Aspersão em Hortaliças**

Qualidade da Água, Aspectos do  
Sistema e Método Prático de Manejo



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Irrigação por Aspersão em Hortaliças**

**Qualidade da Água, Aspectos do  
Sistema e Método Prático de Manejo**

4ª edição  
Revista, atualizada e ampliada

Waldir Aparecido Marouelli  
Henoque Ribeiro da Silva  
Washington Luiz de Carvalho e Silva

*Embrapa  
Brasília, DF  
2017*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

#### **Embrapa Hortaliças**

Rodovia Brasília-Anápolis, BR-060, Km 9  
70351-970 Brasília, DF  
Caixa Postal 218  
Fone: (61) 3385-9110  
Fax: (61) 3556-5744  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

#### **Unidade responsável pelo conteúdo**

Embrapa Hortaliças

Comitê Local de Publicações

Presidente

*Warley Marcos Nascimento*

Editor-técnico

*Ricardo Borges Pereira*

Supervisor editorial

*George James*

Secretária

*Gislaine Costa Neves*

Membros

*Miguel Micheref Filho*

*Milza Moreira Lana*

*Marcos Brandão Braga*

*Valdir Lourenço Júnior*

*Daniel Basílio Zandonadi*

#### **1ª edição**

1ª impressão (2001): 1.000 exemplares

#### **2ª edição**

1ª impressão (2008): 2.000 exemplares

2ª impressão (2012): 500 exemplares

#### **3ª edição**

E-book (2012)

#### **4ª edição**

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

#### **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/livraria  
livraria@embrapa.br

#### **Unidade responsável pela edição**

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

*Selma Lúcia Lira Beltrão*

*Lucilene Maria de Andrade*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial

*Wyviane Carlos Lima Vidal*

Revisão de texto

*Maria Cristina Ramos Jubé*

Normalização bibliográfica

*Antônia Veras de Souza*

*Márcia Maria Pereira de Souza*

Capa

*Paula Cristina Rodrigues Franco*

Projeto gráfico

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Paula Cristina Rodrigues Franco*

*Leandro Sousa Fazio*

Fotos de capa

*Waldir Aparecido Marouelli*

(Foto superior)

*Marcos Renato de Andrade Simões Esteves*

(Foto inferior)

Fotos de orelha de capa

*Waldir Aparecido Marouelli*

*Washington Luiz de Carvalho e Silva*

*Henoque Ribeiro da Silva*

*Paula Fernandes Rodrigues*

#### **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

---

Marouelli, Waldir Aparecido.

Irrigação por aspersão em hortaliças : qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo / Waldir Aparecido Marouelli, Henoque Ribeiro da Silva, Washington Luiz de Carvalho e Silva. – 4 ed. rev. atual. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.

200 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-648-2

1. Hortaliças. 2. Manejo de água. 3. Relação solo-planta. 4. Relação água-planta. 5. Clima. I. Silva, Henoque Ribeiro da. II. Silva, Washington Luiz de Carvalho e. III. Embrapa Hortaliças. IV. Título.

CDD 635.87

© Embrapa, 2017

# Autores

**Waldir Aparecido Marouelli**

Engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola e de Biosistemas, pesquisador da Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF

**Henoque Ribeiro da Silva**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia de Irrigação, pesquisador da Embrapa Sede, Brasília, DF

**Washington Luiz de Carvalho e Silva**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia de Irrigação, pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF



*A água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e com participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.*

*"Lei das Águas" (BRASIL, 1997).*



*Os autores dedicam esta obra a  
suas esposas, filhos e netos.*



Os autores agradecem a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que as quatro edições desta obra tornassem realidade, especialmente aos Drs. Carlos A. Lopes, Nozomu Makishima e Nuno R. Madeira pelas sugestões apresentadas.



# Apresentação

A irrigação é uma prática de grande importância para o sucesso da produção de hortaliças, mesmo em regiões sujeitas a períodos de estiagem relativamente curtos. Apesar de sensíveis ao déficit hídrico, as hortaliças não toleram condições de excesso de água. A produtividade e a qualidade podem ser seriamente prejudicadas.

Diferentemente do que muitos possam acreditar e do que é normalmente praticado, questões sobre quando e quanto irrigar não são de simples respostas. Nesse aspecto, a Embrapa Hortaliças tem desenvolvido e adaptado, desde sua criação, tecnologias relacionadas ao manejo de irrigação para as principais hortaliças produzidas no País.

Mesmo havendo várias tecnologias de manejo disponíveis, a grande maioria dos produtores irriga suas lavouras de forma inadequada, geralmente em excesso. O baixo índice de adoção de estratégias apropriadas de manejo deve-se, principalmente, aos produtores acreditarem que elas são caras, complexas, trabalhosas e que não proporcionam ganhos compensadores. Visando mudar esse cenário, sobretudo em momento de agravamento de crise hídrica, é fundamental disponibilizar tecnologias simplificadas e que possam ser efetivamente usadas em nível de propriedade.

Entre os sistemas de irrigação, os por aspersão são, destacadamente, os mais utilizados na produção de hortaliças. Independente do sistema utilizado, esse deve ser corretamente instalado e ter manutenção adequada para que aplique água de maneira uniforme na lavoura. Nesse contexto, são apresentadas recomendações, de ordem prática, para a escolha e o espaçamento de aspersores e para a avaliação do desempenho de sistemas por aspersão convencional.

Tendo a praticidade como foco, os autores apresentam um método simplificado de manejo de irrigação baseado apenas no uso de tabelas. O método permite determinar, de forma rápida e simples, o intervalo entre regas e a quantidade de água por irrigação durante cada fase de desenvolvimento da hortaliça a ser irrigada. Um novo tópico foi incluído à publicação visando estender o uso do método para cultivos realizados em solos com cobertura de palhada.

Nesta 4ª edição, totalmente revista, atualizada e ampliada, são disponibilizadas informações para o manejo simplificado de irrigação de 58 hortaliças. Para aqueles que demandem irrigar suas hortaliças de forma mais criteriosa, o livro traz ainda, em tópico específico, indicadores para manejo em tempo real das mesmas hortaliças.

Adotadas de forma adequada, as recomendações encontradas nesta publicação contribuirão para uma maior sustentabilidade e competitividade das principais cadeias produtivas de hortaliças, com impacto direto na redução do uso de água e de energia na irrigação, no aumento de produtividade e na maior lucratividade do produtor.

Boa leitura!

*Jairo Vidal Vieira*  
Chefe-Geral da Embrapa Hortaliças

# Prefácio

O livro *Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo*, lançado em 2001, chega a sua 4ª edição. É resultado da longa experiência dos autores e dos inúmeros trabalhos de pesquisa desenvolvidos na Embrapa Hortaliças. Nesta 4ª edição, são apresentadas informações revistas e atualizadas para o manejo de irrigação por aspersão de 58 hortaliças, 18 a mais que na edição anterior.

O propósito de lançar, em 2001, um livro com conteúdo prático e dirigido a produtores e técnicos ligados à produção de hortaliças deveu-se, principalmente, às seguintes premissas: a) hortaliças são, em geral, sensíveis tanto à falta, quanto ao excesso de água; b) irrigações são comumente realizadas de forma inadequada, geralmente em excesso; c) irrigações em excesso, além de gerar desperdício de água e prejuízos à produção, favorecem maior ocorrência de doenças, lixiviação de nutrientes, maior uso de energia e danos ambientais; d) baixo índice de adoção de tecnologias de manejo de irrigação – os produtores acreditarem que elas são caras, complexas e trabalhosas; e) dificuldade na transferência e adoção de tecnologias sofisticadas com enfoque em manejo de irrigação; e f) limitação de publicações com conteúdo simplificado e contendo recomendações de irrigação para diversas espécies de hortaliças. O enfoque na irrigação por

aspersão foi considerado por englobar os sistemas mais usados na produção de hortaliças.

O método de manejo apresentado nos tópicos Manejo prático de irrigação, Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura e Paralisação das irrigações permite que o próprio usuário estabeleça, de forma antecipada, prática e simples, quando e quanto irrigar suas lavouras, sem a necessidade de equipamentos ou cálculos complexos; isso, utilizando tabelas que fornecem frequências e lâminas de irrigação para as diferentes fases da hortaliça a ser irrigada. E, nesta 4ª edição, as tabelas de demanda hídrica das hortaliças foram recalculadas utilizando método mais preciso.

Os tópicos sobre Qualidade da água para irrigação, Relação solo-água-planta-clima, Sistemas de irrigação por aspersão e Associação da irrigação com doenças e insetos-praga trazem informações relevantes e de ordem prática. Apesar de não ser requerida para o estabelecimento do manejo prático, a leitura desses tópicos é recomendada para um melhor entendimento dos processos necessários para se realizar uma boa irrigação. Dois novos tópicos – Manejo de irrigação em solos com cobertura de palhada e Irrigação para proteção contra geada foram incluídos nesta 4ª edição.

Finalmente, deve-se destacar que o método de manejo proposto não é indicado para aqueles que já manejam a irrigação de forma adequada, usando, por exemplo, sensores de água no solo e/ou estações climatológicas. Para tais produtores, são apresentadas, no tópico Considerações sobre Manejo de irrigação em tempo real, informações atuais sobre tensão-limite de água no solo, coeficiente de cultura e fator de reposição de água ao solo para as hortaliças consideradas nos demais tópicos.

*Waldir Aparecido Marouelli*

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	19
<b>Qualidade da água para irrigação</b> .....	21
Aspectos físicos.....	22
Aspectos químicos.....	22
Aspectos sanitários.....	24
<b>Relação solo-água-planta-clima</b> .....	27
Disponibilidade de água no solo .....	27
Necessidade de água das plantas.....	30
<b>Sistemas de irrigação por aspersão</b> .....	33
Sistemas convencionais.....	35
Sistema autopropelido .....	39
Sistema pivô central.....	41
Eficiência de irrigação.....	43
<b>Sistemas por aspersão convencional</b> .....	45
Escolha do aspersor.....	46
Pressão de serviço do aspersor .....	48
Vazão do aspersor.....	49
Raio de alcance do aspersor .....	50
Espaçamento entre aspersores.....	51

Intensidade de aplicação de água .....	52
Varição de pressão ao longo da linha lateral.....	53
Cuidados e manutenção de sistemas de irrigação .....	56
<b>Manejo prático de irrigação</b> .....	59
Fases da cultura.....	61
Evapotranspiração da cultura .....	63
Tipo de solo .....	90
Profundidade efetiva do sistema radicular .....	90
Turno de rega.....	92
Lâmina de água real necessária .....	98
Eficiência de irrigação.....	100
Lâmina de água total necessária.....	101
Tempo de irrigação .....	102
Adequação do tempo de irrigação .....	103
Prorrogação da irrigação em decorrência de chuvas.....	104
Períodos críticos da cultura .....	105
<b>Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura</b> .....	107
Primeira e segunda irrigações.....	108
Irrigações subseqüentes.....	109
<b>Manejo de irrigação na fase de produção de mudas</b> .....	115
Irrigação de sementeiras e copinhos .....	116
Irrigação de bandejas .....	118
<b>Paralisação das irrigações</b> .....	119
<b>Manejo de irrigação em solos com cobertura de palhada</b> .....	123
<b>Considerações sobre manejo de irrigação em tempo real</b> .....	129
<b>Associação da irrigação com doenças e insetos-praga</b> .....	137
<b>Irrigação para proteção contra geada</b> .....	145
<b>Referências</b> .....	151
<b>Literatura recomendada</b> .....	157
<b>Anexos</b> .....	161
Anexo 1 – Normais climatológicas: Temperatura do ar.....	161
Anexo 2 – Normais climatológicas: Umidade relativa do ar....	167
<b>Glossário</b> .....	173
<b>Índice</b> .....	189

# Introdução

Os sistemas de irrigação por aspersão são destacadamente os mais usados no cultivo de hortaliças, pois são aqueles que melhor se adaptam às diferentes condições de produção, tais como tipo de solo, topografia, características agronômicas da maioria das hortaliças e aspectos econômicos. Sistemas de irrigação por sulco e por gotejamento, no entanto, podem ser técnica e economicamente mais viáveis para condições específicas.

Embora a irrigação seja uma das práticas agrícolas mais importantes para a olericultura, seu sucesso depende do sistema de irrigação ser dimensionado e manejado adequadamente e da água usada ser de qualidade satisfatória, em suas características químicas, físicas e sanitárias. O sistema deve possibilitar que a água seja aplicada uniformemente sobre o solo e as plantas, no momento oportuno e na quantidade adequada.

Essencialmente, manejo da água de irrigação significa definir quando e quanto irrigar, tendo como objetivo viabilizar a produção, incrementar a produtividade e melhorar a qualidade das hortaliças, além de maximizar a eficiência do uso de água e energia e de minimizar a ocorrência de doenças e insetos-praga e impactos ambientais.

Em termos práticos, o solo pode ser considerado como um reservatório e a planta como um usuário de água. A disponibilidade total de água

no solo para as plantas depende de suas características físicas e da profundidade efetiva das raízes da planta. A magnitude com que as plantas usam a água do solo, chamada de evapotranspiração da cultura (*ETc*), varia, principalmente, conforme a espécie cultivada, o clima e a fase de desenvolvimento de plantas.

As irrigações devem ser realizadas antes que a deficiência de água no solo possa comprometer as atividades fisiológicas e metabólicas das plantas e causar decréscimo da produção. A quantidade de água a ser aplicada por irrigação deve ser a necessária para repor a água evapotranspirada pelas plantas desde a última irrigação, subtraindo-se a chuva ocorrida no período. Irrigação em excesso, além de provocar maior uso dos recursos água e energia, favorece a ocorrência de doenças e provoca a lixiviação de nutrientes, principalmente do nitrogênio. Além disso, a água drenada abaixo das raízes das plantas pode carregar agroquímicos, os quais podem contaminar o lençol freático e outras fontes de água.

Vários são os métodos disponíveis para o manejo racional de irrigação. Os mais precisos requerem avaliação, em tempo real, da água disponível no solo e/ou do cálculo da *ETc*, além de pessoal qualificado. Por acreditar que os métodos existentes são caros e complexos, a grande maioria dos produtores opta por irrigar apenas com base no senso comum, por meio de práticas inadequadas de manejo. Como resultado, ocorrem reduções de produtividade e de qualidade das hortaliças, pois as plantas são frequentemente submetidas a condições de excesso ou falta de água. Existem, no entanto, métodos simples e de baixo custo que podem ser aplicados, com vantagens, por pequenos e médios produtores ou por aqueles com pouca experiência em irrigação.

Este livro é destinado a produtores e técnicos ligados à área de produção de hortaliças irrigadas por aspersão. Tem por objetivo apresentar aspectos relevantes da qualidade da água e dos sistemas de irrigação por aspersão para hortaliças e uma metodologia que permita ao usuário manejar a irrigação de forma prática, simples e com precisão aceitável, sem a necessidade de recorrer a equipamentos e cálculos complicados, de conhecimento técnico específico ou de esforço elevado.

# Qualidade da água para irrigação

A água na natureza contém impurezas em suspensão ou dissolvidas que podem dificultar ou até mesmo inviabilizar seu uso para fins de irrigação. Dissolvido na água, podem ser encontrados gases, sais, metais pesados e agrotóxicos. Impurezas em suspensão podem ter origem mineral, como areia, silte e argila, ou orgânica, como matéria morta e viva. A matéria morta pode ter origem vegetal, como folhas, galhos e outros detritos vegetais, ou origem animal. Como matéria viva, podem estar presentes na água bactérias, vírus, protozoários, entre outros organismos.

A qualidade da água para os diversos fins pode ser avaliada com base nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas ou sanitárias. A seguir, são abordados aspectos gerais sobre problemas potenciais relacionados à qualidade da água para fins de uso na irrigação. Soluções para tais problemas podem ser encontradas em publicações específicas, como em Almeida (2010), Batista et al. (2002), Hoffman e Shalhevet (2007) e Marouelli et al. (2014a).

# Aspectos físicos

As características físicas da água incluem a natureza dos sólidos em suspensão e as substâncias dissolvidas. Partículas em suspensão podem restringir o uso da água para irrigação, requerendo tratamento para sua utilização.

O funcionamento de aspersores é prejudicado por águas ricas em detritos, algas ou material orgânico em suspensão. Tubulações e, principalmente, bombas hidráulicas podem ter vida útil reduzida quando a água apresentar quantidades excessivas de material mineral e vegetal em suspensão. Esses materiais, em especial a areia, atuam de forma abrasiva, danificando as partes internas dos equipamentos de irrigação, tais como bombas, tubulações e aspersores.

As águas turvas, por conta da grande quantidade de silte e argila em suspensão, podem ser impróprias para a irrigação de hortaliças, principalmente aquelas que são consumidas cruas, como as folhosas (alface, cebolinha, espinafre, etc.) e as do tipo fruto (pepino, pimentão, tomate, etc.), por depositarem resíduos sobre as partes comestíveis, prejudicando a aparência externa e a cotação do produto.

Quando as características físicas da água forem suficientes para prejudicar o funcionamento de aspersores ou a qualidade das hortaliças, deve-se usar outra fonte de água ou fazer o seu tratamento. Folhas e detritos vegetais podem ser facilmente retirados na própria captação, com o uso de telas. Areia pode ser eliminada pelo uso de filtros do tipo ciclone ou de tanques de sedimentação. Filtros de areia, disco ou tela podem ser utilizados para a remoção de partículas menores em sistemas por microaspersão. Partículas de silte e de argila também podem ser parcialmente eliminadas por sedimentação, mas isso demanda que a água permaneça vários dias em repouso antes de ser utilizada.

# Aspectos químicos

A concentração de sais dissolvidos na água de irrigação não é, geralmente, suficiente para prejudicar a produção das principais hortaliças. Os danos são devidos, quase sempre, aos sais que vão acumulando no solo e salinizando-o pouco a pouco. No Brasil, os problemas de qualidade química de água são mais comuns na região Semiárida, onde a irrigação é muitas vezes realizada com águas salinas e a precipitação pluvial é insuficiente

para a lixiviação dos sais solúveis que se acumulam no solo. Em regiões áridas e semiáridas, o próprio solo já pode apresentar problemas naturais de salinidade.

Hortalças sensíveis à salinidade, como alface, cebola e cenoura, podem ter o desenvolvimento, a produção e a qualidade prejudicados, mesmo quando irrigadas com águas contendo baixas concentrações de sais (Tabela 1). De modo geral, a germinação de sementes é o período mais sensível à salinidade.

**Tabela 1.** Tolerância relativa à salinidade de diferentes hortaliças.

Sensível (0,5–1,0 dS m <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	Sensibilidade moderada (1,0–2,0 dS m <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	Tolerância moderada (2,0–3,0 dS m <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	Tolerante (3,0–4,0 dS m <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>
Alface	Abóbora	Abobrinha	Aspargo
Cebola	Aipo (salsão)	Alcachofra	
Cenoura	Alho	Beterraba	
Ervilha	Batata	Feijão-caupi	
Ervilha-torta	Batata-doce	Soja-verde	
Morango	Berinjela		
Nabo	Brócolos		
Quiabo	Couve		
Vagem	Couve-flor		
	Espinafre		
	Nabo		
	Melancia		
	Melão		
	Milho-doce		
	Milho-verde		
	Pepino		
	Pimenta		
	Pimentão		
	Rabanete		
	Repolho		
	Tomate		

<sup>(1)</sup> Condutividade elétrica da água de irrigação.

Fonte: adaptado de Ayers e Westcot (1991) e Francois e Maas (1999).

Entre as principais medidas de controle para prevenir ou minimizar problemas de salinidade, destacam-se a lixiviação de sais, a adoção de práticas culturais que aumentem a infiltração e reduzam a evaporação de água do solo, o manejo adequado de irrigação e a escolha de hortaliças menos sensíveis a níveis mais elevados de salinidade.

O sódio, por sua vez, quando em excesso na água, pode interagir com o solo e reduzir tanto sua permeabilidade como a infiltração de água e a troca de gases no solo, prejudicando, assim, o desenvolvimento de plantas. As medidas preventivas ou corretivas, relativas aos problemas de permeabilidade do solo, resumem-se na aplicação de corretivos ao solo e à água, como gesso, e ao uso de práticas para romper a crosta superficial do solo e propiciar melhor infiltração de água, tais como escarificação, aração profunda e uso de resíduos orgânicos.

As hortaliças folhosas e as do tipo fruto não devem ser irrigadas por aspersão com água com teores elevados de carbonatos e bicarbonatos, pois a deposição superficial de resíduos prejudica a aparência de folhas e frutos. Os carbonatos e bicarbonatos também podem acumular-se nos bocais dos aspersores, reduzindo gradativamente o diâmetro e a vazão dos aspersores.

As águas utilizadas para irrigação podem ainda estar contaminadas por agrotóxicos e metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio, que podem causar problemas de fitotoxicidade às plantas e, ao serem absorvidas por elas, podem, ademais, causar problemas de saúde no consumidor final.

## Aspectos sanitários

As águas superficiais utilizadas na irrigação de hortaliças, principalmente nos cinturões verdes dos grandes centros urbanos, apresentam-se, algumas vezes, contaminadas por organismos patogênicos. As hortaliças, em especial aquelas consumidas cruas, quando irrigadas com tais águas, podem servir de veículo para a transmissão de várias doenças aos consumidores, tais como diarreia, amebíase, giardíase, febre tifoide e cólera. Assim, do ponto de vista de saúde pública e do próprio irrigante, é extremamente importante analisar e se ter o controle sanitário das águas utilizadas para a irrigação de hortaliças.

Os limites de contaminação da água para fins de irrigação estão regulamentados pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), que estabelece a classificação das águas

segundo seus usos predominantes (Tabela 2). Dependendo do grau de contaminação, do tipo de hortaliça, do sistema de cultivo e da forma de colheita, água com níveis moderados de poluição poderia vir a ser utilizada. Por exemplo, a irrigação por aspersão com água contaminada além dos limites normais poderia ser utilizada, sem maiores riscos, no início do ciclo de desenvolvimento de algumas hortaliças produtoras de grãos, como ervilha e lentilha, e para a produção de sementes.

**Tabela 2.** Possibilidade de uso de água para fins de irrigação de acordo com o índice de contaminação por coliformes.

Hortaliça	Coliformes termo-tolerantes <sup>(1)</sup> (UFC/100 mL) <sup>(2)</sup>
Abobrinha, acelga, agrião, aipo (salsão), alcachofra, alface, alho-porro, almeirão, aspargo, beterraba, brócolos, cebolinha, cenoura, chicória, coentro, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, ervilha-torta, espinafre, melancia, melão, morango, mostarda, nabo, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, rabanete, repolho, rúcula, salsinha, tomate de mesa	200
Alho, abóbora, batata, batata-doce, berinjela, cebola, chuchu, ervilha-verde, feijão-caupi-verde, jiló, inhame (cará), mandioca, mandioquinha-salsa, maxixe, milho-doce, milho-verde, soja-verde, taro ( <i>Colocasia</i> ), tomate industrial, vagem	1.000
Ervilha-seca, grão-de-bico, lentilha	4.000

<sup>(1)</sup> *Escherichia coli* poderá ser determinada em substituição a coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

<sup>(2)</sup> Unidades formadoras de colônias (UFC) de coliformes por 100 mL de água em, no máximo 80%, seis amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral entre amostras.

Fonte: adaptado de Brasil (2005).

O tratamento sanitário de água para fins de irrigação é um processo dispendioso que, em geral, não é usado pelos agricultores. Entre os tipos de tratamento disponíveis, a cloração é uma alternativa relativamente simples, embora de custo elevado, que pode reduzir sensivelmente a pressão infectante de patógenos na água. Ainda que pouquíssimo empregado para fins de irrigação, o uso de lagoas de sedimentação e de oxidação é uma opção para o tratamento de grandes volumes de água.

A água pode ainda estar contaminada por organismos fitopatogênicos e transmitir uma série de doenças às plantas, como a murcha-bacteriana em batata e tomate. O escoamento superficial da água de chuva ou de irrigação proveniente de uma lavoura infectada por organismos patogênicos para dentro de uma fonte de água utilizada para irrigação é, sem dúvidas, um importante fator na disseminação de algumas doenças em hortaliças. Por conseguinte, o conhecimento da origem e da qualidade da água é essencial para minimizar tais riscos.



# Relação solo-água-planta-clima

O solo, além de servir de sustentação física, atua como um reservatório, de capacidade limitada, de nutrientes e de água para as plantas. Uma vez cheio, por meio de chuva ou irrigação, a água, retida no reservatório, começa gradualmente a ser consumida por meio da transpiração das plantas e da evaporação do solo. Quando a quantidade de água no solo atinge um nível crítico de segurança, abaixo do qual o rendimento das plantas diminui rapidamente, a água deve ser reaplicada para restabelecer a capacidade do reservatório.

A capacidade de retenção de água pelo solo e a taxa de consumo de água pelas plantas são dependentes de parâmetros relacionados tanto ao próprio solo, quanto às plantas e ao clima.

## Disponibilidade de água no solo

O tamanho e a natureza das partículas minerais, bem como o arranjo dos elementos estruturais, constituindo a porosidade ou espaços vazios, e o teor de matéria orgânica dão ao solo características próprias de

armazenamento de água. Em termos gerais, a textura é o atributo mais intimamente relacionado à capacidade de retenção de água, podendo-se dizer, de modo geral, que solos de textura arenosa apresentam menor capacidade de retenção de água do que solos argilosos.

Há casos em que a estrutura do solo é tão ou mais importante que a textura. Em solos compactados, por exemplo, ocorre um decréscimo significativo da infiltração e da capacidade de retenção de água em função da redução da porosidade total do solo. Solos com elevada estabilidade estrutural, por outro lado, também podem apresentar menor capacidade de retenção de água em razão da formação de agregados maiores.

Quanto à capacidade de retenção de água, sabe-se que nem toda a água retida pelo solo fica disponível para as plantas. Para sua quantificação, parâmetros como a capacidade de campo, o ponto de murcha permanente e/ou a umidade de irrigação são requeridos e precisam ser definidos para cada tipo de solo.

A capacidade de campo representa a quantidade de água retida pelo solo – resultante das forças matriciais e capilares – depois que o excesso é drenado livremente pela ação da gravidade. Muito embora esse parâmetro possa ser avaliado diretamente no campo, sua determinação tem sido usualmente realizada em laboratório. Valores de umidade do solo na capacidade de campo, em solos submetidos à drenagem em condições de campo, estão geralmente associados às tensões matriciais de água da ordem de 6 kPa para solos de textura grossa e 10 kPa para solos de textura fina. Próximo à capacidade de campo, os macroporos do solo já contêm suficientes quantidades de ar para suprir o oxigênio necessário para a respiração e o crescimento de raízes; a manutenção prolongada de teores de água no solo acima da capacidade de campo reduz o nível de oxigênio essencial para o desenvolvimento da grande maioria das hortaliças.

O conceito de ponto de murcha permanente representa o limite mínimo de umidade no solo, abaixo do qual uma planta em crescimento ativo demonstra perda da turgescência das folhas, a qual não se recupera mesmo quando colocada em atmosfera saturada. Embora o ponto de murcha permanente possa variar com as diferentes espécies de plantas, fase de desenvolvimento, tipo de solo e condições climáticas, é comumente aceito como a umidade do solo correspondente à tensão matricial de 1.500 kPa, independentemente da espécie e das condições ambientais, e, portanto, estimado indiretamente em laboratório.

A água total disponível para as plantas que pode ser armazenada pelo solo é aquela entre a capacidade de campo e o ponto de murcha

permanente. Assim, a lâmina de água total disponível na camada de solo correspondente à profundidade explorada pelo sistema radicular da cultura é calculada pela seguinte expressão:

$$LTD = \frac{CC - PMP}{10} \times Dg \times Z \quad (1)$$

em que

*LTD* = lâmina de água total disponível no solo para as plantas (mm).

*CC* = capacidade de campo (% de massa seca).

*PMP* = ponto de murcha permanente (% de massa seca).

*Dg* = densidade global do solo (g cm<sup>-3</sup>).

*Z* = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (cm).

Para a grande maioria das plantas, no entanto, não é recomendável deixar o reservatório do solo se esvaziar até atingir o ponto de murcha permanente. Existe para cada espécie cultivada um valor limite de umidade abaixo do qual a produtividade é seriamente afetada. A umidade-limite do solo para a qual se deve promover a irrigação de uma determinada hortaliça é obtida experimentalmente e está associada à "força" com que a água é retida pela matriz do solo, sendo, portanto, dependente do tipo de solo, entre outros fatores de menor significância. Uma vez conhecido o valor da umidade-limite, torna-se fácil determinar a lâmina de água no solo facilmente disponível às plantas por meio da seguinte equação:

$$LRD = \frac{CC - UI}{10} \times Dg \times Z \quad (2)$$

em que

*LRD* = lâmina de água real disponível no solo para as plantas (mm).

*CC* = capacidade de campo (% de massa seca).

*UI* = umidade-limite de irrigação (% de massa seca).

*Dg* = densidade global do solo (g cm<sup>-3</sup>).

*Z* = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (cm).

A densidade global do solo é dada pela relação entre a massa do solo seco (105 °C a 110 °C) e o volume total da amostra, incluindo o espaço poroso. Permite estimar o grau de compactação de um solo e transformar as percentagens de umidade gravimétrica do solo em termos de umidade volumétrica e, dessa forma, determinar a lâmina de água no solo. Os métodos do cilindro e da proveta são os mais utilizados para a determinação da densidade global. O método do cilindro possibilita resultados mais confiáveis, sendo considerado padrão para fins de irrigação. O método da proveta propicia resultados confiáveis para solos arenosos ou desestruturados, sendo especialmente indicado para solos muito arenosos, dadas às dificuldades de amostragem do solo usando o método do cilindro.

Solos compactados, além de apresentarem menor capacidade de retenção de água, oferecem grande resistência ao desenvolvimento radicular, aumentam os riscos de escoamento superficial de água e podem provocar a formação de um lençol freático temporário, resultando em problemas de aeração para as plantas. Assim, é necessário um manejo de solo que vise destruir camadas compactadas, bem como evitar que estas se formem durante seu preparo.

Em irrigação, normalmente não se considera todo o perfil do solo explorado pelo sistema radicular das plantas, mas apenas a profundidade efetiva, ou seja, a profundidade do solo que contém cerca de 80% do sistema radicular. A determinação da profundidade efetiva em condições de campo é recomendada para fins de manejo de irrigação. Valores superestimados resultam na aplicação de lâminas de água e na adoção de turnos de rega maiores que os recomendados, com consequências indesejadas. Entretanto, valores subestimados resultam em irrigações mais frequentes e com lâminas menores, que favorecem menor crescimento do sistema radicular e demandam maior uso de mão de obra para se irrigar.

## Necessidade de água das plantas

Praticamente toda a água usada pelas plantas para suprir suas necessidades fisiológicas e metabólicas é obtida do solo, em sua forma líquida, por meio das raízes. Isso ocorre em virtude do gradiente de energia gerado pelo processo de transpiração, em que a água se move do solo (maior potencial) para a atmosfera (menos potencial), após ser transportada, via xilema, das raízes até as folhas. Durante o processo

da transpiração, a planta absorve água e nutrientes essenciais do solo. Da água absorvida, a planta retém cerca de 1%, sendo o restante transferido para a atmosfera, em forma de vapor, pela transpiração.

A água também se perde diretamente para a atmosfera por meio da evaporação do solo e da superfície vegetal molhada. A esse processo de "perda" conjunta de água do solo e da planta para a atmosfera dá-se o nome de evapotranspiração. A taxa de evapotranspiração depende da espécie vegetal, da fase de desenvolvimento da planta, do tipo de solo e, principalmente, das condições climáticas predominantes. Entre os fatores climáticos que influenciam o processo de evapotranspiração, destacam-se: radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Existem diversos métodos de se avaliar a evapotranspiração de uma cultura e podem ser enquadrados em duas categorias: diretos e indiretos. Nos métodos diretos, a  $ET_c$  é determinada realizando-se um balanço de água. O balanço pode ser feito em nível de bacia hidrográfica, parcela experimental ou utilizando-se de lisímetros. Os lisímetros, que utilizam de uma balança para detectar a água evapotranspirada, são os de maior precisão.

Em razão das dificuldades para a medição direta e precisa da  $ET_c$  em nível de campo, os métodos indiretos, baseados em dados climáticos, são utilizados para fins de manejo de irrigação. Métodos indiretos fornecem o que chamamos de evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), sendo a  $ET_c$  de interesse obtida por:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (3)$$

em que

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

$K_c$  = coeficiente de cultura (adimensional).

$ET_o$  = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

Várias equações, empíricas em sua grande maioria, têm sido desenvolvidas para estimativa de  $ET_o$  para períodos de uma hora, um dia, uma semana ou um mês. As equações mais simples requerem dados de temperatura média do ar, como a de Blaney-Criddle, enquanto as mais complexas e precisas, como a de Penman-Monteith, requerem informações de radiação solar, temperatura, umidade relativa e vento. Evaporímetros, como o tanque de evaporação do tipo classe A, também têm sido empregados para a determinação de  $ET_o$ . Uma ampla lista de

equações podem ser encontradas em Cunha et al. (2013), Fernandes et al. (2010) e Stone e Silveira (1995).

Os coeficientes de cultura são determinados empiricamente, a partir da medição direta da *ETc* em condições de campo, considerando as necessidades hídricas de cada espécie vegetal, nas suas diversas fases de desenvolvimento. Sempre que possível, os coeficientes devem ser determinados para condições de solo e clima específicas.

Teoricamente, a *ETc* é máxima quando a umidade do solo é mantida próxima à capacidade de campo. À medida que o solo seca, há uma redução das perdas de água por evaporação. Quanto à transpiração das plantas, essa geralmente permanece próxima ao seu nível máximo na faixa entre a capacidade de campo e a umidade-limite de irrigação, reduzindo-se a partir do momento em que o solo seca abaixo desse limite, até atingir o ponto de murcha permanente.

# Sistemas de irrigação por aspersão

Da área total de hortaliças irrigadas no Brasil, acima de 85% são realizadas por aspersão. Embora seja o método de irrigação mais usado, a aspersão não deve ser considerada como ideal para todas as condições de produção de hortaliças e capaz de atender a todos os interesses envolvidos. Outros métodos usados na produção de hortaliças são o de irrigação localizada, com destaque para o sistema por gotejamento, e o de irrigação por superfície, com destaque para o sistema por sulco.

O método de irrigação por aspersão engloba diferentes sistemas, cada qual apresentando características próprias, com vantagens e desvantagens específicas. Entre os mais usados, destacam-se os sistemas convencional (portátil, semiportátil e fixo), o autopropelido e o pivô central.

A escolha do sistema e, conseqüentemente, do método de irrigação deve ser baseada numa análise de viabilidade técnica e econômica para cada situação específica. Procedimentos para a seleção de sistemas de irrigação para hortaliças, baseados em critérios técnicos e econômicos, são apresentados em Marouelli e Silva (2011).

Características dos principais sistemas por aspersão, relacionadas a custos, uso de energia e mão de obra requerida, são listadas na Tabela 3. As vantagens e as desvantagens de cada sistema devem ser consideradas, de modo que a melhor escolha possibilite o sucesso do empreendimento. No entanto, o sucesso não depende somente da escolha criteriosa do sistema, mas também do dimensionamento hidráulico e agrônômico, da operação e da manutenção adequados do sistema, assim como do manejo apropriado da água de irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura.

**Tabela 3.** Valores típicos de eficiência da irrigação, custos de aquisição/implantação, uso de energia e uso de mão de obra requerida para diferentes sistemas de irrigação por aspersão.

Sistema	Eficiência (%)	Custo <sup>(1)</sup> (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Energia <sup>(2)</sup> (kWh mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )	Mão de obra <sup>(3)</sup> (h ha <sup>-1</sup> por irrig.)
Convencional portátil	50–75	2.000–4.000	3,0–6,0	1,5–3,5
Convencional semiportátil	65–80	3.000–6.000	3,0–6,0	0,7–2,5
Convencional fixo	75–90	5.000–12.000	3,0–6,0	0,2–0,5
Autopropelido	70–85	4.000–6.000	6,0–9,0	0,5–1,0
Pivô central	75–90	4.500–9.000	2,0–6,0	0,1–0,7

<sup>(1)</sup> Depende da qualidade do equipamento, tamanho da área, entre outros.

<sup>(2)</sup> Para altura de recalque de 0 a 50 m. Para estimar gasto de diesel (L mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), dividir kWh mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> por 3,2.

<sup>(3)</sup> Depende do projeto, eficiência gerencial, qualidade de mão de obra, etc.

Fonte: adaptado de Marouelli e Silva (2011).

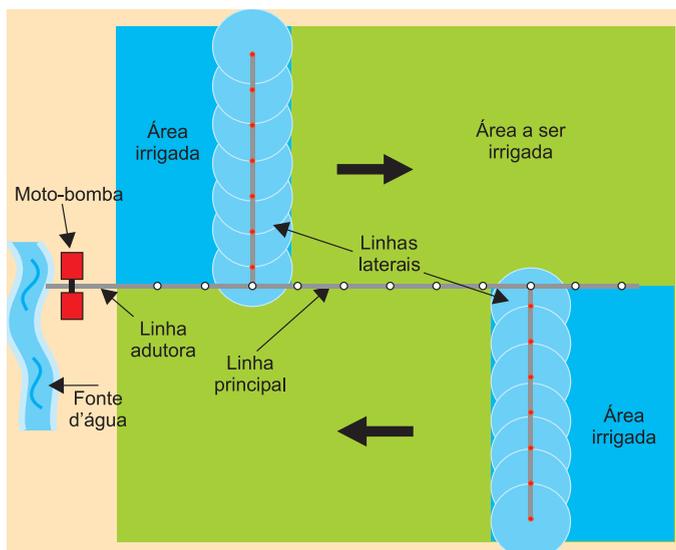
A aspersão se adapta bem em qualquer tipo de solo e mesmo a terrenos de topografia declivosa, mas pode ser afetada pelos fatores climáticos. Enquanto a uniformidade de distribuição de água sofre interferência do vento, condições de clima quente e seco favorecem maior perda de água por evaporação.

Por molhar a folhagem e remover produtos aplicados às folhas para a proteção da planta, a aspersão favorece maior ocorrência de doenças de parte aérea, sobretudo em condições de clima quente e úmido. Assim, sistemas que não molham as plantas, como sulco e gotejamento, são mais indicados para hortaliças mais susceptíveis às doenças de parte aérea, como o tomate de mesa e o pimentão.

A aspersão, em relação ao sistema por sulco, requer menor uso de mão de obra e possibilita melhor distribuição de água sobre o solo; todavia, exige maior investimento. Comparativamente ao gotejamento, a aspersão requer menor investimento e não necessita, em geral, de filtragem e tratamento da água para eliminar problemas de entupimento.

# Sistemas convencionais

Dependendo de como o equipamento é manejado no campo, os sistemas convencionais por aspersão são classificados em portátil, semiportátil e fixo. Os principais componentes dos sistemas são: conjunto motobomba, linha adutora, linha principal, linhas laterais e aspersores (Figura 1). Em virtude dessas características, podem irrigar áreas de diferentes formatos.



**Figura 1.** Esquema de um sistema de irrigação por aspersão convencional semiportátil, com duas laterais móveis.

No sistema portátil, os componentes são deslocados, manualmente, na área a ser irrigada. Seu custo inicial de aquisição é relativamente baixo, mas requer maior quantidade de mão de obra para as mudanças de posição dos componentes. No sistema fixo, nenhum dos componentes do sistema necessita ser movido, o que aumenta o custo de aquisição do sistema, mas reduz expressivamente o uso de mão de obra. No sistema semiportátil, as linhas laterais e os aspersores são movidos manualmente, enquanto seus demais componentes permanecem fixos.

Os sistemas por aspersão convencional são mais usados para a irrigação de hortaliças no Brasil, especialmente em pequenas áreas de produção (Figura 2). Entre os sistemas por aspersão, o convencional é o que melhor se adapta a diferentes condições de solo e, principalmente, de topografia.



**Figura 2.** Sistema de irrigação por aspersão convencional, em lavoura de repolho.

Para hortaliças irrigadas por sistemas convencionais, aspersores rotativos de impacto de tamanho médio, espaçados de 12 m x 12 m, 12 m x 18 m, 18 m x 18 m ou 18 m x 24 m, e operando com pressões de serviço de 200 kPa a 400 kPa, são os mais usados, proporcionando precipitação bruta de 10 mm h<sup>-1</sup> a 25 mm h<sup>-1</sup>.

Embora em desuso no cultivo de hortaliças, aspersores de grande porte, do tipo canhão hidráulico, também podem ser usados (Figura 3). Não são recomendados para a irrigação de pequenas áreas de produção e em condições de vento, pois acarretam maior perda de água em razão do grande raio de alcance do jato. Por produzir gotas maiores que aspersores de menor porte, aspersores do tipo canhão também devem ser evitados em solos sujeitos à compactação superficial e em hortaliças sensíveis ao impacto de gotas de água.

Sistemas convencionais por aspersão também englobam aqueles por microaspersão (Figura 4), quando utilizados para irrigar toda a superfície da área, e com mangueiras perfuradas do tipo Santeno® (Figura 5), usados principalmente para pequenas áreas de produção de hortaliças. Microaspersores e mangueiras perfuradas geram gotas de água de pequeno diâmetro, as quais são mais facilmente transportadas pelo vento.



Foto: Waldir Aparecido Marouelli

**Figura 3.** Sistema de irrigação por aspersão convencional com aspersor do tipo canhão, em lavoura de alho.



Foto: Waldir Aparecido Marouelli

**Figura 4.** Sistema de irrigação por aspersão convencional com microaspersores, em lavoura de repolho.

Dependendo do tipo de hortaliça, as plantas podem vir a interceptar os jatos de água, comprometendo a uniformidade de distribuição de água na lavoura, caso os microaspersores ou as mangueiras perfuradas sejam instalados sobre a superfície do solo. Nesse caso, devem-se usar outros tipos de aspersores ou instalar os emissores acima do dossel da cultura.



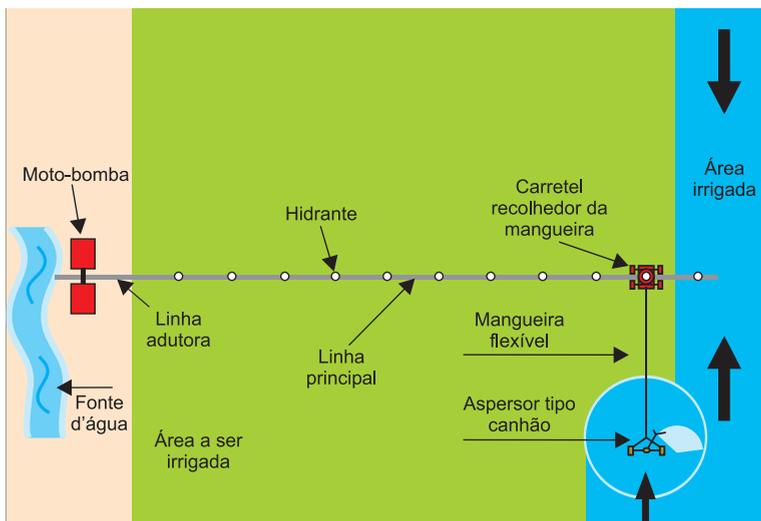
**Figura 5.** Sistema de irrigação por aspersão convencional com mangueiras perfuradas, em lavoura de mandioquinha-salsa.

Diferentemente dos aspersores de pequeno, médio e grande porte, que, em regra, são do tipo rotativo de impacto, o mecanismo de aplicação de água dos microaspersores são do tipo estático (difusor) ou giratório (bailarina, asa giratória, etc.). Em virtude do reduzido raio de molhamento ( $< 6$  m), microaspersores são indicados para a irrigação de hortaliças de porte baixo, como alface, cebola e cenoura, cultivadas em pequenas áreas. Para molhar toda a superfície do terreno com uniformidade aceitável, devem ser espaçados de 2 m a 6 m, dependendo do microaspersor.

No sistema Santeno, a água é distribuída por meio de mangueiras de polietileno perfuradas a raio laser, com orifícios na ordem de 0,3 mm de diâmetro. Para a irrigação de hortaliças, a mangueira recomendada é a Santeno do tipo I, com orifícios espaçados de 15 cm. Para uma pressão de serviço de 80 kPa, o espaçamento entre linhas laterais (mangueiras) normalmente recomendado, em condições de pouco vento, varia de 2,5 m a 3,0 m. O sistema é bastante atrativo para agricultores familiares pela facilidade de uso, baixo custo e menor uso de energia comparado a outros sistemas por aspersão.

# Sistema autopropelido

O autopropelido é um sistema mecanizado que irriga áreas de diferentes formatos e declividades, com baixa exigência de mão de obra. O equipamento é composto de uma tubulação de sucção, um conjunto motobomba, uma linha principal, um carretel enrolador e um carro irrigador, contendo um aspersor do tipo canhão (Figuras 6 e 7) ou uma barra irrigadora (Figura 8).



**Figura 6.** Esquema de um sistema de irrigação por aspersão do tipo autopropelido.



Foto: Carlos Timmermann

**Figura 7.** Sistema de irrigação autopropelido com carretel enrolador e aspersor do tipo canhão, em lavoura de batata.



**Figura 8.** Sistema de irrigação por aspersão autopropelido com barra irrigadora, em lavoura de batata.

O carretel enrolador é formado pelo conjunto motriz e carretel com mangueira de polietileno, montados sobre chassi com duas a seis rodas e acoplamento à barra de tração do trator. O conjunto motriz consiste de uma turbina hidráulica e uma caixa de redução de velocidade, que faz o enrolamento da mangueira no carretel estando o carro irrigador na outra extremidade da mangueira, sendo que a irrigação da faixa ocorre à medida que a mangueira vai sendo enrolada.

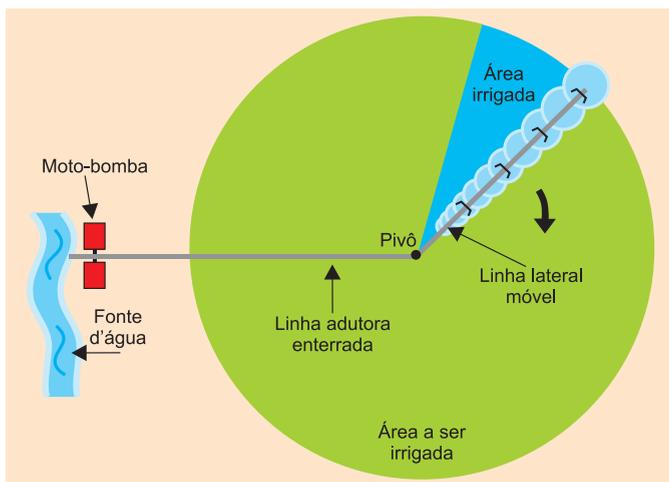
O aspersor, montado sobre duas rodas no carro irrigador, desloca-se a uma velocidade constante pré-estabelecida, em vários modelos por meio de um painel eletrônico computadorizado, irrigando, por vez, uma faixa de até 115 m de largura por até 650 m de comprimento. Após irrigar uma determinada faixa, o conjunto é facilmente deslocado para irrigar faixas adjacentes.

A barra irrigadora pode substituir o aspersor do tipo canhão em áreas de menor declividade, com a vantagem de uma melhor uniformidade de distribuição de água e gotas de menor tamanho. A barra, que pode ter comprimento superior a 50 m, é equipada com aspersores do tipo spray trabalhando com pressão de serviço de 100 kPa a 250 kPa, o que reduz o consumo de energia. Nesse caso, a barra irrigadora é montada sobre um carro com quatro rodas, em que se pode ajustar a altura da barra. O sistema de carretel enrolador é semelhante ao utilizado em autopropelido com aspersor do tipo canhão.

Enquanto as constantes mudanças de tubulações e de aspersores na lavoura, nos sistemas por aspersão convencionais portátil e semiportátil, podem favorecer maior ocorrência de doenças devido ao pisoteio e a injúrias às plantas, isso não ocorre com o uso do autopropelido. Por essas e outras razões, esse tipo de sistema está cada vez mais difundido na irrigação da batata, por exemplo.

## Sistema pivô central

O pivô central é um sistema mecanizado que irriga áreas circulares, operando a uma velocidade constante pré-estabelecida, para aplicar a lâmina de água desejada. Consiste de uma linha lateral de aspersores montada sobre torres com rodas, tendo uma extremidade ancorada no centro da área, por onde a água é fornecida, por meio de uma adutora ou poço profundo, e a outra girando em torno desse ponto (Figura 9). O comprimento da linha lateral varia de 100 m a 600 m, e a movimentação dá-se por meio de motores elétricos posicionados em cada torre.



**Figura 9.** Esquema de um sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central.

O pivô central apresenta como vantagens a necessidade mínima de mão de obra, a alta uniformidade de distribuição de água e o menor uso de energia em relação aos sistemas por aspersão convencional e

autopropelido (Tabela 3). Emissores especiais de baixa pressão (100 kPa a 200 kPa) do tipo spray têm sido largamente usados em sistemas por pivô central pelo menor gasto de energia e por melhor distribuição de água. O custo por unidade de área irrigada do pivô, que é, em geral, maior que dos sistemas portátil, semiportátil e autopropelido, reduz quanto maior for o comprimento da lateral, ou seja, quanto maior a área total irrigada por um mesmo equipamento.

O pivô central apresenta desvantagens como a difícil mobilidade do equipamento de uma área para outra e a dificuldade do manejo da água de irrigação de vários plantios escalonados em um mesmo equipamento. O uso intensivo de uma mesma área, o manejo impróprio do solo e da irrigação e a rotação inadequada de culturas na área irrigada por um mesmo pivô favorecem maior ocorrência e acúmulo de patógenos no solo.

O uso da tecnologia de pivô central rebocável, equipado com dispositivos que possibilitam o deslocamento do equipamento para uma área próxima ao final do ciclo de desenvolvimento da cultura, sem a necessidade de desmontá-lo, permite superar ou minimizar problemas de acúmulo de patógenos no solo. Tal sistema tem sido usado principalmente por produtores da batata, considerando-se a necessidade de rotação de área.

O pivô central é usado principalmente na região do Cerrado para a produção de hortaliças em grande escala, como alho, batata, cebola, cenoura, milho-doce e tomate industrial (Figura 10).

Foto: Dejoel de Barros Lima



**Figura 10.** Sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central, em lavoura de cenoura.

# Eficiência de irrigação

A eficiência de irrigação na aspersão leva em conta a desuniformidade com que a água é distribuída pelo sistema sobre a superfície do solo e das plantas e as perdas de água por evaporação e por arrastamento pelo vento. É, portanto, função da uniformidade de distribuição e da eficiência de aplicação de água pelo sistema. Entre os fatores que afetam a eficiência, destacam: características inerentes ao próprio sistema; qualidade do dimensionamento hidráulico, da operação e da manutenção do sistema; e condições climáticas, principalmente vento e umidade relativa do ar.

Valores aceitáveis de eficiência de irrigação para sistemas convencionais variam de 70% a 80%; para autopropelido de 70% a 80%; e para pivô central de 80% a 90% (Tabela 3). Na prática é comum encontrar sistemas de irrigação operando com eficiência muito abaixo do aceitável. A avaliação do sistema deve ser realizada, no mínimo, a cada 2 anos, enquanto a manutenção preventiva deve ser feita antes de cada safra.

Além de ser um dos principais indicadores para a avaliação de sistemas por aspersão, a eficiência de irrigação é também usada para a determinação da lâmina total de água a ser aplicada por irrigação visando suprir as necessidades hídricas das plantas. Assim, quanto menor a eficiência de irrigação dos sistemas, maior deverá ser a lâmina total de água fornecida a cada irrigação.

Existem, no mercado, empresas especializadas na prestação de serviços para a avaliação da uniformidade de distribuição de água, realização de manutenção e de correções de problemas de sistemas com baixa eficiência de irrigação, sobretudo para sistemas do tipo pivô central.



# Sistemas por aspersão convencional

O dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação, que envolve, entre outros aspectos, a determinação dos diâmetros e dos comprimentos das tubulações e do tipo e da potência da motobomba, deve ser realizado por profissionais especializados, antes da aquisição e da implantação do sistema. Em sistemas mal dimensionados, a irrigação é desuniforme, o que compromete o desenvolvimento de plantas e aumenta o uso de energia e de água.

O sistema, além de apresentar eficiência adequada, deve ser dimensionado para atender à necessidade máxima de água da cultura e às condições físicas e de infraestrutura da propriedade. Para tal, são necessárias informações sobre a área a ser irrigada, a topografia do terreno, o solo, o clima da região, as espécies a serem cultivadas e a disponibilidade de mão de obra, entre outras.

Procedimentos para o dimensionamento de sistemas de irrigação, que podem ser encontrados em Bernardo et al. (2008), por exemplo, envolvem cálculos com algum grau de dificuldade, o que foge do escopo desta publicação.

Muitas vezes, no entanto, o sistema de irrigação, devidamente dimensionado e instalado, sofre modificações ao longo do tempo ou é transferido para áreas com outras características. Outras vezes, o agricultor vai ampliando seu sistema sem a devida orientação técnica, o que pode afetar o desempenho ou até mesmo acarretar falha total do sistema.

A seguir, é apresentada uma série de procedimentos, de ordem prática, que possibilita ao irrigante ou ao técnico responsável avaliar o sistema de irrigação, diretamente no campo. Por meio dessa avaliação, podem-se identificar problemas e soluções, permitindo que o sistema venha a funcionar com eficiência mínima aceitável.

## Escolha do aspersor

A escolha do aspersor é normalmente realizada durante o dimensionamento do sistema de irrigação. Cada fabricante disponibiliza tabelas com as principais características técnicas dos modelos de aspersor que comercializam e que devem ser consideradas durante o processo de seleção.

Além do custo e da qualidade do aspersor, devem ser considerados o raio de alcance, o número e ângulo de inclinação dos bocais e a intensidade de aplicação de água do aspersor, assim como o tamanho da área a ser irrigada.

O primeiro aspecto a ser considerado na escolha do aspersor é o tamanho da área a ser irrigada. Considerando que os aspersores com maior raio de alcance requerem menor uso de mão de obra e possibilitam menor custo de projeto, pode ser adotado o seguinte critério geral: microaspersores (raio de alcance  $< 6$  m) e aspersores de pequeno porte (raio de alcance de 6 m a 12 m) para as áreas pequenas ( $< 2$  ha), aspersores de médio porte (raio de alcance de 12 m a 30 m) para as áreas de tamanho médio (2 ha a 10 ha) e aspersores de grande porte (raio de alcance  $> 30$  m) para as áreas grandes ( $> 10$  ha).

Devem ser preferidos os aspersores com dois bocais, pois proporcionam distribuição mais uniforme do que aqueles com bocal único, além de

sofrerem menor interferência pela ação do vento. Em condições de vento moderado ( $< 2 \text{ m s}^{-1}$ ), devem-se, prioritariamente, utilizar aspersores com ângulo de inclinação do bocal de  $27^\circ$  a  $32^\circ$ , por possibilitarem um maior diâmetro molhado. Para ventos fortes de  $2 \text{ m s}^{-1}$  a  $4 \text{ m s}^{-1}$ , preferir aqueles que produzem jato de  $16^\circ$  a  $26^\circ$ , enquanto, para ventos acima de  $4 \text{ m s}^{-1}$ , seriam desejáveis aspersores com jato menor que  $15^\circ$  ou utilizar outro sistema, como a irrigação localizada ou superficial.

Para ventos acima de  $2 \text{ m s}^{-1}$ , escolher aspersores com grau de pulverização do jato ( $G_d$ ) menor do que 4. Todavia, o impacto causado por gotas de água provenientes de aspersores com  $G_d$  menor do que 3 pode causar danos à maioria das hortaliças. Assim, para hortaliças pouco sensíveis, usar os aspersores com  $G_d$  de 3 a 4, enquanto para aquelas sensíveis, usar  $G_d$  de 4 a 6. O grau de pulverização do jato é computado por (RAPOSO, 1994):

$$G_d = \frac{0,1 \times P_s}{d} \quad (4)$$

em que

$G_d$  = grau de pulverização do jato (adimensional).

$P_s$  = pressão de serviço do aspersor (kPa).

$d$  = diâmetro do maior bocal do aspersor (mm).

O efeito do impacto das gotas de água sobre as plantas pode ocorrer de forma direta, danificando folhas e flores, como em alface e chuchu, arrancando ou desenterrando sementes ou ainda compactando o solo e prejudicando a emergência de plântulas, sobretudo de hortaliças de sementes pequenas e com pouca reserva nutritiva, como de cebola e cenoura.

Outro fator a ser considerado na escolha do aspersor é a intensidade de aplicação de água, a qual deve ser menor que a velocidade de infiltração básica do solo ( $V_{ib}$ ). Sistemas por aspersão com intensidade de aplicação maior que a  $V_{ib}$  podem provocar encharcamento e escoamento superficial de água, ou até mesmo erosão do solo. Não dispondo de dados da  $V_{ib}$  específicos para o solo a ser irrigado, pode-se usar, como guia, os valores apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Texturas de solo e intervalos típicos de velocidade de infiltração básica ( $V_{ib}$ ) para diferentes classes texturais.

Textura	$V_{ib}$ (mm h <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	Classe textural
Grossa	40–150	Arenosa, areia franca e franco arenosa
Média	15–40	Franca, franco siltosa, franco argilo arenosa e siltosa
Fina <sup>(2)</sup>	1–15	Franco argilo siltosa, franco argilosa, argilo arenosa, argilo siltosa, argilosa e muito argilosa

<sup>(1)</sup> Presença de camada compactada reduz substancialmente a  $V_{ib}$  do solo.

<sup>(2)</sup> Muitos solos de textura fina de Cerrado caracterizam-se pela elevada estabilidade estrutural (formação de agregados maiores), devendo ser considerados, para uso dessa tabela, como de textura média.

Fonte: adaptado de Cuenca (1989).

**Exemplo 1:** Determinar o raio de alcance, o grau de pulverização do jato, a inclinação de bocal e a intensidade de aplicação de água visando à seleção de um aspersor que atender às seguintes condições:

Área: 5,0 ha.

Hortaliça: repolho.

Vento máximo: 1,5 m s<sup>-1</sup>.

Solo: textura média.

**Solução do exemplo:** Para áreas de tamanho médio (2 ha a 10 ha), vento moderado (< 2 m s<sup>-1</sup>), hortaliça pouco sensível à pulverização do jato e solo de textura média ( $15 \text{ mm h}^{-1} \leq V_{ib} \leq 40 \text{ mm h}^{-1}$  – Tabela 4) é indicado o uso de aspersores com as seguintes características:

Raio de alcance: 12 m a 30 m.

Grau de pulverização do jato:  $G_d > 3$ .

Inclinação de bocal: 27° a 32°.

Intensidade de aplicação de água:  $\leq 15 \text{ mm h}^{-1}$ .

## Pressão de serviço do aspersor

A pressão de serviço é um parâmetro essencial para o dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação, sendo obtida de catálogos técnicos dos fabricantes. Para aspersores rotativos de impacto, a pressão normalmente recomendada varia de 150 kPa a 700 kPa, sendo de 150 kPa a 250 kPa para os aspersores de pequeno porte, de 200 kPa a 400 kPa para os aspersores de médio porte e de 400 kPa a 700 kPa para os aspersores de grande porte. Para microaspersores, a pressão de serviço varia de 100 kPa a 200 kPa, enquanto para mangueiras

perfuradas do tipo Santeno a pressão recomendada é de 80 kPa ou mesmo inferior.

Pressão de serviço abaixo da recomendação técnica prejudica a uniformidade de distribuição de água e provoca a formação de gotas muito grandes, podendo molestar as plantas e compactar o solo em razão do impacto das gotas. Pressão muito acima da recomendada compromete a vida útil de todo o sistema, acarreta maior consumo de energia e provoca a formação de gotas muito pequenas, favorecendo maior evaporação e deriva pelo vento.

**Exemplo 2:** Determinar a faixa de pressão em que o aspersor do exemplo 1 deve ser operado.

**Solução do exemplo:** Para um aspersor com raio de alcance de 12 m a 30 m (porte médio), a pressão de serviço recomendada deve variar de 200 kPa a 400 kPa.

## Vazão do aspersor

A vazão do aspersor, que depende da pressão de serviço e do diâmetro dos bocais, também é obtida de catálogos dos fabricantes. De um modo geral, aspersores de pequeno porte têm vazão inferior a  $1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , aspersores de médio porte de  $1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  a  $6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e aspersores de grande porte acima de  $6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

Em condições de campo, quando não se conhece a origem do aspersor ou não se está de posse do catálogo do fabricante, a vazão pode ser medida com o auxílio de balde ou tambor, proveta, mangueira flexível e cronômetro. Para isso e com o sistema funcionando na pressão de serviço correta, deve-se interromper o giro do aspersor, adaptar uma mangueira ao bocal do aspersor e conduzir a água para dentro do balde. Para aspersores de pequeno e médio porte, coletar pelo menos 20 L de água e medir o tempo de cada coleta, não devendo o tempo ser inferior a 5 segundos. Repetir o teste duas a três vezes, em dois a três aspersores do mesmo modelo e com os mesmos bocais. Em caso de aspersores com dois bocais, a medição deve ser feita, preferencialmente, em um bocal de cada vez. A vazão do aspersor é computada por:

$$Q = 3,6 \times \frac{V_c}{T_c} \quad (5)$$

em que

$Q$  = vazão do aspersor ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ).

$V_c$  = volume de água coletado (L).

$T_c$  = tempo de coleta (min).

**Exemplo 3:** Determinar a vazão média de um modelo de aspersor com bocais de 5,0 mm × 6,5 mm, que operando com pressão de serviço de 350 kPa forneceu o seguinte teste de vazão:

Aspersor	Teste	Bocal 1 (6,5 mm)		Bocal 2 (5,0 mm)	
		$T_c$ (s)	$V_c$ (L)	$T_c$ (s)	$V_c$ (L)
1	1	24	19,0	35	19,1
	2	22	17,2	33	17,4
2	3	26	20,0	40	21,1
	4	25	19,2	37	20,2
Média		24,3	18,9	36,3	19,5

**Solução do exemplo:** A vazão do aspersor é calculada pela equação 5, somando-se a vazão de cada bocal.

$$Q_{bocal_1} + Q_{bocal_2} = \left( 3,6 \times \frac{18,9 \text{ L}}{24,3 \text{ s}} \right) + \left( 3,6 \times \frac{19,5 \text{ L}}{36,3 \text{ s}} \right) = 4,73 \text{ m}^3 \text{h}^{-1}$$

## Raio de alcance do aspersor

O raio de alcance do aspersor, que é igual à metade do diâmetro molhado, é obtido no catálogo do fabricante. Varia conforme a pressão de serviço e as características do aspersor. Em condições de campo, o raio pode ser medido com o auxílio de uma trena, preferencialmente num horário de ausência de vento ou, pelo menos, quando a intensidade do vento não for suficiente para provocar distorção do jato de água. Com o aspersor em funcionamento na pressão de serviço recomendada, medir o diâmetro molhado depois de, pelo menos, cinco giros. Devem ser avaliados de dois a três aspersores do mesmo modelo para a obtenção do valor médio do raio de alcance.

**Exemplo 4:** Considere que a medição do diâmetro molhado realizado em quatro aspersores indicou os seguintes valores: 36,4 m, 37,6 m, 37,2 m e 36,8 m. Determinar o diâmetro ( $D_m$ ) e o raio ( $R_m$ ) de alcance médio do aspersor.

**Solução do exemplo:** O diâmetro molhado médio é obtido por média aritmética simples, ou seja,  $D_m = (36,4 \text{ m} + 37,6 \text{ m} + 37,2 \text{ m} + 36,8 \text{ m})/4 = 37,0 \text{ m}$ . O raio de alcance do aspersor é, portanto,  $R_m = 37,0 \text{ m}/2 = 18,5 \text{ m}$ .

## Espaçamento entre aspersores

A utilização do espaçamento correto entre aspersores é fundamental para que o sistema de irrigação aplique água às plantas com uniformidade de distribuição aceitável. Catálogos de aspersores trazem frequentemente diferentes combinações de espaçamentos tecnicamente viáveis – geralmente para condições de baixa intensidade de vento.

Como regra geral, o espaçamento deve ser tal que um aspersor seja capaz de aspergir a água até o pé do outro, tanto para aspersores ao longo da linha lateral quanto entre linhas duas laterais. Na prática, esse critério contempla situações em que a intensidade do vento, ao longo do dia ou das estações, varia de moderado ou ausente ( $\leq 3 \text{ m s}^{-1}$ ).

Na Tabela 5, é apresentado um critério segundo o qual os espaçamentos entre os aspersores ao longo da linha lateral e entre as laterais podem ser calculados em função do diâmetro molhado e da velocidade do vento.

**Tabela 5.** Espaçamento entre aspersores, ao longo da linha lateral ( $E_a$ ) e entre laterais ( $E_L$ ), para sistemas convencionais, relativo ao diâmetro molhado, conforme o ângulo de inclinação do bocal principal e a velocidade do vento.

Velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ )	Espaçamento (%) <sup>(1)</sup>					
	Jato raso ( $4^\circ\text{--}15^\circ$ )		Jato médio ( $16^\circ\text{--}26^\circ$ )		Jato normal ( $27^\circ\text{--}32^\circ$ )	
	$E_a$	$E_L$	$E_a$	$E_L$	$E_a$	$E_L$
< 0,5	65	75	65	70	60	70
0,5–2,0	55	75	50	70	50	60
2,0–4,0	40	70	40	60	40	50
4,0–6,0	30	60	30	50	30	40
> 6,0	Usar outro método de irrigação (ex.: sulco ou gotejamento)					

<sup>(1)</sup> Percentagem em relação ao diâmetro molhado pelo aspersor.

Fonte: adaptado de Marouelli (1989).

Tendo em vista o comprimento comercial de tubos de irrigação de 6 m, o espaçamento selecionado deve ser múltiplo do comprimento do tubo (6 m, 12 m, 18 m, 24 m, etc.). Em microaspersão, são geralmente usados tubos de polietileno, comercializados em rolos de pelo menos 100 m de comprimento, nas linhas laterais, o que permite se adotar qualquer espaçamento entre microaspersores.

**Exemplo 5:** Considere que o aspersor selecionado com diâmetro molhado de 37,0 m tem inclinação do jato de 30°. Determinar os espaçamentos entre aspersores.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 5, para vento de 1,5 m s<sup>-1</sup> e ângulo do jato de 30°, tem-se que os espaçamentos recomendados entre aspersores na lateral ( $E_a$ ) e entre laterais ( $E_L$ ) são de:

$$E_a = 50\% \text{ de } D_m = 0,5 \times 37,0 \text{ m} = 18,5 \text{ m}$$

$$E_L = 60\% \text{ de } D_m = 0,6 \times 37,0 \text{ m} = 22,2 \text{ m}$$

Como o comprimento padrão de tubos de irrigação é igual a 6 m, os espaçamentos a serem utilizados são  $E_a = 18 \text{ m}$  e  $E_L = 18 \text{ m}$ .

## Intensidade de aplicação de água

Catálogos de aspersores trazem, em geral, informações sobre a intensidade de aplicação de água para diferentes combinações de pressão de serviço e espaçamento entre aspersores. Não dispondo dessas informações, a intensidade de aplicação pode ser obtida por:

$$I_a = \frac{1.000 \times Q}{E_a \times E_L} \quad (6)$$

em que

$I_a$  = intensidade de aplicação de água (mm h<sup>-1</sup>).

$Q$  = vazão do aspersor (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>).

$E_a$  = espaçamento entre aspersores ao longo da lateral (m).

$E_L$  = espaçamento entre linhas laterais (m).

**Exemplo 6:** Calcular a intensidade de aplicação de água dos aspersores, considerando os dados determinados nos exemplos 3 e 5.

**Solução do exemplo:** A intensidade de aplicação, calculada pela equação 6, é igual a:

$$I_a = \frac{1.000 \times 4,3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}}{18 \text{ m} \times 18 \text{ m}} = 14,6 \text{ mm h}^{-1}$$

Portanto, o valor calculado de  $I_a$  (14,6 mm h<sup>-1</sup>) é menor que o limite mínimo de Vib de 15 mm h<sup>-1</sup> (solo de textura média) calculado no exemplo 1, não havendo, teoricamente, risco de escoamento superficial de água na área irrigada.

## Variação de pressão ao longo da linha lateral

As linhas laterais nos sistemas convencionais por aspersão são tipicamente nos diâmetros de 5 mm, 75 mm ou 100 mm (2, 3 ou 4 polegadas). Em áreas pequenas e médias, é comum o uso de linhas laterais de tubos de PVC de 50 mm e 75 mm. Para microaspersão, são geralmente utilizados tubos de polietileno com diâmetro de 20 mm a 30 mm. O comprimento máximo da lateral depende do diâmetro da tubulação, do número de aspersores ao longo da lateral, da vazão do aspersor e da declividade do terreno.

Ao longo de uma linha lateral que conduz água, há uma redução gradativa de pressão em direção ao seu final, em decorrência do atrito da água com a parede da tubulação. A redução total de pressão será tanto maior quanto maior for a vazão, menor o diâmetro ou maior o comprimento da lateral. Assim, se um grande volume de água é conduzido, por uma longa distância, em uma linha lateral de aspersores, com tubo de pequeno diâmetro, a vazão no último aspersor será muito menor que no primeiro, comprometendo a uniformidade da irrigação e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas e a produtividade da cultura. Para melhor desempenho do sistema, as laterais devem ser instaladas preferencialmente em nível.

No caso de irrigação de hortaliças, é comum encontrar sistemas convencionais que operam de forma pouco eficiente, por falta de dimensionamento hidráulico adequado. Uma maneira prática para avaliar se a lateral está operando adequadamente é medir a variação de pressão nos aspersores ao longo da tubulação e verificar se está dentro dos limites

aceitáveis. Para laterais em nível, devem ser atendidos os seguintes critérios: a) variação de pressão entre o primeiro e o último aspersor deve ser, no máximo, 20% da pressão de serviço ( $P_s$ ) recomendada; b) pressão no primeiro aspersor deve ser maior que  $P_{s'}$  e a pressão no último, menor que  $P_s$ ; c) média entre as pressões no primeiro e no último aspersor deve estar entre 100% e 105% do valor de  $P_s$ .

$$P_{pr} - P_{ul} \leq 0,2 \times P_s \quad (7)$$

$$P_{pr} > P_s > P_{ul} \quad (8)$$

$$P_s < \frac{P_{pr} + P_{ul}}{2} \leq 1,05 \times P_s \quad (9)$$

em que

$P_{pr}$  = pressão no primeiro aspersor (kPa).

$P_{ul}$  = pressão no último aspersor (kPa).

$P_s$  = pressão de serviço do aspersor (kPa).

Se um dos critérios acima não for atendido, é indicativo de que a lateral não está operando adequadamente. Se  $P_{ul}$  for maior que  $P_s$  ou se a média entre  $P_{pr}$  e  $P_{ul}$  for maior que 105% de  $P_s$ , é porque a pressão na lateral está acima da ideal. Isso pode ser solucionado aumentando o número de aspersores na lateral, usando tubos de menor diâmetro ou fechando parcialmente o registro na saída da bomba até a pressão no último aspersor atingir um valor entre 95% e 98% de  $P_s$ . Se a variação de pressão ao longo da lateral for superior a 20% de  $P_s$  ou se a média entre  $P_{pr}$  e  $P_{ul}$  for menor que  $P_s$ , é porque a pressão, em algum ponto da lateral, está abaixo do ideal. Nesse caso, deve-se reduzir o comprimento da lateral, usar tubos de maior diâmetro, reduzir o bocal dos aspersores ou usar uma motobomba de maior capacidade.

A medição da pressão no primeiro e no último aspersor é realizada de maneira rápida e simples, estando a lateral em funcionamento, com auxílio de um manômetro dotado de um microtubo curvado do tipo Pitot, que é introduzido dentro do bocal. Manômetros para tal finalidade são de custo reduzido e podem ser adquiridos em revendedores de sistemas de irrigação.

**Exemplo 7:** Considere uma lateral de PVC, operando em nível, com diâmetro nominal de 75 mm (DN 75), comprimento de 216 m, 12 aspersores com vazão de  $4,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  cada e pressão de serviço recomendada de 350 kPa. A pressão medida no primeiro aspersor foi de 440 kPa e no último de 270 kPa. Avaliar se o funcionamento da linha lateral está dentro dos limites aceitáveis.

**Solução do exemplo:** A avaliação da lateral é sintetizada abaixo:

- Critério 1  $P_{pr} - P_{ul} = (440 \text{ kPa} - 270 \text{ kPa}) = 170 \text{ kPa}$   
 $0,2 \times P_s = 0,2 \times 350 \text{ kPa} = 70 \text{ kPa}$   
 $P_{pr} - P_{ul} > 0,2 \times P_s \Rightarrow$  critério violado
- Critério 2  $P_{pr} = 440 \text{ kPa}; P_{ul} = 270 \text{ kPa}; P_s = 350 \text{ kPa}$   
 $P_{pr} > P_s > P_{ul} \Rightarrow$  critério atendido
- Critério 3  $(P_{pr} + P_{ul})/2 = (440 \text{ kPa} + 270 \text{ kPa})/2 = 355 \text{ kPa}$   
 $1,05 \times P_s = 1,05 \times 350 \text{ kPa} = 370 \text{ kPa}$   
 $P_s < (P_{pr} + P_{ul})/2 < 1,05 \times P_s \Rightarrow$  critério atendido

Com base nos critérios avaliados, a decisão é que a lateral não está operando de forma adequada. A alternativa seria usar um tubo de maior diâmetro (ex.: DN 100 mm), reduzir o comprimento da lateral (ex.:  $L = 144 \text{ m}$ ) ou irrigar a lateral em duas vezes (ex.: 6 aspersores de cada vez). A melhor das três alternativas seria a mais barata, o que requereria uma breve análise de custo.

**Exemplo 8:** Considere que a solução adotada para a linha lateral do exemplo 7 foi a de reduzir o comprimento para 144 m (8 aspersores). Para essa nova situação, os valores medidos de pressão foram  $P_{pr} = 390 \text{ kPa}$  e  $P_{ul} = 330 \text{ kPa}$ . Avaliar se a nova lateral está operando de forma adequada.

**Solução do exemplo:** A avaliação da nova lateral é sintetizada abaixo:

- Critério 1  $P_{pr} - P_{ul} = (390 \text{ kPa} - 330 \text{ kPa}) = 60 \text{ kPa}$   
 $0,2 \times P_s = 0,2 \times 350 \text{ kPa} = 70 \text{ kPa}$   
 $P_{pr} - P_{ul} < 0,2 \times P_s \Rightarrow$  critério atendido
- Critério 2  $P_{pr} = 390 \text{ kPa}; P_{ul} = 330 \text{ kPa}; P_s = 350 \text{ kPa}$   
 $P_{pr} > P_s > P_{ul} \Rightarrow$  critério atendido
- Critério 3  $(P_{pr} + P_{ul})/2 = (390 \text{ kPa} + 330 \text{ kPa})/2 = 360 \text{ kPa}$   
 $1,05 \times P_s = 1,05 \times 350 \text{ kPa} = 370 \text{ kPa}$   
 $P_s < (P_{pr} + P_{ul})/2 < 1,05 \times P_s \Rightarrow$  critério atendido

Como os três critérios foram atendidos, conclui-se que a lateral está funcionando satisfatoriamente nessa nova configuração.

# Cuidados e manutenção de sistemas de irrigação

O uso de pessoal devidamente qualificado para a operação dos equipamentos de irrigação é geralmente fator primordial para o sucesso da irrigação, aumento da vida útil do sistema e para a redução dos custos de manutenção. Quanto mais sofisticado e de maior porte for o sistema, maior deve ser o cuidado, a preocupação com as questões operacionais e a necessidade de pessoal treinado.

A manutenção preventiva e adequada do sistema de irrigação tem por objetivo aumentar a vida útil do equipamento e mantê-lo irrigando de forma eficiente durante todo o ciclo da cultura. Para o adequado funcionamento do sistema, são necessários também que alguns cuidados básicos sejam tomados pelo irrigante. Alguns aspectos gerais sobre manutenção e cuidados na operação de sistemas de irrigação por aspersão são sumarizados a seguir.

Para evitar sobrecarga do motor – seja elétrico ou diesel –, a partida da bomba deve ser feita com o registro principal fechado. O registro deve, então, ser aberto lentamente até que a pressão indicada no manômetro, existente após o registro principal, seja igual àquela prevista em projeto. No final da irrigação, deve-se proceder de forma inversa, ou seja, primeiro fechando o registro principal para depois desligar a bomba. A motobomba nunca deve ser acionada sem que a bomba esteja devidamente escorvada – cheia de água, para o caso de bombas centrífugas –; caso isso ocorra, danificará partes internas da bomba que dependem de água para lubrificação.

Em termos de manutenção, a motobomba deve ser lubrificada conforme recomendação do fabricante e inspecionada regularmente, visando, por exemplo, à eliminação de vazamentos e à troca de rolamentos.

Cuidado especial deve ser dispensado à pressão de serviço dos aspersores. Valores abaixo do recomendado diminuem a uniformidade de distribuição de água e aumentam a formação de gotas grandes. Por outro lado, valores de pressão muito altos comprometem a integridade da tubulação, acarretam maior consumo de energia e aumentam a formação de gotas muito pequenas.

Aspersores devem ser mantidos na posição vertical e inspecionados pelo menos uma vez por ano, verificando-se anéis de desgaste, molas, eixos, deflectores de jatos e bocais. Os aspersores devem estar ajustados para

que a velocidade periférica do jato de água seja próxima a  $1,5 \text{ m s}^{-1}$ , ou seja, aspersores de pequeno porte devem completar uma rotação em 25 a 50 segundos, aspersores de médio porte em 50 e 125 segundos e aspersores de grande porte em 125 a 300 segundos. Caso estejam girando muito rapidamente ou lentamente e não seja possível ajustar a velocidade de rotação, eles devem ser substituídos.

Borrachas de vedação em tubos, registros, válvulas de derivação e outros acessórios devem ser substituídos quando apresentarem qualquer sinal de vazamentos. Além do desperdício de água e energia, os vazamentos diminuem a pressão, prejudicando a distribuição da água de irrigação e, conseqüentemente, o rendimento da cultura. Ademais, os pontos de vazamento podem causar encharcamento do solo, favorecer condições para a proliferação de patógenos e se tornarem focos de doenças de solo.

Os tubos de engate rápido, ao serem acoplados, devem estar relativamente nivelados para não forçar a borracha de vedação e possibilitar um perfeito engate entre eles, evitando, assim, problemas de vazamento e redução da vida útil das borrachas. Deve-se também evitar a entrada de terra na ponta do tubo e na borracha de vedação. Nas mudanças das linhas laterais, deve-se evitar carregar tubos conectados, principalmente por um só operário, pois, além de reduzir a vida útil do tubo, provoca o corte prematuro da borracha de vedação.

No caso específico de microaspersores e, principalmente, de mangueiras perfuradas do tipo Santeno, deve-se ter especial atenção com a qualidade da água usada na irrigação, pois a presença de impurezas orgânicas e inorgânicas pode provocar o entupimento dos emissores.



# Manejo prático de irrigação

Por manejo da água de irrigação entende-se em determinar o momento adequado para irrigar as plantas (quando irrigar?) e a lâmina de água a ser reposta ao solo em cada irrigação (quanto irrigar?). A resposta para tais perguntas é dependente de vários fatores, como do tipo de solo, das condições climáticas, da espécie cultivada e da fase de desenvolvimento da cultura. O momento ideal para a irrigação deve ser aquele quando as plantas tenham utilizado toda a água facilmente disponível no solo. A quantidade de água a ser aplicada deve ser equivalente àquela evapotranspirada desde a última irrigação, descontando-se possíveis chuvas significativas, e ser suficiente para que o solo retorne à sua condição de capacidade de campo. As regas devem ser, contudo, realizadas antes da aplicação de agrotóxicos foliares e após adubações de cobertura.

Os horticultores devem ter em mente que apesar das hortaliças serem, em geral, sensíveis ao déficit hídrico, o excesso, seja por irrigações muito frequentes, pela aplicação de quantidades exageradas de água ou por chuvas intensas, pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas e acarretar sérios prejuízos financeiros. Entre os expressivos benefícios do manejo de irrigação, destacam-se: manutenção do nível adequado de umidade no solo, possibilitando obtenção de altas

produtividades; redução no uso de água e de energia; menor uso de agrotóxicos; menor ocorrência de doenças; e redução na lixiviação de nutrientes, especialmente nitrogênio e potássio.

Vários são os métodos que podem ser usados para o manejo de irrigação. Todos têm como base informações relacionadas a um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera. Nos métodos que possibilitam um melhor controle da irrigação, o manejo é realizado em tempo real por meio do uso de sensores para a medição do status da água no solo e/ou para a estimativa da *ETc*. Tais métodos demandam aquisição de equipamentos, tempo para ser operacionalizado e treinamento do usuário. O custo, o benefício, a precisão e a simplicidade de operacionalização dependem do nível de sofisticação do método utilizado.

O método prático, ora proposto, apesar de não requerer o uso de equipamentos e de cálculos complicados, possibilita que a água de irrigação seja aplicada com precisão aceitável. Por meio do uso de tabelas, permite estimar turnos de regas e lâminas de água a serem aplicadas por irrigação em função da fase de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo, da profundidade das raízes das plantas e de dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) de fácil obtenção. Ou seja, possibilita estabelecer antecipadamente calendários de irrigação para situações específicas.

O método pode ser de grande utilidade para técnicos e horticultores com pouca experiência em irrigação, podendo também ser útil para os mais experientes que irrigam de forma empírica com base apenas no senso prático. Não é recomendado, todavia, para produtores que já controlam a irrigação de forma mais precisa, por exemplo, por meio do uso de equipamentos como tensiômetro, Irrigas®, tanque classe A ou estações climatológicas.

Para melhor compreensão do método prático de manejo proposto, exemplos, usando um estudo de caso, serão apresentados simultaneamente à medida que cada passo necessário para a realização do método prático de manejo for sendo apresentado. Para tal, será considerada a seguinte situação:

**Estudo de caso:** dados a serem usados nos exemplos 9 a 22, 24 e 25.

**Hortalíça:** repolho

**Ciclo de desenvolvimento da cultura:** 90 dias

**Plantio:** 2 de maio

**Solo:** classe textural franco argilo arenosa

**Aspersão convencional:** intensidade de aplicação ( $I_a$ ) de 14,6 mm h<sup>-1</sup>

**Clima:** médias históricas mensais de temperatura ( $T_m$ ) e umidade relativa ( $UR_m$ ) do ar

Parâmetro	Maio	Junho	Julho
$T_m$ (°C)	22	21	20
$UR_m$ (%)	66	60	55

## Fases da cultura

O passo inicial para a realização do manejo de irrigação é estabelecer as fases ou os estádios de desenvolvimento da cultura para os quais as irrigações devem ser aplicadas. Para fins de manejo, o ciclo de desenvolvimento das hortalíças pode ser subdividido em quatro fases distintas, sendo que a caracterização de cada fase pode ser definida como se mostra a seguir:

- Fase 1 (inicial) – do plantio até uma a duas semanas após a emergência de plântulas; do transplante até o pleno pegamento de mudas; ou, no caso de espécies de propagação vegetativa, do plantio até o enraizamento e a plena brotação de hastes, ramas, rebentos, bulbilhos, etc.
- Fase 2 (vegetativa) – do término da fase 1 até as plantas atingirem entre 70% e 80% do máximo desenvolvimento. No caso de hortalíças que produzem frutos, bulbos, tubérculos, inflorescências, cabeças e raízes, o término da fase 2 normalmente coincide com o início da frutificação, bulbificação, tuberização, formação de inflorescências, formação de cabeças ou expansão de raízes, respectivamente.
- Fase 3 (formação da produção) – do término da fase 2 até o início da maturação, do declínio de produção ou da pré-colheita, a depender da hortalíça. A fase de formação da produção também pode ser designada, dependendo do tipo de hortalíça, de fase de bulbificação, frutificação, tuberização, enchimento de grãos, formação de cabeça, formação de inflorescência, expansão de raiz, etc.

- Fase 4 (final) – do término da fase 3 até a colheita. Dependendo da hortaliça, pode ainda ser denominada de fase de maturação, senescência, declínio de produção ou pré-colheita.

Para hortaliças que florescem, como a abóbora, a ervilha-seca e o tomate indústria (crescimento determinado), a fase 3 é definida pelo período entre o florescimento pleno e o início da senescência da parte aérea. Há, no entanto, hortaliças que florescem, como a berinjela, o pepino e o tomate de mesa (crescimento indeterminado), em que ocorre um período com a presença simultânea de flores, frutos verdes e frutos maduros ou prontos para serem colhidos, o que pode exigir várias colheitas. Nesse caso, o término da fase 3 pode ser por ocasião da penúltima ou antepenúltima colheita, quando a produção já se encontra em declínio. Para as hortaliças do tipo tubérculo, como a batata e a batata-doce, a fase 3 pode ser definida entre o início de tuberização e o momento em que os tubérculos atingem tamanho máximo. Para as brássicas, como o repolho e a couve-flor, a fase 3 compreende o período entre o início da formação de cabeças ou de inflorescências até que elas atinjam tamanho máximo. Para as hortaliças do tipo raiz, como a cenoura e a beterraba, a fase 3 compreende o período entre o início de expansão de raízes comestíveis e o momento que elas atingem tamanho de comercialização. Para hortaliças folhosas, como a alface, a chicória e o coentro, a fase 3 abrange do fim da fase 2 até 5 a 7 dias antes da colheita.

**Exemplo 9:** Definir a duração e os períodos do ano das diferentes fases de desenvolvimento da cultura do repolho.

**Solução do exemplo:** A descrição e a duração das fases da cultura são apresentadas a seguir:

Fase	Descrição	Duração (dias)	Período
1 - Inicial	Transplante até estabelecimento de mudas	10	2/5 a 11/5
2 - Vegetativa	Emergência até início de tuberização	30	12/5 a 10/6
3 - Formação de cabeças	Início de formação de cabeças até pré-colheita	40	11/6 a 20/7
4 - Pré-colheita	Início de senescência até colheita	10	21/7 a 30/7

# Evapotranspiração da cultura

O segundo passo no método apresentado é estimar a quantidade de água que a hortaliça consome por dia, ou seja, *ETc*. Valores de *ETc* para as principais hortaliças, em função da temperatura, umidade relativa do ar (média diária) e fase de desenvolvimento da cultura, são apresentados nas Tabelas 6 a 25, conforme indicado a seguir.

Hortaliça	Tabela	Hortaliça	Tabela
Abóbora	6	Espinafre	8
Abobrinha	7	Feijão-caupi-verde	20
Acelga	8	Grão-de-bico	14
Agrião-da-água	9	Inhame (cará) <sup>(1)</sup>	12
Aipo (salsão)	10	Jiló	21
Alcachofra	11	Lentilha	14
Alface	8	Mandioca	20
Alho	12	Mandioquinha-salsa	7
Alho-porro	13	Maxixe	6
Almeirão	13	Melancia	6
Aspargo	14	Melão	6
Batata	15	Milho-doce	19
Batata-doce	15	Milho-verde	19
Berinjela	10	Morango	22
Beterraba	16	Mostarda	13
Brócolos	16	Nabo	23
Cebola	12	Pepino	24
Cebolinha	8	Pimenta	21
Cenoura	17	Pimentão	21
Chicória	8	Quiabo	7
Chuchu	18	Rabanete	25
Coentro	13	Repolho	16
Couve	16	Rúcula	13
Couve-chinesa	16	Salsinha	13
Couve-de-bruxelas	16	Soja-verde	11
Couve-flor	16	Taro <sup>(2)</sup>	23
Ervilha-seca	14	Tomate de mesa	18
Ervilha-torta	19	Tomate industrial	20
Ervilha-verde	11	Vagem	21

<sup>(1)</sup> Nome científico: *Dioscorea* sp.

<sup>(2)</sup> Nome científico: *Colocasia esculenta* – conhecido como inhame na região Centro-Sul.

Valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, necessários para a determinação da  $ET_c$ , devem ser obtidos a partir de séries históricas mensais disponíveis para a região onde será realizado o cultivo. Dados de estações climatológicas regionais podem, muitas vezes, ser encontrados em escritórios locais de extensão rural ou em prefeituras. Os valores a serem usados devem representar médias diárias (24 horas) e não valores máximos ocorridos durante o dia.

Médias mensais de temperatura e de umidade relativa do ar para algumas centenas de localidades no Brasil, determinadas a partir de séries históricas de 30 anos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), são disponibilizadas no final deste livro. Não sendo possível obter dados específicos para a localidade de interesse, valores aproximados mensais de temperatura e umidade relativa do ar podem ser estimados a partir das Figuras 11 a 22. Essas figuras devem ser utilizadas com precaução, especialmente para localidades com microclimas específicos, tais como vales mais quentes ou platôs mais frios que de regiões adjacentes.

O usuário deve estar atento para o fato de os valores de  $ET_c$  apresentados nas Tabelas 6 a 25 para a fase 1 (inicial) serem válidos apenas para turnos de rega iguais ou maiores que 3 dias. Já os valores médios de  $ET_c$  para a fase 2 (vegetativa) não se aplicam para irrigações diárias. No caso de turnos de rega menores, verificar recomendações para determinação de  $ET_c$  indicados no rodapé das Tabelas 6 a 25.

**Exemplo 10:** Calcular a  $ET_c$  para as diferentes fases da cultura e períodos de cultivo do repolho.

**Solução do exemplo:** A partir dos dados de temperatura e umidade relativa apresentados anteriormente obtêm-se na Tabela 12, por interpolação linear, os seguintes valores para  $ET_c$ :

Período	Fase	$T_m$ (°C)	$UR_m$ (%)	$ET_c$ (mm dia <sup>-1</sup> )
2/5 a 11/5	1: inicial	22	66	3,1
12/5 a 31/5	2: vegetativa	22	66	4,3
1/6 a 10/6	2: vegetativa	21	60	4,4
11/6 a 30/6	3: formação de cabeças	21	60	5,5
1/7 a 20/7	3: formação de cabeças	20	55	5,4
21/7 a 30/7	4: pré-colheita	20	55	5,2

Obs. 1: a existência de duas fases 2 e 3 é em virtude de as fases se estenderem por mais de 1 mês.

Obs. 2: apesar de se ter determinado a  $ET_c$  durante a fase inicial (1), o estabelecimento do manejo de irrigação nessa fase é abordado no tópico Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura.

**Tabela 6.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para abóbora, maxixe, melancia e melão, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4
45	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2
50	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
55	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
60	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6
65	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
70	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
75	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
85	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
90	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0
<b>Fase 3 (frutificação)</b>												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
<b>Fase 4 (maturação; declínio de produção)</b>												
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 7.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para abobrinha, mandioquinha-salsa e quiabo, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
45	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
50	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
55	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
60	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
65	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
75	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3
80	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1
85	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0
<b>Fase 3 (frutificação; expansão de raízes)</b>												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
<b>Fase 4 (pré-colheita; declínio de produção)</b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 8.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para acelga, alface, cebolinha, chicória e espinafre, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
<b>Fase 3 (máximo desenvolvimento vegetativo; formação de cabeças)</b>												
40	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	9,0	9,7
45	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3
50	2,8	3,3	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9
55	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
60	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0
65	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
70	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
75	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
80	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
85	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
90	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3
<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>												
40	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	6,6	7,2	7,8	8,5	9,2
45	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,8
50	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8	8,4
55	2,6	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0
60	2,5	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,5	7,0	7,6
65	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1
70	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7
75	2,2	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
80	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,9
85	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,5
90	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 9.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para agrião-da-água, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 2 (vegetativa e rebrotação)</b>											
40	3,1	3,8	4,4	5,0	5,7	6,3	7,0	7,6	8,3	9,1	9,9	10,7
45	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
50	3,1	3,7	4,2	4,8	5,4	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
55	3,0	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,2
60	2,9	3,5	4,0	4,5	5,0	5,4	5,9	6,4	7,0	7,5	8,1	8,8
65	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,3
70	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8
75	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3
80	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8
85	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3
90	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8
	<b>Fase 3 (formação da produção)</b>											
40	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	9,1	9,9	10,8	11,7
45	3,4	4,1	4,7	5,4	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,2
50	3,3	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,1	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6
55	3,3	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,3	10,1
60	3,2	3,8	4,3	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,9	9,6
65	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,7	7,2	7,8	8,4	9,0
70	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9	8,5
75	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
80	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
85	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,9
90	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,4
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	9,1	9,9	10,8	11,7
45	3,4	4,1	4,7	5,4	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,2
50	3,3	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,1	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6
55	3,3	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,3	10,1
60	3,2	3,8	4,3	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,9	9,6
65	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,7	7,2	7,8	8,4	9,0
70	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9	8,5
75	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
80	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
85	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,9
90	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,4

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\leq 1$  dia. Para  $TR = 2$  dias, usar a Tabela 42.

**Tabela 10.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para aipo (salsão) e berinjela, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,4	5,8
45	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
50	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
55	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0
60	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8
65	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
70	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2
75	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
80	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
85	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4
90	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
<b>Fase 3 (máximo desenvolvimento vegetativo; frutificação)</b>												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
<b>Fase 4 (pré-colheita; declínio de produção)</b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 11.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para alcachofra, ervilha-verde e soja-verde, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
45	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2
50	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
55	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
60	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6
65	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
70	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
75	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
85	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
90	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0
	<b>Fase 3 (formação de inflorescências; enchimento de grãos)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	6,6	7,2	7,8	8,5	9,2
45	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,8
50	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8	8,4
55	2,6	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0
60	2,5	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,5	7,0	7,6
65	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1
70	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7
75	2,2	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
80	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,9
85	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,5
90	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 12.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para alho, cebola e inhame (cará), conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3
45	1,8	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6	6,0
50	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,8
55	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5
60	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2
65	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9
70	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
75	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3
80	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
85	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
90	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
	<b>Fase 3 (bulbificação; tuberização)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 13.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para alho-porro, almeirão, coentro, mostarda, rúcula e salsinha, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
	<b>Fase 3 (máximo desenvolvimento vegetativo)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 14.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para aspargo, ervilha-seca, grão-de-bico e lentilha, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4
45	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2
50	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
55	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
60	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6
65	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
70	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
75	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
85	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
90	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
	<b>Fase 3 (formação de turriões; enchimento de grãos)</b>											
40	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	9,0	9,7
45	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3
50	2,8	3,3	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9
55	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
60	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0
65	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
70	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
75	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
80	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
85	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
90	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3
	<b>Fase 4 (pré-colheita; maturação)</b>											
40	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9
45	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
50	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
55	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
60	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
65	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
70	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8
75	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
80	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
85	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3
90	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 15.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para batata e batata-doce, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4
45	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2
50	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
55	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
60	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6
65	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
70	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
75	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
85	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
90	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8
45	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
50	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1
55	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7
60	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
65	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
70	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
75	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
80	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0
85	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6
90	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2
<b>Fase 3 (tuberação; expansão de raízes)</b>												
40	3,3	3,9	4,6	5,3	5,9	6,6	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,2
45	3,2	3,9	4,5	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	8,4	9,1	9,9	10,7
50	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
55	3,2	3,7	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
60	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9	8,5	9,2
65	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	8,0	8,6
70	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,1
75	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1	7,6
80	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
85	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6
90	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6	6,1
<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>												
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 16.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para beterraba, brócolos, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor e repolho, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,4	5,8
45	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
50	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
55	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0
60	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8
65	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
70	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2
75	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
80	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
85	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4
90	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
<b>Fase 3 (expansão de raízes; formação de inflorescências ou de cabeças)</b>												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>												
40	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	9,0	9,7
45	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3
50	2,8	3,3	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9
55	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
60	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0
65	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
70	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
75	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
80	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
85	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
90	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 17.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para cenoura, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8
45	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,4
50	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
55	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6
60	2,4	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2
65	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
70	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
75	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
80	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
85	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2
90	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8
<b>Fase 3 (expansão de raízes)</b>												
40	3,1	3,8	4,4	5,0	5,7	6,3	7,0	7,6	8,3	9,1	9,9	10,7
45	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
50	3,1	3,7	4,2	4,8	5,4	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
55	3,0	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,2
60	2,9	3,5	4,0	4,5	5,0	5,4	5,9	6,4	7,0	7,5	8,1	8,8
65	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,3
70	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8
75	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3
80	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8
85	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3
90	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8
<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 18.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para chuchu e tomate de mesa, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,4
45	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1
50	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9
55	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
60	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
65	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1
70	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9
75	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6
80	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
85	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2
90	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8
45	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,4
50	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
55	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6
60	2,4	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2
65	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
70	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
75	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
80	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
85	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2
90	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8
	<b>Fase 3 (frutificação)</b>											
40	3,3	3,9	4,6	5,3	5,9	6,6	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,2
45	3,2	3,9	4,5	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	8,4	9,1	9,9	10,7
50	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
55	3,2	3,7	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
60	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9	8,5	9,2
65	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	8,0	8,6
70	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,1
75	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1	7,6
80	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
85	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6
90	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6	6,1
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 19.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para ervilha-torta, milho-doce e milho-verde, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>												
40	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
45	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
50	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
55	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
60	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
65	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
75	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3
80	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1
85	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
<b>Fase 3 (formação de vagem; formação de espiga e enchimento de grãos)</b>												
40	3,3	3,9	4,6	5,3	5,9	6,6	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,2
45	3,2	3,9	4,5	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	8,4	9,1	9,9	10,7
50	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
55	3,2	3,7	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
60	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9	8,5	9,2
65	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	8,0	8,6
70	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,1
75	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1	7,6
80	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
85	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6
90	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6	6,1
<b>Fase 4 (declínio de produção; pré-colheita)</b>												
40	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	9,0	9,7
45	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3
50	2,8	3,3	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9
55	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
60	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0
65	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
70	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
75	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
80	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
85	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
90	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 20.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para feijão-caupi-verde, mandioca e tomate industrial, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
45	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
50	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
55	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
60	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
65	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
75	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3
80	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1
85	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0
	<b>Fase 3 (frutificação; expansão de raízes)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (pré-colheita)</b>											
40	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,4	5,8
45	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
50	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
55	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0
60	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8
65	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
70	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2
75	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
80	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
85	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4
90	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 21.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para jiló, pimenta, pimentão e vagem, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,4
45	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1
50	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9
55	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
60	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
65	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1
70	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9
75	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6
80	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
85	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2
90	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8
45	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
50	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1
55	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7
60	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
65	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
70	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
75	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
80	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0
85	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6
90	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2
	<b>Fase 3 (frutificação)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (declínio de produção)</b>											
40	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8
45	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,4
50	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
55	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6
60	2,4	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2
65	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
70	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
75	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
80	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
85	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2
90	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 22.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para morango, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9
45	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
50	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
55	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
60	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2
65	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
70	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8
75	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
80	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
85	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3
90	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3
45	1,8	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6	6,0
50	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,8
55	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5
60	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2
65	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9
70	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
75	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3
80	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
85	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
90	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4
	<b>Fase 3 (frutificação)</b>											
40	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8
45	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,4
50	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
55	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6
60	2,4	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2
65	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
70	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
75	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
80	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
85	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2
90	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8
	<b>Fase 4 (declínio de produção)</b>											
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 23.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para nabo e taro (*Colocasia*), conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
45	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
50	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
55	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
60	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
65	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
75	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3
80	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1
85	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8
45	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
50	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1
55	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7
60	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
65	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
70	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
75	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
80	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0
85	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6
90	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2
	<b>Fase 3 (expansão de raízes; enchimento de rizomas)</b>											
40	3,1	3,8	4,4	5,0	5,7	6,3	7,0	7,6	8,3	9,1	9,9	10,7
45	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,2
50	3,1	3,7	4,2	4,8	5,4	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3	9,0	9,7
55	3,0	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,2
60	2,9	3,5	4,0	4,5	5,0	5,4	5,9	6,4	7,0	7,5	8,1	8,8
65	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,3
70	2,7	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8
75	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3
80	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8
85	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3
90	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8
	<b>Fase 4 (pré-colheita; senescência)</b>											
40	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	6,6	7,2	7,8	8,5	9,2
45	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,8
50	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8	8,4
55	2,6	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0
60	2,5	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,5	7,0	7,6
65	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1
70	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7
75	2,2	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
80	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,9
85	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,5
90	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 24.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para pepino, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
45	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
50	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
55	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2
60	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0
65	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
75	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3
80	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1
85	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3
45	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0
50	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6
55	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3
60	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	6,0
65	1,9	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
70	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
75	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0
80	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6
85	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3
90	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0
	<b>Fase 3 (frutificação)</b>											
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
	<b>Fase 4 (declínio de produção)</b>											
40	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8
45	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
50	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1
55	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7
60	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
65	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
70	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
75	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
80	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0
85	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6
90	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2

<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

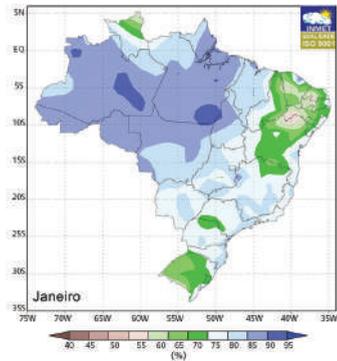
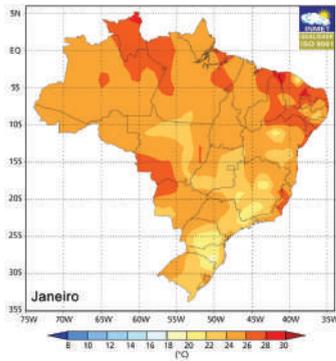
<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.

**Tabela 25.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para rabanete, conforme a temperatura e umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ) e a fase de desenvolvimento das plantas.

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	<b>Fase 1 (inicial)<sup>(1)</sup></b>											
40	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8
45	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
50	2,0	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
55	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,5	5,9
60	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
65	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3
70	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
75	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3
85	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
90	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
	<b>Fase 2 (vegetativa)<sup>(2)</sup></b>											
40	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8
45	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,9	7,4
50	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,1
55	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7
60	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
65	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
70	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
75	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
80	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0
85	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6
90	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2
	<b>Fase 3 (frutificação)</b>											
40	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8
45	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,4
50	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0
55	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6
60	2,4	2,8	3,2	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2
65	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
70	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
75	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
80	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,6
85	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2
90	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8
	<b>Fase 4 (declínio de produção)</b>											
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5

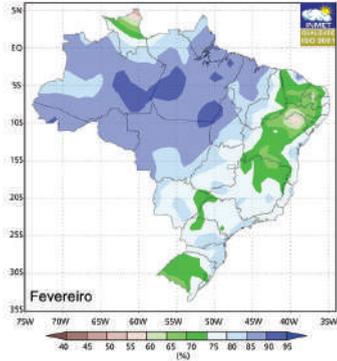
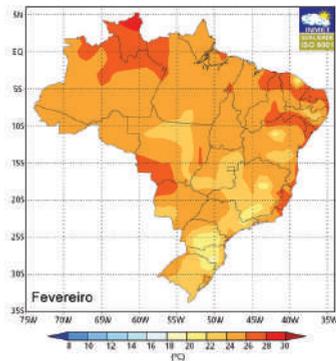
<sup>(1)</sup> Valores de  $ET_c$  para turnos de rega ( $TR$ )  $\geq 3$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 42.

<sup>(2)</sup> Valores de  $ET_c$  para  $TR \geq 2$  dias. Para  $TR$  menores, usar a Tabela 36.



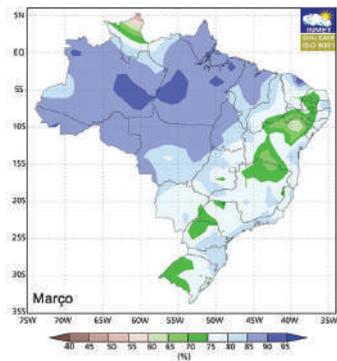
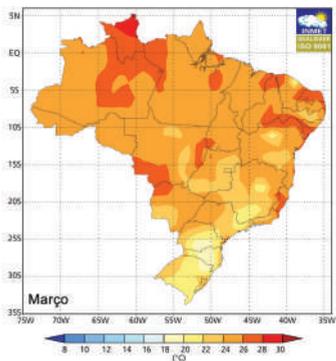
**Figura 11.** Mapa climatológico para o mês de janeiro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



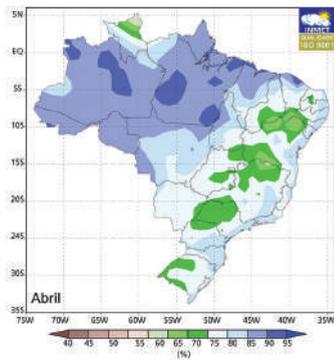
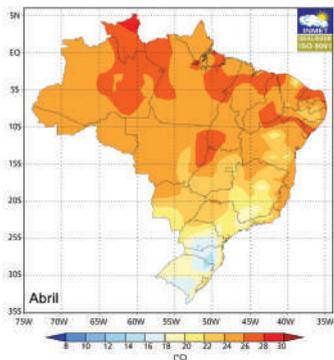
**Figura 12.** Mapa climatológico para o mês de fevereiro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



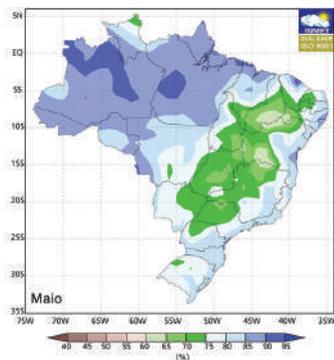
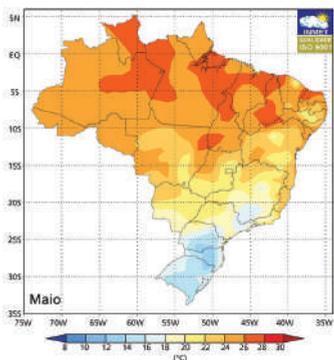
**Figura 13.** Mapa climatológico para o mês de março com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



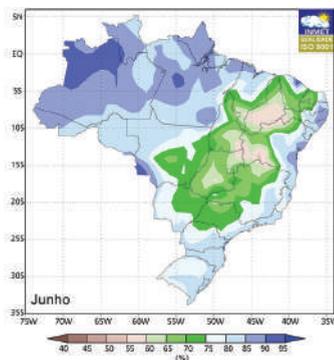
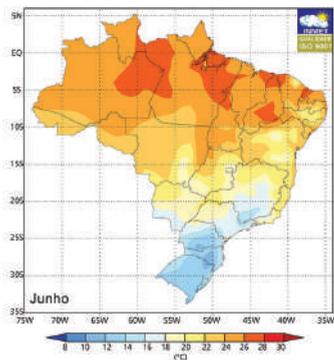
**Figura 14.** Mapa climatológico para o mês de abril com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



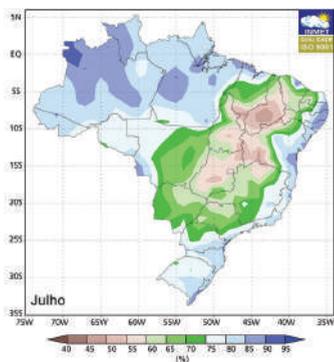
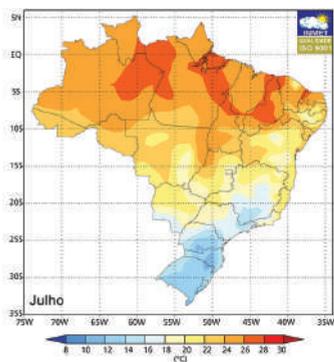
**Figura 15.** Mapa climatológico para o mês de maio com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



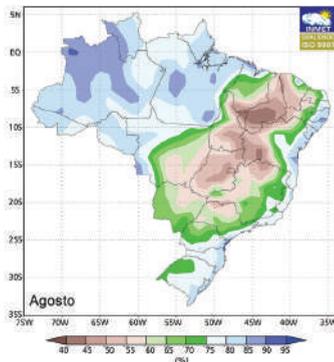
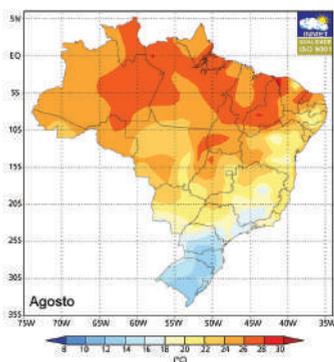
**Figura 16.** Mapa climatológico para o mês de junho com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



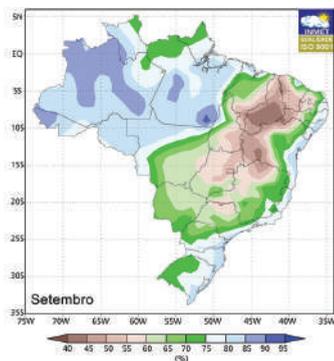
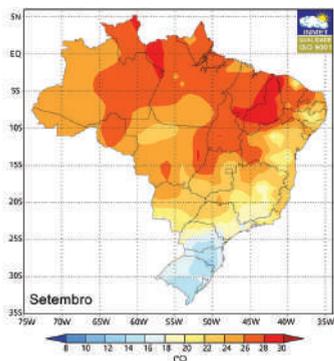
**Figura 17.** Mapa climatológico para o mês de julho com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



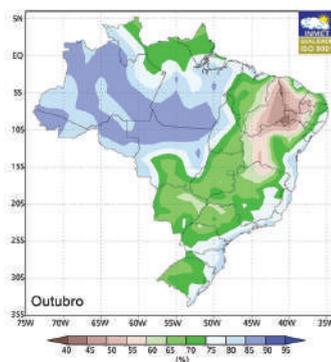
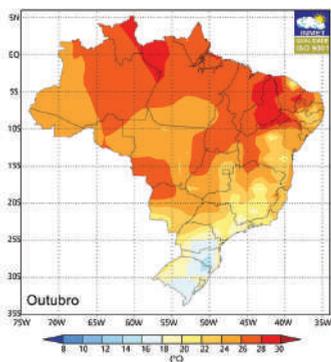
**Figura 18.** Mapa climatológico para o mês de agosto com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



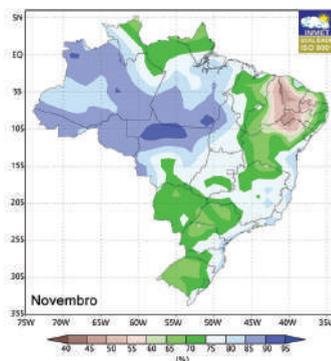
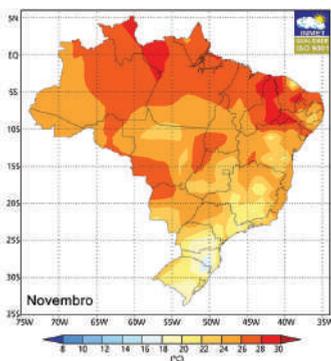
**Figura 19.** Mapa climatológico para o mês de setembro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



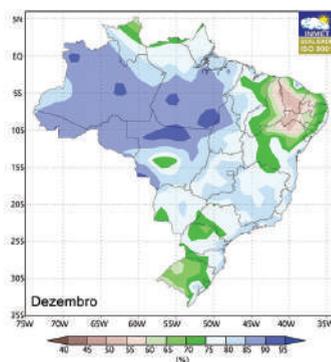
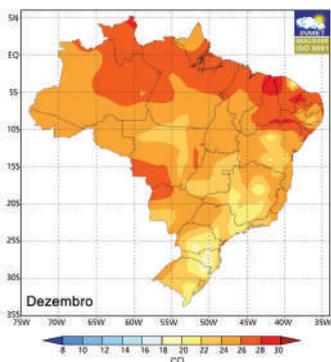
**Figura 20.** Mapa climatológico para o mês de outubro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



**Figura 21.** Mapa climatológico para o mês de novembro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).



**Figura 22.** Mapa climatológico para o mês de dezembro com dados de temperatura e umidade relativa média do ar.

Fonte: INMET (2015).

Os valores de  $ET_c$ , apresentados nas Tabelas 6 a 25, foram computados usando as equações de Garcia-Lopez (GARCIA; LOPEZ, 1970) e de Hargreaves modificada (MAROUELLI et al., 1996), para estimativa de  $ET_o$ , e coeficientes de cultura apresentados no tópico Considerações sobre manejo de irrigação em tempo real.

A equação de Garcia-Lopez (Equação 10), ainda que apresente precisão adequada em diferentes regiões do Brasil (CUNHA et al., 2013; FERNÁNDEZ; GONDIM, 1980; GARDIMAN JUNIOR et al., 2012; STONE; SILVEIRA, 1995), subestima a  $ET_o$  para condições de baixa temperatura e alta umidade relativa do ar, especialmente quando  $ET_o$  é inferior a 2 mm dia<sup>-1</sup>. A equação de Hargreaves modificada (Equação 11), de forma oposta, apresenta boa precisão para tais condições, mas superestima  $ET_o$  sob alta temperatura e baixa umidade relativa do ar. Assim, os valores de  $ET_o$  (Tabela 26), considerados para cálculo de  $ET_c$ , foram determinados usando critério de ponderação a partir dos valores providos por ambas as equações.

$$ET_o = 1,21 \times 10^{\left(\frac{7,45 \times T_m}{243,7 + T_m}\right)} \times (1,0 - 0,01 \times UR_m) + 0,21 \times T_m - 2,30 \quad (10)$$

$$ET_o = 0,578 \times T_m \times [1 - 0,01 \times (1,0 + 0,4 \times UR_m + 0,04 \times UR_m^2)] \quad (11)$$

em que

$ET_o$  = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

$T_m$  = temperatura média do ar (°C).

$UR_m$  = umidade relativa média do ar (%).

**Tabela 26.** Evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>), conforme a temperatura e a umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ).

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
40	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	9,0	9,7
45	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3
50	2,8	3,3	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9
55	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
60	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,4	8,0
65	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
70	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1
75	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
80	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
85	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
90	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3

# Tipo de solo

Para realização do manejo de irrigação é necessário conhecer a capacidade de retenção de água do solo para, em função do valor de  $ET_c$ , se poder determinar o turno de rega para cada fase de desenvolvimento da cultura.

Para uso do método proposto, a caracterização do solo para fins de irrigação é feita de acordo com a sua textura. Como a textura do solo é uma informação frequentemente requerida por bancos para a liberação de financiamentos agrícolas, o produtor, muitas vezes, já dispõe da análise textural do solo a ser irrigado. Caso não disponha da informação e o irrigante ou técnico não se sinta habilitado para classificar o solo, a análise textural pode ser feita, a preços acessíveis, em laboratórios de análise de solos. A partir da classe textural, fornecida pela análise, utilizar a Tabela 4 para definir se a textura do solo é grossa, média ou fina.

No caso de solos de Cerrado, no entanto, a estrutura do solo pode ser tão ou mais importante que a textura. Muitos solos argilosos (textura fina) de Cerrado se caracterizam pela elevada estabilidade estrutural (formação de agregados maiores) em decorrência da atuação dos óxidos de alumínio e de ferro e matéria orgânica. Tais solos apresentam menor capacidade de retenção de água que solos de textura fina típicos. Assim, para efeito de cálculos de manejo de irrigação, considerar os solos de Cerrado de textura fina como sendo de textura média.

**Exemplo 11:** Definir a textura do solo a ser irrigado.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 4, o solo em questão, que apresenta classe textura franco argilo arenosa, deve ser considerado de textura média.

## Profundidade efetiva do sistema radicular

Na Tabela 27, são apresentados valores de profundidade efetiva de raízes para diferentes hortaliças, de acordo com a fase de desenvolvimento das plantas, que se aplicam para muitos dos solos brasileiros.

**Tabela 27.** Sugestão de valores de profundidade efetiva do sistema radicular (*Z*) de diferentes hortaliças, durante as fases vegetativa (2), de formação da produção (3) e final (4).

Hortaliça	<i>Z</i> (cm) <sup>(1)</sup>		Hortaliça	<i>Z</i> (cm) <sup>(1)</sup>	
	Fase 2	Fases 3 e 4		Fase 2	Fases 3 e 4
Abóbora	20	45	Espinafre	25	45
Abobrinha	20	40	Feijão-caupi-verde	20	40
Acelga	15	30	Grão-de-bico	30	45
Agrião-da-água	10	15	Inhame (cará)	25	50
Aipo (salsão)	20	40	Jiló	20	40
Alcachofra	20	40	Lentilha	25	45
Alface	15	25	Mandioca	25	45
Alho	20	30	Mandioquinha-salsa	20	35
Alho-porro	20	30	Maxixe	25	35
Almeirão	15	25	Melancia	30	40
Aspargo	30	50	Melão	20	30
Batata	20	30	Milho-doce	30	45
Batata-doce	30	50	Milho-verde	30	45
Berinjela	20	40	Morango	15	25
Beterraba	30	40	Mostarda	15	25
Brócolos	20	30	Nabo	30	50
Cebola	20	35	Pepino	20	40
Cebolinha	15	25	Pimenta	25	45
Cenoura	20	40	Pimentão	25	45
Chicória	15	30	Quiabo	30	45
Chuchu	15	30	Rabanete	10	15
Coentro	15	25	Repolho	20	30
Couve	20	30	Rúcula	10	20
Couve-chinesa	20	30	Salsinha	15	25
Couve-de-bruxelas	20	30	Soja-verde	30	45
Couve-flor	20	30	Taro ( <i>Colocasia</i> )	25	40
Ervilha-seca	30	45	Tomate de mesa	25	45
Ervilha-torta	25	40	Tomate industrial	25	45
Ervilha-verde	30	45	Vagem	20	40

<sup>(1)</sup> A profundidade de raízes pode variar grandemente conforme as condições de solos. Valores confiáveis devem ser determinados por meio de observações de campo durante cada fase de desenvolvimento da cultura. Fonte: adaptado de Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (2011).

Muitos fatores, no entanto, como textura e fertilidade do solo, práticas culturais, solos rasos, irrigações muito frequentes e camadas de solo fortemente diferenciadas, podem dificultar a penetração e o desenvolvimento radicular das plantas. Assim, é aconselhável avaliar o sistema radicular nas diferentes fases de desenvolvimento no próprio local de cultivo. Todos os métodos para avaliação radicular são trabalhosos e nenhum pode ser considerado como padrão e indicado para todas as situações.

Na prática, a abertura de uma trincheira perpendicularmente à linha de plantio e a avaliação visual do sistema radicular podem dar uma ideia aproximada das profundidades a serem consideradas em cada fase de desenvolvimento da cultura. Assumir como profundidade efetiva aquela na qual ainda se pode identificar, sem grandes dificuldades, a presença visual de raízes no perfil do solo.

Durante a fase inicial, apenas uma camada superficial do solo é responsável pelo suprimento de água às sementes, plântulas e mudas recém-transplantadas. Assim, não se faz necessário determinar a profundidade de raízes durante a fase inicial.

**Exemplo 12:** Estabelecer a profundidade efetiva do sistema radicular ( $Z$ ) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura do repolho.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 27, a profundidade efetiva radicular do repolho nas diferentes fases de desenvolvimento se aproxima de:

Fase 2	Fase 3	Fase 4
$Z = 20$ cm	$Z = 30$ cm	$Z = 30$ cm

## Turno de rega

Intervalos entre irrigações consecutivas para diferentes hortaliças em função da  $ET_c$ , do tipo de solo e da profundidade efetiva de raízes são apresentados nas Tabelas 28 a 35, conforme indicado a seguir.

Hortaliça	Tabela	Hortaliça	Tabela
Abóbora	28	Espinafre	32
Abobrinha	29	Feijão-caupi-verde	33
Acelga	30	Grão-de-bico	35
Agrião-da-água	31	Inhame (cará) <sup>(1)</sup>	29
Aipo (salsão)	30	Jiló	33

## Continuação.

Hortaliça	Tabela	Hortaliça	Tabela
Alcachofra	30	Lentilha	35
Alface	30	Mandioca	34
Alho	32	Mandioquinha-salsa	33
Alho-porro	32	Maxixe	28
Almeirão	30	Melancia	28
Aspargo	33	Melão	28
Batata	29	Milho-doce	34
Batata-doce	34	Milho-verde	34
Berinjela	33	Morango	30
Beterraba	28	Mostarda	32
Brócolos	28	Nabo	28
Cebola	32	Pepino	34
Cebolinha	30	Pimenta	33
Cenoura	29	Pimentão	33
Chicória	30	Quiabo	34
Chuchu	29	Rabanete	30
Coentro	30	Repolho	33
Couve	28	Rúcula	30
Couve-chinesa	28	Salsinha	30
Couve-de-bruxelas	28	Soja-verde	33
Couve-flor	28	Taro <sup>(2)</sup>	30
Ervilha-seca	35	Tomate de mesa	33
Ervilha-torta	28	Tomate industrial	34
Ervilha-verde	34	Vagem	33

<sup>(1)</sup> Nome científico: *Dioscorea* sp.

<sup>(2)</sup> Nome científico: *Colocasia esculenta* – conhecido como inhame na região Centro-Sul.

**Exemplo 13:** Determinar o turno de rega ( $TR$ ) para os diferentes períodos de cultivo do repolho.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 33, para solo de textura média e valores de  $ET_c$  e de profundidade efetiva de raízes ( $Z$ ) determinados anteriormente, obtêm-se, por interpolação linear (por segurança arredondar sempre para baixo), os seguintes turnos de rega:

Período	Fase	$ET_c$ (mm dia <sup>-1</sup> )	$Z$ (cm)	$TR$ (dia)
12/5 a 31/5	2: vegetativa	4,3	20	3
1/6 a 10/6	2: vegetativa	4,4	20	3
11/6 a 30/6	3: formação de cabeças	5,5	30	3
1/7 a 20/7	3: formação de cabeças	5,4	30	3
21/7 a 30/7	4: pré-colheita	5,2	30	4

**Tabela 28.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de abóbora, beterraba, brócolos, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, ervilha-torta, maxixe, melancia, melão e nabo, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	3	5	8	-	-	-	-	-	-
2	1	3	4	4	8	12	-	-	-
3	1	2	3	3	5	8	5	9	13
4	1	1	2	2	4	6	3	7	10
5	1	1	2	2	3	5	3	5	8
6	2x dia <sup>(2)</sup>	1	1	1	3	4	2	5	7
7	2x dia	1	1	1	2	3	2	4	6
8	-	-	-	1	2	3	2	3	5
9	-	-	-	1	2	3	2	3	4
10	-	-	-	1	2	2	1	3	4
11	-	-	-	1	1	2	1	2	3

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> 2 x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia).

**Tabela 29.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de abobrinha, batata, cenoura, chuchu e inhame (cará), conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	3	5	7	-	-	-	-	-	-
2	1	2	4	4	7	11	-	-	-
3	1	2	2	3	5	7	4	8	12
4	1	1	2	2	4	5	3	6	9
5	1	1	1	2	3	4	3	5	7
6	2x dia <sup>(2)</sup>	1	1	1	2	4	2	4	6
7	2x dia	1	1	1	2	3	2	3	5
8	-	-	-	1	2	3	2	3	4
9	-	-	-	1	2	2	1	3	4
10	-	-	-	1	1	2	1	2	4
11	-	-	-	1	1	2	1	2	3

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> 2 x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia).

**Tabela 30.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de acelga, aipo (salsão), alcachofra, alface, almeirão, cebolinha, chicória, coentro, espinafre, morango, rabanete, rúcula, salsinha e taro (*Colocasia*), conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	2	4	5	-	-	-	-	-	-
2	1	2	3	3	5	8	-	-	-
3	1	1	2	2	4	5	3	6	8
4	2x dia <sup>(2)</sup>	1	1	2	3	4	3	5	6
5	2x dia	2x dia	1	1	2	3	2	4	5
6	3x dia	2x dia	1	1	2	3	2	3	4
7	3x dia	2x dia	2x dia	1	2	2	1	3	4
8	3x dia	2x dia	2x dia	1	1	2	1	2	3
9	4x dia	2x dia	2x dia	2x dia	1	2	1	2	3
10	4x dia	2x dia	2x dia	2x dia	1	2	1	2	3
11	-	-	-	2x dia	1	1	2x dia	1	2

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> 2x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia); 3x dia = 3 regas por dia (*TR* = 1/3 dia); etc.

**Tabela 31.** Turno de rega (*TR*; dia) para a cultura de agrião-da-água, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	5			10			15		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa <sup>(2)</sup>	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	-	1	1	-	1	1	-	-	-
2	-	3x dia <sup>(3)</sup>	2x dia	-	1	1	-	1	1
3	-	4x dia	3x dia	-	2x dia	2x dia	-	2x dia	1
4	-	5x dia	5x dia	-	3x dia	3x dia	-	2x dia	2x dia
5	-	7x dia	6x dia	-	3x dia	3x dia	-	2x dia	2x dia
6	-	8x dia	7x dia	-	4x dia	3x dia	-	3x dia	3x dia
7	-	9x dia	8x dia	-	5x dia	4x dia	-	3x dia	3x dia
8	-	10x dia	9x dia	-	5x dia	5x dia	-	3x dia	3x dia
9	-	10x dia	10x dia	-	6x dia	5x dia	-	4x dia	3x dia
10	-	11x dia	10x dia	-	7x dia	6x dia	-	5x dia	4x dia
11	-	12x dia	11x dia	-	8x dia	7x dia	-	5x dia	5x dia

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> Cultivo não recomendado em solo de textura grossa.

<sup>(3)</sup> 2x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia); 3x dia = 3 regas por dia (*TR* = 1/3 dia); etc.

**Tabela 32.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de alho, alho-porro, cebola e mostarda, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	2	4	6	-	-	-	-	-	-
2	1	2	3	3	6	9	-	-	-
3	1	1	2	2	4	6	4	7	10
4	1	1	2	2	3	5	3	5	8
5	2x dia <sup>(2)</sup>	1	1	1	3	4	2	4	6
6	2x dia	1	1	1	2	3	2	4	5
7	2x dia	1	1	1	2	3	2	3	4
8	-	-	-	1	2	2	1	3	4
9	-	-	-	1	1	2	1	2	3
10	-	-	-	1	1	2	1	2	3
11	-	-	-	2x dia	1	1	1	2	2

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> 2x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia).

**Tabela 33.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de aspargo, berinjela, feijão-caupi-verde, jiló, mandioquinha-salsa, pimenta, pimentão, repolho, soja-verde, tomate de mesa e vagem, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	3	7	9	-	-	-	-	-	-
2	2	3	5	5	10	14	-	-	-
3	1	2	3	3	7	9	5	11	15
4	1	2	2	2	5	7	4	8	11
5	1	1	2	2	4	5	3	7	9
6	1	1	2	2	3	5	3	6	8
7	2x dia <sup>(2)</sup>	1	1	1	3	4	2	5	6
8	-	-	-	1	2	3	2	4	6
9	-	-	-	1	2	3	2	4	5
10	-	-	-	1	2	3	2	3	5
11	-	-	-	1	1	2	1	2	3

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> 2x dia = 2 regas por dia (*TR* = 1/2 dia).

**Tabela 34.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de batata-doce, ervilha-verde, mandioca, milho-doce, milho-verde, pepino, quiabo e tomate industrial, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	4	7	10	-	-	-	-	-	-
2	2	4	5	5	11	15	-	-	-
3	1	2	3	4	7	10	6	12	17
4	1	2	3	3	5	8	4	9	13
5	1	1	2	2	4	6	4	7	10
6	1	1	2	2	4	5	3	6	8
7	1	1	1	2	3	4	3	5	7
8	-	-	-	1	3	4	2	5	6
9	-	-	-	1	2	3	2	4	6
10	-	-	-	1	2	3	2	4	5
11	-	-	-	1	2	2	1	3	4

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

**Tabela 35.** Turno de rega (*TR*; dia) para as culturas de ervilha-seca, grão-de-bico e lentilha, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )	Profundidade (cm)								
	10			30			50		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	4	8	12	-	-	-	-	-	-
2	2	4	6	6	13	18	-	-	-
3	1	3	4	4	8	12	7	14	20
4	1	2	3	3	6	9	5	11	15
5	1	2	2	2	5	7	4	8	12
6	1	1	2	2	4	6	3	7	10
7	1	1	2	2	4	5	3	6	9
8	-	-	-	2	3	5	3	5	8
9	-	-	-	1	3	4	2	5	7
10	-	-	-	1	3	4	2	4	6
11	-	-	-	1	2	3	1	3	4

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

Como mencionado anteriormente, o procedimento para a determinação do turno de rega na fase 1 (inicial) é apresentado no tópico Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura. Assim, as Tabelas 28 a 35 não devem ser usadas para determinação de turno de rega durante a fase 1.

Os turnos de rega apresentados nas Tabelas 28 a 35 foram computados pela equação 12, considerando os seguintes valores de disponibilidade total de água no solo (*DTA*): 0,5 mm cm<sup>-1</sup> para solos de textura grossa; 1,2 mm cm<sup>-1</sup> para textura média e 1,9 mm cm<sup>-1</sup> para textura fina. Os fatores de reposição de água ao solo, conforme a hortaliça e o tipo de solo, foram os apresentados no tópico Considerações sobre manejo de irrigação em tempo real.

$$TR = \frac{DTA}{ETc} \times f_r \times Z \quad (12)$$

em que

*TR* = turno de rega (dia).

*DTA* = disponibilidade total de água no solo (mm cm<sup>-1</sup>).

*ETc* = evapotranspiração de cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

*f<sub>r</sub>* = fator de reposição de água ao solo (decimal).

*Z* = profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

## Lâmina de água real necessária

A lâmina de água real necessária para suprir as necessidades hídricas das plantas é determinada pela seguinte expressão:

$$LRN = TR \times ETc \quad (13)$$

em que

*LRN* = lâmina de água real necessária (mm).

*TR* = turno de rega (dia).

*ETc* = evapotranspiração de cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

A  $ET_c$ , especificamente na fase 2 (vegetativa), deverá ser recalculada sempre que o turno de rega durante essa fase, determinado nas Tabelas 28 a 35, for igual ou menor a 1 dia. Isso se faz necessário em razão da maior perda de água por evaporação quando se irriga diariamente. No caso de regas diárias, o valor de  $ET_c$  a ser considerado no cálculo de  $LRN$  deve ser obtido na Tabela 36, independente da hortaliça.

**Tabela 36.** Evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) para hortaliças irrigadas diariamente (turno de rega  $\leq 1$  dia) durante a fase vegetativa (2), conforme a temperatura e a umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ).

$UR_m$ (%)	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6

**Exemplo 14:** Determinar a  $LRN$  nos diferentes períodos de cultivo do repolho, considerando os valores de turno de rega e  $ET_c$  determinados anteriormente.

**Solução do exemplo:** Pela equação 13, obtêm-se:

Período	Fase	$TR$ (dia)	$ET_c$ ( $\text{mm dia}^{-1}$ )	$LRN$ (mm)
12/5 a 31/5	2: vegetativa	3	4,3	$3 \times 4,3 = 12,9$
1/6 a 10/6	2: vegetativa	3	4,4	$3 \times 4,4 = 13,2$
11/6 a 30/6	3: formação de cabeças	3	5,5	$3 \times 5,5 = 16,5$
1/7 a 20/7	3: formação de cabeças	3	5,4	$3 \times 5,4 = 16,2$
21/7 a 30/7	4: pré-colheita	4	5,2	$4 \times 5,2 = 20,8$

# Eficiência de irrigação

Caso não se disponha da eficiência de irrigação ( $E_i$ ) correta para o sistema usado, esta pode ser estimada tendo como guia os valores apresentados na Tabela 3. Para sistemas convencionais por aspersão, pode-se obter uma melhor estimativa usando-se os valores apresentados na Tabela 37.

**Tabela 37.** Sugestão de valores de eficiência de irrigação (%) para sistemas por aspersão convencional, conforme a intensidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação, a lâmina real de água aplicada e a velocidade do vento.

Lâmina de água (mm)	Intensidade de aplicação (mm h <sup>-1</sup> )	
	> 15	< 15
<b>Vento muito fraco (&lt; 0,5 m s<sup>-1</sup>)</b>		
< 15	65	70
15–30	70	75
> 30	75	80
<b>Vento fraco (0,5 m s<sup>-1</sup>–2,0 m s<sup>-1</sup>)</b>		
< 15	60	65
15–30	65	70
> 30	70	75
<b>Vento moderado (2,0 m s<sup>-1</sup>–4,0 m s<sup>-1</sup>)</b>		
< 15	55	60
15–30	60	65
> 30	65	70
<b>Vento forte (4,0 m s<sup>-1</sup>–6,0 m s<sup>-1</sup>)</b>		
< 15	50	55
15–30	55	60
> 30	60	65

Fonte: adaptado de Antunes (1987).

**Exemplo 15:** Estabelecer a  $E_i$  para o sistema de irrigação usado.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 37, para intensidade de aplicação do sistema de 14,6 mm h<sup>-1</sup> e vento de 1,5 m s<sup>-1</sup> tem-se:

$E_i = 65\%$  Para  $LRN < 15$  mm

$E_i = 70\%$  Para  $15 \text{ mm} \leq LRN \leq 30$  mm

# Lâmina de água total necessária

Como nenhum sistema de irrigação é capaz de irrigar com 100% de eficiência, é necessário aplicar uma lâmina de água maior que o valor de *LRN* determinado no passo anterior. Assim, a lâmina de água total necessária por irrigação é calculada a partir de *LRN* levando-se em consideração a *Ei* do sistema, ou seja:

$$LTN = \frac{100 \times LRN}{Ei} \quad (14)$$

em que

*LTN* = lâmina de água total necessária (mm).

*LRN* = lâmina de água real necessária (mm).

*Ei* = eficiência de irrigação (%).

**Exemplo 16:** Determinar a *LTN* nos diferentes períodos de cultivo do repolho, considerando os valores de *LRN* e de *Ei* estabelecidos anteriormente.

**Solução do exemplo:** Pela equação 14, tem-se que:

Período	Fase	<i>LRN</i> (mm)	<i>Ei</i> (%)	<i>LTN</i> (mm)
12/5 a 31/5	2: vegetativa	12,9	65	$(100 \times 12,9)/65 = 19,8$
1/6 a 10/6	2: vegetativa	13,2	65	$(100 \times 13,2)/65 = 20,3$
11/6 a 30/6	3: formação de cabeças	16,5	70	$(100 \times 16,5)/70 = 23,6$
1/7 a 20/7	3: formação de cabeças	16,2	70	$(100 \times 16,2)/70 = 23,1$
21/7 a 30/7	4: pré-colheita	20,8	70	$(100 \times 20,8)/70 = 29,7$

Havendo problemas de salinidade na água de irrigação e/ou no solo, o que é comum em regiões áridas e semiáridas, deve-se aplicar uma fração adicional de água para manter o balanço adequado de sais na zona radicular das plantas. Em caso de risco de salinidade, o irrigante deve procurar um técnico da extensão rural ou especializado para recomendações de medidas preventivas ou corretivas de controle.

# Tempo de irrigação

Nos sistemas convencionais, o tempo de irrigação necessário para aplicar a lâmina total depende da intensidade de aplicação de água pelo sistema, sendo determinada por:

$$T_i = \frac{60 \times LTN}{I_a} \quad (15)$$

em que

$T_i$  = tempo de irrigação (min).

$LTN$  = lâmina de água total necessária (mm).

$I_a$  = intensidade de aplicação de água ( $\text{mm h}^{-1}$ ).

**Exemplo 17:** Calcular o  $T_i$  para aplicar as lâminas totais de água determinadas no exemplo 16 para cada período de cultivo do repolho.

**Solução do exemplo:** Pela Equação 15, para  $I_a$  de  $14,6 \text{ mm h}^{-1}$ , os tempos de irrigação ( $T_i$ ) são:

Período	Fase	$LTN$ (mm)	$T_i$ (min)
12/5 a 31/5	2: vegetativa	19,8	$(60 \times 19,8)/14,6 = 81$
1/6 a 10/6	2: vegetativa	20,3	$(60 \times 20,3)/14,6 = 83$
11/6 a 30/6	3: formação de cabeças	23,6	$(60 \times 23,6)/14,6 = 100$
1/7 a 20/7	3: formação de cabeças	23,1	$(60 \times 23,1)/14,6 = 95$
21/7 a 30/7	4: pré-colheita	29,7	$(60 \times 29,7)/14,6 = 122$

Para os sistemas pivô central e autopropelido não se determina especificamente o tempo de irrigação, mas sim a velocidade de deslocamento do equipamento necessária para aplicar  $LTN$ . No caso do pivô central, a velocidade de deslocamento é ajustada em um temporizador, no quadro de comando do sistema, com escala de 0% a 100%. Deve-se selecionar a velocidade (percentagem) que permita a aplicação de uma lâmina de água igual ou ligeiramente superior ao valor calculado de  $LTN$ . As lâminas aplicadas para cada velocidade do pivô, apesar de serem fornecidas pelo fabricante, devem ser aferidas para as condições locais e atuais de operação do sistema.

# Adequação do tempo de irrigação

Variações bruscas de temperatura e umidade relativa do ar ou a ocorrência de chuvas afetam calendários e estratégias pré-definidos de irrigação. Isso ocorre principalmente durante a estação chuvosa. Variações climáticas em regiões ou estações secas são pouco significativas, e adequações no tempo de irrigação inicialmente calculado são, geralmente, desnecessárias. Por exemplo, para períodos em que a temperatura é muito mais alta e/ou a umidade relativa do ar é muito mais baixa que a normal histórica, a evapotranspiração atual da cultura pode ser até 50% maior que a evapotranspiração histórica. Conseqüentemente, a lâmina de água a ser aplicada por irrigação, calculada previamente em função dos dados históricos médios, deve ser ajustada.

O ajuste do tempo de irrigação deve ser feito recalculando a  $ET_c$  em função da temperatura e da umidade relativa do ar atuais, mantendo-se o valor de turno de rega inicialmente computado a partir dos dados históricos. Pequenas variações climáticas não devem ser consideradas, devendo-se aplicar a lâmina de água previamente computada. O procedimento para adequação do tempo de irrigação é apresentado simultaneamente com a solução do exemplo que segue.

**Exemplo 18:** Considere que na segunda semana do mês de julho, durante a fase de formação de cabeças de repolho, o produtor percebeu que o clima estava muito mais quente e mais seco do que o normal na região. A temperatura média durante a semana foi de 24 °C (valor histórico de 20 °C), e a umidade relativa reduziu para 50% (valor histórico de 55%). Recalcular o tempo de irrigação para essa nova condição, considerando as mesmas informações apresentadas para o estudo de caso do repolho.

## **Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 12, para a temperatura de 24 °C e umidade relativa de 50%, obtém-se que a  $ET_c$  durante a fase de formação de cabeças é  $ET_c = 6,8 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 2: Pela Equação 13, para  $TR = 3$  dias (computado no exemplo 13) e  $ET_c = 6,8 \text{ mm dia}^{-1}$ , tem-se que a lâmina de água real necessária é  $LRN = 20,4 \text{ mm}$ .

Passo 3: Pela equação 14, para  $LRN = 20,4 \text{ mm}$  e  $E_i = 70\%$ , tem-se que a lâmina de água total necessária é  $LTN = 29,1 \text{ mm}$ .

Passo 4: Pela equação 15, para  $LTN = 29,1 \text{ mm}$  e  $I_a = 14,6 \text{ mm h}^{-1}$ , o tempo de irrigação, para a nova condição climática, é  $T_i = 120 \text{ min}$  ( $T_i = 95 \text{ min}$  para a condição climática normal).

# Prorrogação da irrigação em decorrência de chuvas

Em algumas regiões ou estações do ano é normal a ocorrência de chuvas durante o ciclo da cultura, o que requer alteração do calendário de irrigação inicialmente previsto. Portanto, caso ocorram chuvas significativas (acima de 5 mm), a próxima irrigação deve ser reprogramada.

Sugestões de número de dias para o adiamento das irrigações (*PIR*), em função da quantidade de chuva, da *ETc* e do número de dias desde a última irrigação (*UIR*), são apresentadas na Tabela 38.

**Tabela 38.** Sugestão de número de dias para a prorrogação da irrigação (*PIR*) por causa da ocorrência de chuvas, conforme a evapotranspiração da cultura (*ETc*) e o número de dias desde a última irrigação (*UIR*).

<i>UIR</i> (dia)	Chuva <sup>(1)</sup>							
	Moderada (10 mm–20 mm)				Forte (> 20 mm)			
	<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )				<i>ETc</i> (mm dia <sup>-1</sup> )			
	< 3	3–5	5–7	> 7	< 3	3–5	5–7	> 7
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	1	2	2	2	2
3	3	3	2	1	3	3	3	3
4	4	3	2	1	4	4	4	3
5	4	3	2	1	5	5	5	3
6	4	3	2	1	6	6	5	3
7	4	3	2	1	7	7	5	3
8	4	3	2	1	8	7	5	3
9	4	3	2	1	9	7	5	3
10	4	3	2	1	10	7	5	3
> 10	4	3	2	1	10	7	5	3

<sup>(1)</sup> Não prorrogar a irrigação (*PIR* = 0) em caso de chuva fraca (< 5 mm).

**Exemplo 19:** Considerar que na última semana do mês de junho, durante a fase de formação de cabeças de repolho, ocorreu uma chuva de 12 mm 2 dias após a cultura ter sido irrigada (*UIR* = 2 dias). Determinar o dia da próxima irrigação para a nova condição.

**Solução do exemplo:** Conforme previamente calculado nos exemplos 10 e 13, a *ETc* nesse período é de 5,5 mm dia<sup>-1</sup> e o turno de rega de 3 dias. Na Tabela 38 para *ETc* = 5,5 mm dia<sup>-1</sup>, chuva moderada e *UIR* = 2 dias, obtém-se que as irrigações devem ser adiadas em *PIR* = 2 dias. Como faltava 1 dia (*TR* - *UIR*) para se irrigar novamente, a próxima irrigação, em razão da chuva ocorrida, deve ser realizada somente 3 dias (*PIR* + *TR* - *UIR*) depois de ter chovido. O tempo de irrigação será o mesmo determinado no exemplo 17, ou seja, *Ti* = 100 min.

# Períodos críticos da cultura

As hortaliças apresentam determinadas fases de desenvolvimento em que a deficiência de água ocasiona redução de produtividade maior do que em outras. Em geral, o período crítico ocorre na fase em que o produto ou parte da planta a ser comercializado está se desenvolvendo (Tabela 39). Nessas fases, deve-se ter atenção especial, não permitindo que a irrigação seja realizada de forma deficitária ou ineficiente.

**Exemplo 20:** Determinar a fase de desenvolvimento da cultura do repolho mais crítica à deficiência de água no solo.

**Solução do exemplo:** Na Tabela 39, tem-se que o período mais crítico do repolho é o de formação de cabeças.

**Tabela 39.** Períodos críticos à deficiência de água no solo para diferentes hortaliças.

Hortaliça	Período crítico <sup>(1)</sup>
Abóbora	Frutificação
Abobrinha	Frutificação
Acelga	Todo o ciclo
Agrião-da-água	Todo o ciclo
Aipo (salsão)	Expansão de hastes
Alcachofra	Formação de inflorescências
Alface	Formação de cabeças
Alho	Bulbificação
Alho-porro	Todo o ciclo
Almeirão	Principalmente antes da colheita
Aspargo	Formação de turriões
Batata	Tuberização
Batata-doce	Primeiros 40 dias
Berinjela	Floração e frutificação
Beterraba	Primeiros 60 dias
Brócolos	Formação de inflorescências
Cebola	Bulbificação
Cebolinha	Todo o ciclo
Cenoura	Primeiros 40 dias
Chicória	Todo o ciclo
Chuchu	Floração e frutificação
Coentro	Principalmente antes da colheita
Couve	Todo o ciclo
Couve-chinesa	Todo o ciclo
Couve-de-bruxelas	Formação de brotos
Couve-flor	Formação de inflorescências

Continua...

**Tabela 39.** Continuação.

Hortaliça	Período crítico <sup>(1)</sup>
Ervilha-seca	Floração e enchimento de grãos
Ervilha-torta	Floração e formação de vagem
Ervilha-verde	Floração e enchimento de grãos
Espinafre	Todo o ciclo
Feijão-caupi-verde	Floração e enchimento de grãos
Grão-de-bico	Floração e enchimento de grãos
Inhame (cará)	Crescimento vegetativo e floração
Jiló	Floração e frutificação
Lentilha	Floração e enchimento de grãos
Mandioca	Enraizamento e expansão de raízes
Mandioquinha-salsa	Pegamento de muda
Maxixe	Floração e frutificação
Melancia	Frutificação
Melão	Floração e frutificação
Milho-doce	Polinização e formação de espiga
Milho-verde	Polinização e formação de espiga
Morango	Frutificação até maturação
Mostarda	Todo o ciclo
Nabo	Expansão de raízes
Pepino	Floração e frutificação
Pimenta	Floração e frutificação
Pimentão	Floração e frutificação
Quiabo	Floração
Rabanete	Expansão de raízes
Repolho	Formação de cabeças
Rúcula	Todo o ciclo
Salsinha	Todo o ciclo
Soja-verde	Floração
Taro ( <i>Colocasia</i> )	Enchimento de rizomas
Tomate de mesa	Floração e frutificação
Tomate industrial	Floração e frutificação
Vagem	Floração e enchimento de grãos

<sup>(1)</sup> Em caso de transplante, o período entre o transplante e o estabelecimento de plântulas é normalmente o mais crítico. Fonte: adaptado de Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (1996).

# Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura

O turno de rega do plantio até a emergência de plantas ou do transplante até o pegamento de mudas (fase inicial) não deve ser determinado utilizando-se o método apresentado para as demais fases da cultura no tópico anterior – Manejo prático de irrigação.

Na fase inicial, observações visuais sobre a umidade na camada superficial do solo são fundamentais para o estabelecimento do regime de irrigação. Para a maioria das hortaliças, as irrigações devem ser frequentes e de pequena intensidade, procurando manter a umidade da camada superficial do solo (até 10 cm) próxima da capacidade de campo. Outras, no entanto, podem ter o estande de plantas comprometido quando se irrigar de forma muito frequente durante a fase inicial.

As irrigações, sobretudo no caso de hortaliças de sementes pequenas, como cebola, cenoura e alface, com pouca reserva nutritiva, devem ser realizadas com frequência suficiente para manter a superfície do solo sempre úmida. Principalmente em solos mais sujeitos à encrostamento superficial, por causa das gotas de água caindo durante chuvas pesadas

ou da irrigação por aspersão, a umidade é necessária para, além de promover a germinação das sementes, reduzir a consistência de crostas na superfície do solo e facilitar a emergência de plântulas.

Apesar de a umidade do solo ser também fundamental para a germinação de sementes grandes, como a ervilha, o grão-de-bico e o milho, geralmente não se faz necessário manter a superfície do solo sempre úmida por meio de regas muito frequentes, como no caso de hortaliças de sementes pequenas. Isso se dá em razão do semeio ser normalmente mais profundo, das sementes ter maior quantidade de reserva e das plântulas de hortaliças provenientes de sementes grandes serem mais vigorosas.

Hortaliças que são transplantadas geralmente requerem irrigações frequentes até o pegamento e o estabelecimento inicial das mudas. Essas irrigações são necessárias para manter o solo com alta disponibilidade de água, a fim de evitar a dessecação das folhas e permitir o crescimento inicial das raízes e das mudas.

Já para hortaliças de propagação vegetativa, como a batata, a batata-doce e a mandioquinha-salsa, o excesso de umidade no solo pode favorecer o apodrecimento de propágulos utilizados no plantio. É importante que o solo fique bem arejado. A camada superficial de 5 cm pode se apresentar relativamente seca, mas o solo abaixo deve ser mantido úmido.

## Primeira e segunda irrigações

A primeira irrigação deve ser suficiente para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, numa profundidade de 20 cm a 30 cm. A lâmina real de água a ser aplicada, que depende da textura e da umidade inicial do solo, varia de 5 mm, para solos de textura grossa, a 50 mm, para os de textura fina. As lâminas a serem aplicadas na primeira irrigação podem ser estimadas na Tabela 40.

Quando o plantio ou transplante é realizado de forma mecanizada, pode ser necessário, dependendo do tipo de solo e lâmina de irrigação aplicada, aguardar um tempo mínimo para que o terreno apresente condições ideais para a entrada de máquina.

**Tabela 40.** Lâmina real de água (mm) a ser aplicada na primeira irrigação, por ocasião do plantio ou transplante de mudas, conforme a textura e a umidade do solo.

Umidade	Textura <sup>(1)</sup>		
	Grossa	Média	Fina
Alta (úmido)	5	10	15
Média	10	20	25
Baixa (seco)	15	30	50

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

Tanto o plantio quanto o transplante devem ser realizados, via de regra, após a primeira irrigação, seguido imediatamente de uma irrigação leve. A lâmina de água a ser aplicada nessa segunda irrigação, que deve variar de 5 mm a 10 mm, é recomendada, principalmente, para eliminar bolsões de ar e promover um contato direto do solo com as sementes, parte de propágulos enterrados e, principalmente, com raízes de mudas.

Hortaliças de sementes grandes e/ou de alto vigor, como a ervilha, o milho-doce e a vagem, podem ser semeadas, sem restrições, em solos secos (semear na poeira), irrigando-se posteriormente com a lâmina de água indicada na Tabela 40.

**Exemplo 21:** Determinar o tempo necessário para se realizar a primeira irrigação antes do transplante das mudas de repolho em solo de textura média, considerando plantio em solo seco.

**Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 40, para solo seco de textura média, a lâmina real de água necessária é estimada em  $LRN = 30,0$  mm.

Passo 2: Pela equação 14, para  $LRN = 30,0$  mm e  $E_i = 70$  (Tabela 37), a lâmina de água total necessária é  $LTN = 42,9$  mm.

Passo 3: Pela equação 15, para  $LTN = 42,9$  mm e  $I_a = 14,6$  mm h<sup>-1</sup>, o tempo de irrigação é  $T_i = 176$  min.

## Irrigações subsequentes

Sugestões de turno de rega durante a fase inicial são apresentadas na Tabela 41, conforme a textura do solo e a  $ET_0$ . Para uso da Tabela 41, o valor de  $ET_0$  deve ser determinado na Tabela 26 em função da temperatura e umidade relativa média do ar.

**Tabela 41.** Sugestão de turno de rega (*TR*; dia) durante a fase inicial de desenvolvimento de diferentes hortaliças, conforme o sistema de plantio no campo, a textura do solo e a evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*).

Hortaliça	<i>ET<sub>o</sub></i> (mm dia <sup>-1</sup> )								
	< 4			4–6			> 6		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura <sup>(1)</sup>			Textura <sup>(1)</sup>		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
<b>Plantio direto de sementes, bulbos, ramas, rebentos, tubérculos, etc.</b>									
Abóbora	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Abobrinha	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Agrião-da-água	-( <sup>2</sup> )	2	2	-( <sup>2</sup> )	1	1	-( <sup>2</sup> )	2 × dia <sup>(B)</sup>	1
Aipo (salsão)	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Alcachofra	1	2	4	1	2	3	1	1	2
Alho	1	2	4	1	2	3	2 × dia	1	2
Alho-porro	1	2	4	1	2	3	2 × dia	1	2
Almeirão	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Batata	2	4	6	3	3	5	1	3	4
Batata-doce	2	3	5	1	2	3	1	1	2
Beterraba	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Cebola	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Cebolinha	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Cenoura	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1
Chuchu	2	4	6	1	3	4	1	2	3
Coentro	1	2	3	2 × dia	1	2	2 × dia	1	1
Couve	1	2	3	2 × dia	1	2	2 × dia	1	1
Ervilha-seca	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Ervilha-torta	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Ervilha-verde	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Espinafre	1	2	4	1	2	3	1	1	2
Feijão-caupi-verde	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Grão-de-bico	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Inhame (cará)	3	5	7	3	4	5	2	3	4
Jiló	1	2	4	1	2	3	1	1	2
Lentilha	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Mandioca	2	4	6	2	3	5	1	3	4
Mandioquinha-salsa	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Maxixe	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Melancia	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Melão	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Milho-doce	2	4	6	2	3	5	1	3	4
Milho-verde	2	4	6	2	3	5	1	3	4
Nabo	1	2	4	1	2	3	1	1	2
Pepino	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Quiabo	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Rabanete	1	2	3	2 × dia	1	2	2 × dia	1	1
Rúcula	1	1	2	2 × dia	1	1	2 × dia	2 × dia	1

Continua...

**Tabela 41.** Continuação.

Hortaliça	ET <sub>0</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )								
	< 4			4–6			> 6		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura <sup>(1)</sup>			Textura <sup>(1)</sup>		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
Salsinha	1	1	2	2× dia	1	1	2× dia	2× dia	1
Soja-verde	2	3	5	1	2	4	1	2	3
Taro ( <i>Colocasia</i> )	3	4	5	2	3	4	1	2	3
Tomate de mesa	1	2	4	1	2	3	2× dia	1	2
Tomate industrial	1	2	4	1	2	3	2× dia	1	2
Vagem	2	3	5	1	2	4	1	2	3
<b>Transplante de mudas</b>									
Abóbora	1	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Abobrinha	1	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Acelga	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Agrião-da-água	-( <sup>2</sup> )	1	1	-( <sup>2</sup> )	2× dia	2× dia	-( <sup>2</sup> )	3× dia	3× dia
Aipo (salsão)	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Alface	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Alho-porro	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Almeirão	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Aspargo	2	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Berinjela	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Brócolos	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Cebola	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Cebolinha	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Chicória	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Couve	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Couve-chinesa	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Couve-de-bruxelas	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Couve-flor	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Jiló	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Mandioquinha-salsa	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Maxixe	1	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Melancia	1	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Melão	1	3	4	1	2	3	2× dia	1	2
Morango	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Mostarda	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Pepino	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Pimenta	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Pimentão	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Repolho	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Rúcula	2× dia	1	2	2× dia	1	1	3× dia	2× dia	1
Tomate de mesa	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1
Tomate industrial	1	2	3	1	1	2	2× dia	1	1

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> Cultivo não recomendado em solo de textura grossa.

<sup>(3)</sup> 2× dia = 2 regas por dia ( $TR = 1/2$  dia); 3× dia = 3 regas por dia ( $TR = 1/3$  dia).

Definido o turno de rega, a lâmina de água a ser aplicada por irrigação até o início da fase vegetativa é estimada pela equação 13. A  $ET_c$ , durante a fase inicial, é muito dependente do turno de rega, sendo sua determinação realizada conforme indicado a seguir:

$TR \geq 3$  dias –  $ET_c$  determinada nas Tabelas 6 a 25, conforme a hortaliça de interesse e a temperatura e a umidade relativa média do ar.

$TR \leq 2$  dias –  $ET_c$  determinada na Tabela 42, conforme a temperatura e a umidade relativa média do ar.

Os passos, para as determinações do turno de rega e do tempo de irrigação, são apresentados no exemplo a seguir.

**Tabela 42.** Evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) durante as fases inicial (1) e de formação de mudas para turnos de rega ( $TR$ ) de até 2 dias, conforme a temperatura e a umidade relativa média do ar ( $UR_m$ ).

$UR_m$ (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
$TR \leq 1$ dia												
40	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2
45	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8
50	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	7,9	8,6	9,3
55	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
60	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4
65	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9
70	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4
75	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0
80	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,5
85	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0
90	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
$TR = 2$ dias												
40	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	8,3
45	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,9
50	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
55	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1
60	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,8
65	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4
70	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
80	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3
85	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9
90	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5

**Exemplo 22:** Determinar o turno de rega e o tempo de irrigação durante a fase inicial da cultura do repolho, considerando as informações apresentadas para o estudo de caso do repolho.

**Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 26, para  $T_m = 22$  °C e  $UR_m = 66\%$ , obtém-se  $ET_o = 5,0$  mm dia<sup>-1</sup>.

Passo 2: O turno de rega, determinado na Tabela 41, para transplante de mudas,  $ET_o = 5,0$  mm dia<sup>-1</sup> e solo de textura média, é  $TR = 1$  dia.

Passo 3: Na Tabela 42, para  $TR = 1$  dia,  $T_m = 22$  °C e  $UR_m = 66\%$ , obtém-se  $ET_c = 5,3$  mm dia<sup>-1</sup>.

Passo 4: A lâmina de água real necessária por irrigação, calculada pela equação 13, para  $TR = 1$  dia e  $ET_c = 5,3$  mm dia<sup>-1</sup>, é  $LRN = 5,3$  mm.

Passo 5: Pela equação 14, para  $LRN = 5,3$  mm e  $Ei = 65\%$  (Tabela 37), a lâmina de água total necessária é  $LTN = 8,2$  mm.

Passo 6: Pela equação 15, para  $LTN = 8,2$  mm e  $I_a = 14,6$  mm h<sup>-1</sup>, o tempo de irrigação é  $Ti = 34$  min.



# Manejo de irrigação na fase de produção de mudas

O estabelecimento de campos de produção a partir do transplante de mudas tem sido uma prática muito utilizada para várias hortaliças. Para o sucesso da cultura, é fundamental que sejam utilizadas mudas saudáveis e vigorosas, as quais podem ser adquiridas com produtores especializados – normalmente denominados de viveiristas – ou produzidas pelo próprio agricultor.

Enquanto a produção de mudas por viveiristas é feita exclusivamente em bandejas, em condições de ambiente protegido, a produção pelo próprio agricultor pode também ocorrer em copinhos e em sementeiras. Atualmente, o uso de bandejas é uma prática comum mesmo entre aqueles agricultores que produzem as próprias mudas. O uso de sementeiras e de copinhos, que já foi bastante usada nas últimas décadas, está hoje restrito a pequenos produtores.

Independentemente de como as mudas são produzidas, as irrigações devem ser realizadas por aspersão, preferencialmente usando-se microaspersores, pois molham menores áreas e produzem gotas de pequeno tamanho. Na produção de pequena quantidade de mudas, as regas podem ser feitas usando mangueira com bico de regador ou regador manual.

# Irrigação de sementeiras e copinhos

Embora terrenos com boa drenagem natural sejam recomendados para sementeiras, solos de textura grossa devem ser evitados. Por reterem pouca água, solos de textura grossa requerem irrigações muito frequentes, o que dificulta a produção de mudas de qualidade. Tais solos também não devem ser utilizados para produção de mudas em copinhos.

Antes da sementeira, os canteiros devem ser irrigados o suficiente para elevar a umidade do solo até capacidade de campo, numa profundidade de 20 cm a 30 cm. A lâmina de água a ser aplicada nessa primeira irrigação pode ser estimada na Tabela 40. No caso de copinhos, que devem ser perfurados para drenar o excesso de água, irrigar até o solo começar a drenar.

As demais irrigações devem ser leves e frequentes, procurando manter o solo próximo à capacidade de campo, para não prejudicar a germinação das sementes, a emergência de plantas e o desenvolvimento das mudas. Apesar de ser uma fase muito sensível à deficiência de água, o excesso também é prejudicial, pois, entre outros problemas, favorece doenças de solo.

Da sementeira até cerca de 1 a 2 semanas após a emergência (período inicial), irrigar, em geral, duas vezes por dia, uma pela manhã e outra pela tarde; em condições de clima ameno e solos com alta retenção de água, uma rega diária no final da tarde pode ser suficiente. Com o crescimento das raízes até as mudas estarem formadas (período final), irrigar de forma mais espaçada – 1 a 2 dias (Tabela 43). Copinhos podem requerer irrigações mais frequentes.

A lâmina de água real necessária por irrigação é computada pela equação 13, sendo que a  $ET_c$  para sementeira e copinhos pode ser estimada na Tabela 42. O tempo de irrigação é calculado pela equação 15, conforme passos apresentados no exemplo a seguir. No caso de copinhos, irrigar o suficiente para que uma pequena quantidade de água drene pelas perfurações nos copinhos.

**Exemplo 23:** Considere uma sementeira de repolho instalada em solo de textura média, ambiente com temperatura média do ar de 20 °C e umidade relativa de 70% e irrigada por microaspersão ( $I_a = 17,5 \text{ mm h}^{-1}$  e  $Ei = 85\%$ ). Calcular o turno de rega e o tempo de irrigação.

**Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 26, para  $T_m = 20 \text{ °C}$  e  $UR_m = 70\%$ , obtém-se  $ET_o = 4,4 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 2: Na Tabela 43, para  $ET_o = 4,4 \text{ mm dia}^{-1}$  e solo de textura média, obtém-se  $TR = 0,5 \text{ dia}$ , para o período inicial, e  $TR = 1 \text{ dia}$ , para o período final de formação de mudas.

Passo 3: Na Tabela 42, para  $T_m = 20 \text{ °C}$ ,  $UR_m = 70\%$  e  $TR \leq 1 \text{ dia}$ , obtém-se  $ET_c = 4,6 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 4: Pela equação 13, para  $ET_c = 4,6 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $TR = 0,5 \text{ dia}$  e  $TR = 1 \text{ dia}$ , obtém-se  $LRN = 2,3 \text{ mm}$  e  $4,6 \text{ mm}$  durante os períodos inicial e final, respectivamente.

Passo 5: Pela equação 14, para  $LRN = 2,3 \text{ mm}$  e  $4,6 \text{ mm}$  e  $Ei = 85\%$ , obtém-se  $LTN = 2,7 \text{ mm}$  e  $5,4 \text{ mm}$  durante os períodos inicial e final, respectivamente.

Passo 6: Pela equação 15, para  $LTN = 2,7 \text{ mm}$  e  $5,4 \text{ mm}$  e  $I_a = 17,5 \text{ mm h}^{-1}$ , obtém-se  $Ti = 9 \text{ min}$  e  $19 \text{ min}$  durante os períodos inicial e final, respectivamente.

Para que as mudas tenham maior tolerância às condições de estresse durante as etapas de arranquio e de transplante, a lâmina de água fornecida durante o período final de formação de mudas (7 a 10 dias) deve ser reduzida gradualmente. Em solos com maior retenção de água e climas mais amenos, é indicado ainda suspender as irrigações de 2 a 4 dias antes do transplante. Os canteiros devem, no entanto, ser irrigados na véspera do arranquio para se evitar danos excessivos às raízes.

**Tabela 43.** Sugestão de turno de rega ( $TR$ ; dia) durante a fase de formação de mudas de hortaliças em sementeira, conforme a textura do solo, a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o período de desenvolvimento das mudas.

Período	$ET_o$ (mm dia <sup>-1</sup> )					
	< 4		4–6		> 6	
	Textura <sup>(1)</sup>		Textura		Textura	
	Média	Fina	Média	Fina	Média	Fina
Inicial <sup>(2)</sup>	1	2	2x dia <sup>(3)</sup>	1	3x dia	2x dia
Final	2	3	1	2	2x dia	1

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

<sup>(2)</sup> Varia de 7 a 15 dias após a emergência de plântulas, dependendo do desenvolvimento das mudas.

<sup>(3)</sup> 2x dia = 2 regas por dia ( $TR = 1/2 \text{ dia}$ ); 3x dia = 3 regas por dia ( $TR = 1/3 \text{ dia}$ ).

# Irrigação de bandejas

As bandejas utilizadas na produção de mudas são, geralmente, de isopor ou resina plástica com 128, 200 e 288 células. As células devem ser preenchidas com substrato comercial ou com misturas preparadas na propriedade, nunca com solo puro. Em razão do pequeno volume de substrato disponível para cada muda, o controle de irrigação é muito mais delicado que no sistema de produção de mudas em sementeira.

As irrigações devem ser realizadas preferencialmente nas horas de temperaturas mais amenas, antes que as plântulas apresentem qualquer sintoma visual de deficiência hídrica. As regas devem ser mais frequentes quanto maior a temperatura e menor a umidade relativa do ar, menor o tamanho das células, menor a capacidade de retenção de água do substrato e maior o tamanho das mudas. Em geral, são requeridas de uma a quatro irrigações por dia.

A lâmina de água a ser aplicada por irrigação depende do tipo e da quantidade de substrato em cada célula. Deve ser suficiente para dar início ao escoamento de água na parte inferior da bandeja, sem acarretar perda de água superior a 10% do volume total aplicado. Esse critério, com base no volume drenado, não requer a determinação da *ETc* para se manejar as irrigações. A evapotranspiração das mudas, numa base diária, pode, em se desejando, ser estimada na Tabela 42.

Para aumentar a tolerância das mudas ao estresse hídrico durante o transporte e o transplante no campo, é, muitas vezes, indicado diminuir, de forma gradativa, o tempo de irrigação durante a última semana. Outra estratégia usada por viveristas para a rustificação de mudas é a aplicação de redutores de transpiração.

# Paralisação das irrigações

Embora as hortaliças sejam, na sua maioria, susceptíveis à deficiência de água, a realização de irrigações até o último dia do ciclo da cultura não garante, necessariamente, incremento de produtividade e de qualidade. Para algumas hortaliças e situações, irrigações até por ocasião da colheita final pode ser, inclusive, prejudicial. Por exemplo, irrigar até por ocasião da colheita prejudica a coloração de grãos de ervilha-seca, lentilha e grão-de-bico, reduz a conservação de batata, cebola e alho, e reduz o teor de sólidos solúveis e a concentração na maturação de tomate industrial. Para algumas hortaliças, como a ervilha-seca e o tomate industrial, irrigações próximas à colheita podem, inclusive, reduzir a produtividade por favorecer maior ocorrência de doenças.

Paralisar as irrigações em momento adequado beneficia, portanto, a obtenção de produtos de melhor qualidade, a uniformização de maturação, menor ocorrência de doenças e menor uso de energia, água e mão de obra, sem, contudo, prejudicar a produtividade. Mas se a última irrigação for realizada muito antes do recomendado, tanto a produtividade quanto a qualidade do produto podem ser seriamente prejudicadas.

O estabelecimento da época correta de se paralisar as irrigações é função de vários fatores, como a espécie de hortaliça, o tipo de solo e as condições climáticas. Para uma mesma hortaliça, as irrigações podem ser paralisadas tanto mais cedo quanto maior a capacidade de retenção de água pelo solo e/ou menor a demanda evaporativa da atmosfera (temperatura baixa, umidade relativa alta e/ou pouco vento).

De uma maneira geral, as hortaliças folhosas devem ser irrigadas até por ocasião da colheita, enquanto as irrigações em hortaliças para a produção de grãos secos, como a ervilha e a lentilha, podem ser paralisadas de 10 a 30 dias antes da colheita. Para os demais tipos de hortaliças (fruto, raiz, tubérculo, bulbo, etc.), a melhor época é muito variável em função de cada espécie específica, além do tipo de solo e das condições climáticas.

Sugestões para a paralisação das irrigações antes da colheita final, em função da textura do solo e da  $ET_0$ , são apresentadas na Tabela 44 para diferentes hortaliças.

**Exemplo 24:** Considerando as informações apresentadas para o estudo de caso do repolho, determinar quando paralisar as irrigações.

**Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 26, para  $T_m = 20$  °C e  $UR_m = 55\%$  (mês de julho), obtém-se  $ET_0 = 5,2$  mm dia<sup>-1</sup>.

Passo 2: Na Tabela 44, para solo de textura média e  $ET_0 = 5,2$  mm dia<sup>-1</sup>, paralisar as irrigações 4 dias antes da colheita final.

**Tabela 44.** Sugestão de número de dias para se paralisar as irrigações antes da colheita final para diferentes hortaliças, conforme a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e a textura do solo.

Hortaliça	$ET_0$ (mm dia <sup>-1</sup> )								
	< 4			4–6			> 6		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
Abóbora	5	10	14	3	6	9	2	4	6
Abobrinha	5	9	12	3	5	7	2	4	5
Acelga	1	2	2	1	1	1	0	1	1
Agrião-da-água	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Aipo (salsão)	3	5	7	2	3	4	1	2	3
Alcachofra	3	5	6	2	3	4	1	2	3
Alface	1	2	2	1	1	1	0	1	1
Alho	5	10	13	3	6	8	2	4	6

**Tabela 44.** Continuação.

Hortaliça	<i>E<sub>T0</sub></i> (mm dia <sup>-1</sup> )								
	< 4			4-6			> 6		
	Textura <sup>(1)</sup>			Textura			Textura		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
Alho-porro	2	4	5	1	2	3	1	2	2
Almeirão	1	1	2	0	1	1	0	1	1
Aspargo	5	10	15	3	6	9	2	4	6
Batata	4	8	12	3	5	7	2	4	5
Batata-doce	11	22	29	6	13	18	5	10	13
Berinjela	6	12	15	3	7	9	2	5	6
Beterraba	3	7	9	2	4	6	1	3	4
Brócolos	3	5	7	2	3	4	1	2	3
Cebola	6	11	15	4	7	9	3	5	6
Cebolinha	2	3	4	1	2	2	1	1	2
Cenoura	3	6	8	2	3	5	1	2	3
Chicória	1	2	2	1	1	1	0	1	1
Chuchu	3	6	8	2	4	5	1	3	3
Coentro	1	1	2	0	1	1	0	1	1
Couve	3	5	7	2	3	4	1	2	3
Couve-chinesa	2	3	5	1	2	4	1	2	2
Couve-de-bruxelas	3	5	7	2	3	4	1	2	3
Ervilha-verde	5	11	14	3	6	9	2	5	6
Espinafre	2	3	4	1	2	3	1	1	2
Feijão-caupi-verde	6	12	15	4	7	9	3	5	7
Grão-de-bico	13	28	37	8	17	22	6	12	16
Inhame (cará)	7	13	18	4	8	11	3	6	8
Jiló	6	11	15	3	7	9	2	5	6
Lentilha	15	31	42	9	19	25	6	13	18
Mandioca	8	16	21	5	10	13	3	7	9
Mandioquinha-salsa	4	7	11	2	4	6	2	3	5
Maxixe	5	9	13	3	5	8	2	4	5
Melancia	5	10	14	3	6	8	2	4	6
Melão	4	8	11	2	5	7	2	3	5
Milho-doce	5	10	13	3	6	8	2	4	6
Milho-verde	5	10	13	3	6	8	2	4	6
Morango	2	4	6	1	3	3	1	2	2
Mostarda	2	3	5	1	2	3	1	1	2
Nabo	4	9	12	3	5	7	2	4	5
Pepino	6	13	17	4	8	10	3	6	7
Pimenta	6	12	16	4	7	10	3	5	7
Pimentão	6	13	16	4	8	10	3	5	7
Quiabo	7	15	19	4	9	12	3	6	8
Rabanete	1	1	2	0	1	1	0	1	1
Repolho	3	6	9	2	4	5	1	3	4
Rúcula	1	1	2	0	1	1	0	0	1
Salsinha	1	2	2	1	1	1	0	1	1
Soja-verde	5	10	13	3	6	8	2	4	5
Taro ( <i>Colocasia</i> )	3	5	6	2	3	4	1	2	3
Tomate de mesa	6	13	16	4	8	10	3	5	7
Tomate industrial	13	26	35	8	16	21	5	11	15
Vagem	4	8	12	2	5	7	2	4	5

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.



# Manejo de irrigação em solos com cobertura de palhada

O uso de palhada sobre o solo (cobertura morta) é uma prática usada na produção de hortaliças, sobretudo em pequenas áreas e em sistemas orgânicos de produção. Entre as principais vantagens dessa prática, destacam-se:

- Proteção do solo contra o impacto das gotas de água da chuva e da irrigação por aspersão.
- Maior conservação de água no solo.
- Melhoria no controle de plantas invasoras.
- Menor amplitude térmica no solo.

A palhada é produzida com resíduos de vegetais picados, incluindo plantas usadas como adubo verde, culturas comerciais e capineiras destinadas para tal finalidade. Um procedimento adotado por produtores que fazem uso de preparo convencional do solo, inclusive com o levantamento de canteiros, é trazer os resíduos de outras áreas e distribuí-los sobre o solo. Já quando se utiliza sistema de plantio direto – cultivo mínimo –, os

resíduos são procedentes de um cultivo anterior realizado na própria área. Os resíduos de plantas são comumente picados, com máquinas próprias, e deixados sobre a superfície do solo. O revolvimento do solo fica restrito às covas ou aos sulcos de plantio, o que permite manter grande parte da superfície do solo protegida pela palhada.

A palhada atua como barreira contra a evaporação de água, possibilitando maior conservação de água no solo. Ao reduzir a evaporação de água, a cobertura de palhada reduz, conseqüentemente, a  $ET_c$  e a necessidade de irrigação. Como a capacidade de retenção de água do solo não se altera ao se usar a palhada, faz-se necessário aumentar o turno de rega e/ou reduzir a lâmina de água a ser aplicada em cada irrigação. A necessidade de ajuste no manejo será tanto maior quanto mais intenso for o efeito da palhada na redução da  $ET_c$ .

A redução da  $ET_c$  em solos com cobertura de palhada é bastante variável, sendo dependente, principalmente, do tipo, da fração de cobertura e da espessura da palhada, da hortalíça cultivada e da fase de desenvolvimento da cultura.

A necessidade total de água de hortalíças cultivadas em solo coberto com palhada é de 5% a 10% menor que em solo sem cobertura morta, podendo atingir de 15% a 20% em condições com palhada espessa cobrindo todo o solo e em hortalíças em que o dossel cobre somente parte da superfície do solo.

A taxa de redução de  $ET_c$  é bastante variável ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas. Enquanto durante a fase inicial de desenvolvimento (fase 1) a redução na  $ET_c$  pode atingir entre 30% e 40%, a redução a partir da fase de formação de produção (fase 3) raramente supera 10%, podendo em muitos casos ser desprezível. Tais diferenças se devem ao fato de que durante o estágio inicial, quando a cobertura do solo pelas plantas é pequena, a evaporação representa a maior parte da  $ET_c$ . À medida que as plantas se desenvolvem, a transpiração passa a ser predominante na demanda de irrigação.

O manejo de irrigação em áreas de produção com uso de palhada sobre o solo pode ser realizado seguindo o mesmo método apresentada nos tópicos Manejo prático de irrigação e Manejo prático de irrigação na fase inicial da cultura. A única adequação está relacionada à necessidade de se ajustar os valores de  $ET_c$  apresentados nas Tabelas 6 a 25, 36 e 42, que pode ser realizado pela seguinte relação:

$$ET_{c_{palha}} = ET_c \times (1 - K_{palha}) \quad (16)$$

em que

$ETc_{palha}$  = evapotranspiração da cultura em solo com cobertura de palhada (mm dia<sup>-1</sup>).

$ETc$  = evapotranspiração de cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

$K_{palha}$  = coeficiente de ajuste de  $ETc$  em solo com cobertura de palhada (adimensional).

Coeficientes de ajustes da  $ETc$ , em função da fase de desenvolvimento de diferentes hortaliças, são apresentados na Tabela 45.

Para determinação do turno de rega durante a fase inicial usando a Tabela 41, o valor de  $ETo$ , determinado na Tabela 26, também deve ser ajustado, usando os coeficientes apresentados na Tabela 45 (equação 16).

$$ETo_{palha} = ETo \times (1 - K_{palha}) \quad (17)$$

em que

$ETo_{palha}$  = evapotranspiração de referência em solo com cobertura de palhada (mm dia<sup>-1</sup>).

$ETo$  = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

$K_{palha}$  = coeficiente de ajuste de  $ETc$  em solo com cobertura de palhada (adimensional).

**Tabela 45.** Coeficiente de ajuste da evapotranspiração da cultura ( $ETc$ ) em solo com cobertura de palhada para diferentes hortaliças, conforme a fase de desenvolvimento da cultura.

Hortaliça	Fase		
	Inicial (1)	Vegetativa (2)	Formação da produção e final (3 e 4)
Abóbora	0,30–0,35	0,15–0,20	0,05–0,10
Abobrinha	0,25–0,30	0,10–0,15	0,00–0,05
Acelga	0,20–0,25	0,10–0,15	0,00–0,05
Agrião-da-água	0,05–0,10	0,00–0,00	0,00–0,00
Aipo (salsão)	0,20–0,25	0,10–0,15	0,00–0,05
Alcachofra	0,25–0,30	0,15–0,20	0,05–0,10
Alface	0,20–0,25	0,10–0,15	0,00–0,05
Alho	0,25–0,30	0,20–0,25	0,10–0,15
Alho-porro	0,25–0,30	0,20–0,25	0,10–0,15
Almeirão	0,20–0,25	0,10–0,15	0,00–0,05
Aspargo	0,25–0,30	0,15–0,20	0,05–0,10
Batata	0,25–0,30	0,10–0,15	0,00–0,05
Batata-doce	0,25–0,30	0,10–0,15	0,00–0,05
Berinjela	0,25–0,30	0,10–0,15	0,00–0,05

Continua...

**Tabela 45.** Continuação.

Hortaliça	Fase		
	Inicial (1)	Vegetativa (2)	Formação da produção e final (3 e 4)
Beterraba	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Brócolos	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Cebola	0,25-0,30	0,20-0,25	0,10-0,15
Cebolinha	0,25-0,30	0,20-0,25	0,10-0,15
Cenoura	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Chicória	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Chuchu	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Coentro	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Couve	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Couve-chinesa	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Couve-de-bruxelas	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Couve-flor	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Ervilha-seca	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Ervilha-torta	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Ervilha-verde	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Espinafre	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Feijão-caupi-verde	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Grão-de-bico	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Inhame (cará)	0,25-0,30	0,15-0,20	0,00-0,05
Jiló	0,25-0,30	0,10-0,15	0,00-0,05
Lentilha	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Mandioca	0,30-0,35	0,15-0,20	0,05-0,10
Mandioquinha-salsa	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Maxixe	0,30-0,35	0,15-0,20	0,05-0,10
Melancia	0,30-0,35	0,15-0,20	0,05-0,10
Melão	0,30-0,35	0,15-0,20	0,05-0,10
Milho-doce	0,25-0,30	0,10-0,15	0,00-0,05
Milho-verde	0,25-0,30	0,10-0,15	0,00-0,05
Morango	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Mostarda	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Nabo	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Pepino	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Pimenta	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Pimentão	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Quiabo	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Rabanete	0,20-0,25	0,10-0,15	0,05-0,10
Repolho	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Rúcula	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Salsinha	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Soja-verde	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Taro	0,20-0,25	0,10-0,15	0,00-0,05
Tomate de mesa	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10
Tomate industrial	0,25-0,30	0,15-0,20	0,00-0,05
Vagem	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10

Obs.: Os menores valores se aplicam a palhadas com 70% a 85% de cobertura do solo. Valores ainda menores devem ser considerados para palhadas de qualidade inferior.

Fonte: adaptado de Allen et al. (1998) e Marouelli et al. (2005b, 2008, 2009).

**Exemplo 25:** Considere as mesmas condições apresentadas para o estudo de caso do repolho, exceto pelo fato de que as mudas foram transplantadas em solo com 75% de cobertura de palhada. Determinar o turno de rega e o tempo de irrigação durante a fase inicial da cultura do repolho.

**Solução do exemplo:**

Passo 1: Na Tabela 44, para repolho cultivado em solo com 75% de cobertura de palhada, obtém-se que o coeficiente de ajuste da  $ETc$  é  $K_{palha} = 0,25$ .

Passo 2: Pela equação 16, para  $ETo = 5,0 \text{ mm dia}^{-1}$  (calculada no exemplo 22) e  $K_{palha} = 0,25$ , obtém-se  $ETo_{palha} = 3,8 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 3: O turno de rega, determinado na Tabela 41, para transplante de mudas,  $ETo_{palha} = 3,8 \text{ mm dia}^{-1}$  e solo de textura média, é  $TR = 2$  dias.

Passo 4: Na Tabela 42, para  $TR = 2$  dias,  $T_m = 22 \text{ °C}$  e  $UR_m = 66\%$ , obtém-se  $ETc = 4,3 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 5: Pela equação 15, para  $ETc = 4,3 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $K_{palha} = 0,25$ , obtém-se  $ETc_{palha} = 3,2 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Passo 6: A lâmina de água real necessária, calculada pela equação 13, para  $TR = 2$  dias e  $ETc_{palha} = 3,2 \text{ mm dia}^{-1}$ , é  $LRN = 6,4 \text{ mm}$ .

Passo 7: Pela equação 14, para  $LRN = 6,4 \text{ mm}$  e  $Ei = 65\%$  (Tabela 37), a lâmina de água total necessária é  $LTN = 9,8 \text{ mm}$ .

Passo 8: Pela equação 15, para  $LTN = 9,8 \text{ mm}$  e  $I_a = 14,6 \text{ mm h}^{-1}$ , o tempo de irrigação é  $Ti = 50 \text{ min}$ .

Observação: O passo 2 e o uso da Tabela 41 se aplicam apenas para manejo de irrigação durante a fase inicial. Para as fases 2 a 4, eliminar o passo 2 e usar as Tabelas 28 a 35 para determinação do turno de rega.



# Considerações sobre manejo de irrigação em tempo real

Para a produção de hortaliças em grande escala, é aconselhável adotar um método para manejo de irrigação com melhor precisão do que o apresentado anteriormente. Nesse caso, deve-se optar por métodos baseados na avaliação, em tempo real, da água do solo, especialmente da tensão com que a água é retida pela matriz do solo, e/ou da *ETc* (balanço de água no solo). Maiores informações sobre a utilização de tais métodos são apresentadas em Marouelli et al. (2011).

Além da necessidade de se conhecer a capacidade de retenção de água pelo solo, a utilização de tais métodos requer informações sobre parâmetros relacionados às necessidades hídricas das hortaliças que possibilitem determinar, de forma precisa, o momento de se irrigar e a lâmina diária de água usada pelas plantas.

Na Tabela 46, são apresentadas faixas de tensão-limite de água no solo que devem ser consideradas como critério para indicação do momento adequado para se irrigar as principais hortaliças. A tensão de água no solo deve ser avaliada a uma distância de 10 cm a 25 cm da planta e na camada do solo correspondente a 50% da profundidade efetiva das raízes.

Os menores valores de tensão apresentados na Tabela 46 são indicados para as fases de desenvolvimento mais críticas da cultura ao déficit hídrico, para solos mais arenosos e/ou condições de alta evapotranspiração.

O monitoramento da tensão de água no solo em tempo real pode ser realizado por meio de diferentes tipos de sensores disponíveis no mercado. Para tensões até 70 kPa, o tensiômetro é o sensor mais usado no mundo. Também podem ser usados sensores baseados em princípios de resistência elétrica, capacitância e reflectometria no domínio do tempo (TDR). Em 2000, foi patenteado pela Embrapa um sensor de tensão denominado Irrigas®, que apresenta custo reduzido, baixa manutenção e é de fácil utilização. O sensor não fornece leituras contínuas de tensão, mas indica se a tensão está abaixo ou acima do valor de referência do sensor usado. Atualmente, os sensores Irrigas são comercializados para as tensões de referência de 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa.

**Tabela 46.** Tensão-limite de água no solo em que se deve promover a irrigação para obter produtividade máxima para algumas hortaliças.

Hortaliça	Tensão <sup>(1)</sup> (kPa)	Adaptado
Abóbora	25–70	Kemble e Sanders (2000) e Smittle et al. (1990)
Abobrinha	20–40	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Acelga	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Agrião-da-água	5–10	Marouelli e Braga (2016)
Aipo (salsão)	15–30	Daugovish et al. (2008) e Marouelli (2008)
Alcachofra	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Alface	10–35	Marouelli (2008) e Sammis (1980)
Alho	15–30	Marouelli et al. (2002a, 2002b)
Alho-porro	15–40	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Almeirão	10–20	Marouelli (2008)
Aspargo	25–60	Wilcox-Lee (1987) e Marouelli et al. (2015b)
Batata	15–40	Marouelli et al. (1988)
Batata-doce	25–100	Smittle et al. (1990)
Berinjela	30–50	Marouelli et al. (2014b)
Beterraba	25–45	Marouelli (2008) e Marouelli et al. (2015b)
Brócolos	20–40	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Cebola	10–35	Marouelli et al. (2005a)
Cebolinha	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Cenoura	20–30	Silva et al. (1982)
Chicória	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Chuchu	20–35	Marouelli et al. (2015a)
Coentro	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Couve	20–35	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli e Braga (2016)
Couve-chinesa	20–30	Kemble e Sanders (2000)
Couve-de-bruxelas	20–40	Kemble e Sanders (2000)
Couve-flor	25–50	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (2015b)
Ervilha-seca	70–200	Marouelli et al. (1991)

**Tabela 46.** Continuação.

Hortalça	Tensão <sup>(1)</sup> (kPa)	Adaptado
Ervilha-torta	25–40	Marouelli e Braga (2016)
Ervilha-verde	50–100	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Espinafre	15–25	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (2015b)
Feijão-caupi-verde	25–50	Bezerra e Oliveira (1992) e Marouelli et al. (2015b)
Grão-de-bico	70–200	Marouelli (2008)
Inhame (cará)	15–40	Marouelli e Braga (2016)
Jiló	25–50	Marouelli (2008)
Lentilha	70–400	Marouelli (2008) e Saraf e Baitha (1985)
Mandioca	50–100	Ashraff e Yasin [201?]
Mandioquinha-salsa	25–60	Silva et al. (2000)
Maxixe	25–50	Marouelli et al. (2015b)
Melancia	20–50	Hegde (1987) e Marouelli et al. (2012)
Melão	20–40	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Milho-doce	40–70	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Milho-verde	40–70	Marouelli e Braga (2016)
Morango	15–25	Marouelli e Braga (2016)
Mostarda	15–25	Kemble e Sanders (2000)
Nabo	25–45	Kemble e Sanders (2000)
Pepino	40–70	Marouelli (2008)
Pimenta	25–60	Marouelli e Silva (2007)
Pimentão	20–50	Batal e Smittle (1981) e Marouelli e Silva (2012)
Quiabo	40–70	Marouelli (2008)
Rabanete	10–20	Marouelli (2008)
Repolho	35–60	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli (2008)
Rúcula	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Salsinha	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Soja-verde	25–70	Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (2015b)
Taro ( <i>Colocasia</i> )	10–20	Marouelli e Braga (2016)
Tomate de mesa	30–70	Marouelli (2008) e Silva e Simão (1973)
Tomate industrial	30–400	Marouelli e Silva (2009)
Vagem	25–60	Singh (1989)

<sup>(1)</sup> Valores à esquerda devem ser usados durante os períodos mais críticos da cultura ao deficit hídrico, condições de alta demanda evaporativa da atmosfera ( $ET_o > 6 \text{ mm dia}^{-1}$ ) e/ou solos arenosos.

Em virtude das dificuldades para a obtenção da  $ET_c$  em condições de campo, métodos indiretos são utilizados para a estimativa da  $ET_o$ . Utilizando-se coeficientes de cultura ( $K_c$ ), específicos para cada espécie cultivada de interesse, pode-se então determinar, em tempo real, a  $ET_c$  para as diferentes fases de seu desenvolvimento. Na Tabela 47, são apresentados valores de coeficientes de cultura para as diferentes fases de desenvolvimento das principais hortaliças.

Para a utilização da Tabela 47, o ciclo de desenvolvimento da cultura é subdividido em quatro fases, caracterizadas da seguinte forma: fase 1 (inicial) – da emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo; fase 2 (vegetativa) – desde o final da fase 1 até 70% a 80% do desenvolvimento

vegetativo; fase 3 (formação da produção) – desde o final da fase 2 até o início da maturação, declínio de produção ou pré-colheita; e fase 4 (final) – desde o final da fase 3 até a colheita final.

Os valores de  $K_c$ , apresentados na Tabela 47, para a fase 1 (inicial) são para condições em que as irrigações são realizadas com turno de rega de pelo menos 3 dias. Para condições em que as irrigações necessitem ser realizadas em regime de alta frequência, a superfície do solo permanece úmida por longo período de tempo, aumentando as perdas de água por evaporação. Para tais condições, devem-se empregar, durante a fase inicial, valores de  $K_c$  maiores que aqueles apresentados na Tabela 47, ou seja, de 1,00 a 1,10 para irrigações diárias, e de 0,80 a 0,90 para turno de rega de 2 dias, sendo o menor valor para condições de  $ET_o$  próximas a 8 mm dia<sup>-1</sup> e o maior valor para  $ET_o$  de 4 mm dia<sup>-1</sup>.

**Tabela 47.** Coeficiente de cultura ( $K_c$ ) durante as fases inicial (1), vegetativa (2), de formação da produção (3) e final (4) de desenvolvimento de diferentes hortaliças.

Hortaliça	Fase			
	1 <sup>(1)</sup>	2 <sup>(2)</sup>	3	4
Abóbora	0,50	0,75	1,00	0,75
Abobrinha	0,50	0,75	1,00	0,85
Acelga <sup>(3)</sup>	0,70	0,85	1,00	0,95
Agrião-da-água <sup>(3)</sup>	1,05	1,10 <sup>(4)</sup>	1,20	1,20
Aipo (salsão)	0,70	0,85	1,05	0,85
Alcachofra	0,50	0,75	1,00	0,95
Alface	0,70	0,85	1,00	0,95
Alho	0,60	0,85	1,05	0,70
Alho-porro	0,65	0,80	1,00	1,00
Almeirão <sup>(3)</sup>	0,70	0,85	1,05	1,05
Aspargo	0,50	0,70	0,95	0,35
Batata	0,45	0,80	1,15	0,75 <sup>(5)</sup>
Batata-doce	0,50	0,80	1,15	0,65
Berinjela	0,60	0,80	1,05	0,85
Beterraba	0,50	0,80	1,05	0,95
Brócolos	0,65	0,85	1,05	1,00
Cebola	0,65	0,85	1,05	0,75
Cebolinha	0,65	0,80	1,00	1,00
Cenoura	0,70	0,90	1,10	1,00
Chicória <sup>(3)</sup>	0,70	0,85	1,00	0,95
Chuchu <sup>(3)</sup>	0,50	0,85	1,15	0,90
Coentro <sup>(3)</sup>	0,70	0,85	1,05	1,05
Couve	0,65	0,85	1,05	1,00

**Tabela 47.** Continuação.

Hortaliça	Fase			
	1 <sup>(1)</sup>	2 <sup>(2)</sup>	3	4
Couve-chinesa	0,65	0,85	1,05	1,00
Couve-de-bruxelas	0,65	0,85	1,05	0,95
Couve-flor	0,65	0,85	1,05	1,00
Ervilha-seca	0,45	0,70	1,00	0,30
Ervilha-torta <sup>(3)</sup>	0,60	0,85	1,10 <sup>(6)</sup>	1,00
Ervilha-verde	0,45	0,75	1,05	0,95
Espinafre	0,65	0,80	1,00	0,95
Feijão-caupi-verde	0,40	0,70	1,05	0,60
Grão-de-bico	0,35	0,65	1,00	0,40
Inhame (cará)	0,50	0,75	1,05	0,70
Jiló <sup>(3)</sup>	0,50	0,75	1,05	0,90
Lentilha	0,40	0,70	1,05	0,30
Mandioca	0,40	0,75	1,10	0,60
Mandioquinha-salsa <sup>(3)</sup>	0,50	0,75	1,05	0,85
Maxixe <sup>(4)</sup>	0,40	0,70	1,00	0,75
Melancia	0,40	0,75	1,05	0,75
Melão	0,50	0,75	1,00	0,75
Milho-doce	0,40	0,80	1,15	1,00
Milho-verde	0,40	0,80	1,15	1,00
Morango	0,40	0,65	0,90	0,75
Mostarda <sup>(5)</sup>	0,70	0,85	1,05	1,05
Nabo	0,50	0,80	1,10	0,95
Pepino	0,50	0,80	1,05 <sup>(7)</sup>	0,80
Pimenta	0,60	0,80	1,05	0,95
Pimentão	0,60	0,85	1,05 <sup>(7)</sup>	0,90
Quiabo	0,50	0,75	1,00	0,85
Rabanete	0,70	0,80	0,90	0,85
Repolho	0,65	0,85	1,05	1,00
Rúcula <sup>(6)</sup>	0,70	0,85	1,05	1,05
Salsinha <sup>(7)</sup>	0,65	0,80	1,00	1,00
Soja-verde	0,40	0,75	1,10	0,95
Taro ( <i>Colocasia</i> )	0,50	0,80	1,10	0,95
Tomate de mesa	0,55	0,85	1,10 <sup>(6)</sup>	0,85
Tomate industrial	0,55	0,75	1,05	0,60
Vagem	0,40	0,75	1,05 <sup>(7)</sup>	0,90

<sup>(1)</sup> Para regas diárias, considerar  $K_c = 1,00-1,10$ ; e, para regas em dias alternados,  $K_c = 0,80-0,90$ , sendo o maior valor para solos de textura fina.

<sup>(2)</sup> Valores médios –  $K_c$  aumenta de forma contínua durante a fase 2.

<sup>(3)</sup> Valores de  $K_c$  estimados pelos autores.

<sup>(4)</sup> Também se aplica à fase de rebrotação (2 semanas após o corte na colheita).

<sup>(5)</sup> Para dessecamento de ramas, considerar  $K_c = 0,40$ .

<sup>(6)</sup> Para cultivos tutorados com altura de plantas acima de 1,5 m, considerar  $K_c = 1,15$ .

<sup>(7)</sup> Para cultivos tutorados com altura de plantas acima de 1,0 m, considerar  $K_c = 1,10$ .

Fonte: adaptado de Allen et al. (1998), Chapagain e Hoeskstra (2004) e Marouelli et al. (2011).

Para o manejo de irrigação em tempo real usando o método do balanço de água no solo, faz-se necessário utilizar uma metodologia que possibilite o cálculo diário de  $ET_o$  e, conseqüentemente, de  $ET_c$ . O método considerado padrão para tal finalidade é o FAO Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), que utiliza dados climáticos diários e atuais obtidos em estação meteorológica instalada nas imediações da área irrigada. Para realização do balanço, é ainda necessário estimar a lâmina de água real disponível no solo para a cultura ( $LRD$ ), que pode ser calculada, de forma direta, multiplicando-se a lâmina de água total disponível no solo ( $LTD$ ) – equação 1 – pelo fator de reposição de água ao solo ( $f_r$ ), dependente do solo e da hortaliça a ser irrigada (Tabela 48).

Existem no mercado empresas e técnicos especializados que oferecem serviços e assessoria técnica ao produtor para a realização do manejo da água de irrigação em tempo real. O serviço de manejo oferecido por algumas empresas, que pode ser inclusive via Internet, é normalmente realizado pelo método do balanço de água no solo, com o uso de programas computacionais, estações climatológicas automáticas compactas e transmissão de dados via rádio, telefonia, micro-ondas e/ou satélite.

**Tabela 48.** Fator de reposição de água ao solo ( $f_r$ ) para diferentes hortaliças, conforme a textura do solo.

Hortaliça	Textura <sup>(1)</sup>		
	Grossa	Média	Fina
Abóbora	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Abobrinha	0,45–0,50	0,35–0,40	0,30–0,35
Acelga	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Agrião-da-água	0,20–0,25	0,10–0,15	0,10–0,15
Aipo (salsão)	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Alcachofra	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Alface	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Alho	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Alho-porro	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Almeirão	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Aspargo	0,50–0,60	0,45–0,50	0,40–0,45
Batata	0,45–0,50	0,35–0,40	0,30–0,35
Batata-doce	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Berinjela	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Beterraba	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Brócolos	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Cebola	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Cebolinha	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Cenoura	0,45–0,50	0,35–0,40	0,30–0,35
Chicória	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25

**Tabela 48.** Continuação.

Hortaliça	Textura <sup>(1)</sup>		
	Grossa	Média	Fina
Chuchu	0,45–0,50	0,35–0,40	0,30–0,35
Coentro	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Couve	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Couve-chinesa	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Couve-de-bruxelas	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Couve-flor	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Ervilha-seca	0,65–0,75	0,55–0,65	0,50–0,55
Ervilha-torta	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Ervilha-verde	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Espinafre	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Feijão-caupi-verde	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Grão-de-bico	0,65–0,75	0,55–0,65	0,50–0,55
Inhame (cará)	0,45–0,50	0,35–0,40	0,30–0,35
Jiló	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Lentilha	0,70–0,80	0,60–0,70	0,55–0,60
Mandioca	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Mandioquinha-salsa	0,50–0,60	0,45–0,50	0,40–0,45
Maxixe	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Melancia	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Melão	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Milho-doce	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Milho-verde	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Morango	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Mostarda	0,40–0,45	0,30–0,35	0,25–0,30
Nabo	0,50–0,55	0,40–0,45	0,35–0,40
Pepino	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Pimenta	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Pimentão	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Quiabo	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Rabanete	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Repolho	0,50–0,60	0,45–0,50	0,40–0,45
Rúcula	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Salsinha	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Soja-verde	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Taro ( <i>Colocasia</i> )	0,35–0,40	0,25–0,30	0,20–0,25
Tomate de mesa	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,45
Tomate industrial	0,60–0,70	0,55–0,60	0,45–0,50
Vagem	0,50–0,60	0,45–0,50	0,40–0,45

<sup>(1)</sup> Para enquadramento do tipo de solo, consultar classes texturais na Tabela 4.

Obs.: os maiores valores de  $f_s$ , por textura do solo, são indicados para evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) até 5 mm dia<sup>-1</sup>, enquanto os menores para  $ET_0 > 7$  mm dia<sup>-1</sup>.

Fonte: adaptado de Allen et al. (1998), Kemble e Sanders (2000) e Marouelli et al. (2011), considerando tensões-limite de água no solo apresentadas na Tabela 46.



# Associação da irrigação com doenças e insetos-praga

As hortaliças são espécies vegetais altamente sensíveis ao ataque de doenças, e a irrigação é, sem dúvida, uma das práticas culturais que mais influenciam a sanidade da lavoura, o que a torna um importante componente a ser considerado no manejo integrado de doenças em hortaliças, especialmente as de origem fúngica e bacteriana.

Mesmo ciente de que a água tem grande influência na ocorrência e na severidade de doenças de solo e da parte aérea, a maioria dos agricultores irriga de forma inadequada, aplicando, em geral, água em excesso.

Para várias hortaliças, a adoção de um manejo adequado de água pode implicar ganhos adicionais de produtividade e de qualidade e redução no uso de água, energia e agrotóxicos, enquanto para outras pode representar, em curto prazo, apenas pequenos incrementos de produção. Todavia, o horticultor deve ter em mente que irrigações em excesso favorecem a disseminação, a multiplicação e o início do processo infeccioso de uma série de doenças, especialmente as bacterioses. Assim, o manejo adequado de irrigação, evitando

principalmente excessos, é provavelmente a medida de manejo integrado de doenças com maior eficiência relativa.

É interessante considerar que, muitas vezes, o excesso de água não acarreta ocorrência imediata de doenças. O excesso de água, associado a outros tratos culturais realizados de forma inadequada, faz com que a quantidade de inóculo aumente gradativamente a cada cultivo, até o momento em que a doença passa a causar perdas significativas de produção. Após atingir esse estágio, a área de cultivo pode tornar-se agronomicamente e economicamente inviável para a produção da maioria das hortaliças.

Algumas doenças de solo comuns em lavouras irrigadas em excesso são: podridão-mole em alface, batata, brássicas, cebola e cenoura; murcha-bacteriana e rizoctoniose em batata e tomate; murcha de esclerócio em tomate; queima-bacteriana em alho e cenoura; podridão de esclerotínia em tomate e ervilha (Figura 23); murcha de fitóftora em pimentão; hérnia em crucíferas; e nematoides. Irrigações em excesso podem provocar falhas de estande em virtude de podridões de pré-emergência e pós-emergência (tombamento) em várias hortaliças (Figura 24).

Foto: Jorge Roland Menezes dos Santos



**Figura 23.** Reboleiras em lavoura de ervilha causadas por podridão de esclerotínia, em decorrência de irrigações em excesso e ausência de rotação de cultura.



Foto: Carlos Alberto Lopes

**Figura 24.** Falhas de estande pelo apodrecimento da batata-semente, em virtude do excesso de irrigação antes da emergência, em solo com drenagem deficiente.

A irrigação por aspersão, notadamente quando em regime de alta frequência, favorece condições de alta umidade no interior do dossel vegetal, aumentando a ocorrência de doenças foliares, como a mancha-bacteriana e a podridão-mole de frutos, em berinjela, pimentão e tomate; a requeima, em tomate; e o míldio, em melão e cebola. Tal processo é agravado em condições com alta umidade relativa do ar. Por outro lado, a aspersão pode ter um pequeno efeito supressivo em algumas viroses, por reduzir o crescimento populacional de insetos vetores, como de pulgões, podendo também minimizar a ocorrência e os danos causados pela traça-do-tomateiro, traça-das-crucíferas, brocas e ácaros. Alguns produtores de morango, por exemplo, apesar de irrigar a cultura por gotejamento, utilizam a irrigação por aspersão como estratégia de controle de ácaros.

A ação mecânica das gotas d'água aplicadas sobre as plantas possibilita a remoção de ovos e larvas de insetos, além de desfavorecer a movimentação de alguns tipos de insetos adultos entre plantas.

Embora a maioria das doenças seja favorecida pelo excesso de água, outras encontram condições favoráveis em irrigação deficitária. Por exemplo, a sarna-comum da batata aumenta de intensidade em solos mais secos, enquanto a ocorrência de oídio em pimentão, ervilha e abóbora é mais severa quanto menos água for aplicada sobre a parte aérea das plantas.

A irrigação por aspersão dificulta também o controle químico de insetos-praga e doenças de parte aérea, por interferir com os tratamentos fitossanitários. Para minimizar tais problemas, as irrigações devem ser realizadas de forma a não intervir negativamente nas pulverizações de defensivos. Para algumas hortaliças, é comum a realização de uma a duas pulverizações por semana. Nesse caso, as irrigações devem ser manejadas considerando a criação de janelas (dias sem irrigação) para a realização das pulverizações. Após a pulverização, deve-se esperar pelo menos 1 a 2 dias para se irrigar. Ademais, o solo deve apresentar condições de umidade que permitam o trânsito de tratores e de pulverizadores, oferecendo pouco ou nenhum risco de atolamento, acidente ou de compactação do solo. Em pivô central, por exemplo, podem-se adotar estratégias distintas de pulverização e irrigação, dividindo esquematicamente a área irrigada em duas metades: enquanto a primeira metade é irrigada no 1º dia e pulverizada no 2º ou 3º dia, a outra metade seria irrigada no 2º dia e pulverizada no 3º ou 4º dia, sendo assim tratadas quase como plantios independentes.

Fungos e bactérias necessitam, em geral, de água livre na superfície vegetal para iniciar o processo infeccioso, sendo o tempo de molhamento foliar aspecto decisivo no estabelecimento da doença. No caso de irrigação por aspersão, o tempo de molhamento pode ir desde minutos até algumas horas, dependendo do horário e da duração da irrigação, do adensamento foliar e, principalmente, das condições climáticas, especialmente velocidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar.

Em algumas regiões e épocas do ano é comum a ocorrência de orvalho durante a noite. Se a irrigação for coincidente com o período de orvalho, não se terá o efeito aditivo do tempo de molhamento causado pela irrigação e pelo orvalho. Já, se uma irrigação prolongada for realizada no início da manhã e, principalmente, no final da tarde, o tempo total de molhamento foliar pode se estender por várias horas. Em ambientes com umidade relativa acima de 80%, temperatura amena, ausência de vento e céu nublado, o período de secagem das folhas após se irrigar por aspersão pode ser superior a 4 horas. Nessas condições, se a irrigação for feita no período da tarde e houver ocorrência de orvalho, o tempo de secagem pode chegar a 20 horas.

O orvalho se forma pela condensação direta do vapor de água atmosférico por causa do resfriamento da folhagem em noites claras (sem nebulosidade). Distintamente do orvalho, mas com resultado similar sobre o favorecimento de doenças, folhas cobertas por gotas de água podem ser observadas em noites nubladas e sem vento, quando o solo se apresenta molhado e morno. Enquanto o orvalho se forma na superfície externa do dossel, a condensação da água evaporada do solo no segundo processo ocorre no inferior do dossel.

Deve-se considerar que vários patógenos (fungos) foliares produzem esporos à noite, sendo disseminados pela manhã. Assim, irrigações matinais vão desalojar e dispersar os esporos, além de prover umidade para a germinação. No caso de esporos de *Phytophthora infestans*, que não se mantêm viáveis durante todo o dia em condições de baixa umidade relativa do ar, deve-se considerar a estratégia de se irrigar no final da tarde e à noite. Há ainda esporos, como de *Alternaria solani*, que permanecem viáveis durante todo o dia, mesmo em condições de baixa umidade. Nesse caso, a irrigação por aspersão poderá não ser determinante se a ocorrência de orvalho for suficiente para iniciar o processo infeccioso. No caso de esporos de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco), que são favorecidos por condições de baixas temperaturas e alta umidade, devem-se evitar irrigações noturnas, pois à noite as temperaturas podem cair consideravelmente.

O melhor horário, portanto, para se irrigar, do ponto de vista fitossanitário, depende de fatores como o tipo de patógeno, a arquitetura da planta, a duração da irrigação, o tempo de molhamento foliar, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Como regra geral, deve-se irrigar em horário que minimize a duração do tempo de molhamento foliar, que é dependente da ocorrência de orvalho, do sistema de irrigação e das condições climáticas. Assim, deve-se irrigar preferencialmente durante a noite em condições em que há formação de orvalho e, em alguns casos, para patógenos que liberam esporos durante o dia. Para condições em que a ocorrência de orvalho é desprezível e, especialmente, para patógenos que liberam esporos à noite, a recomendação geral é de se irrigar após as primeiras horas da manhã até o início da tarde (10h às 15h), período em que a evaporação da água é maior e, por conseguinte, a secagem das folhas e hastes é mais rápida.

Irrigações diurnas, em regiões ou épocas do ano em que não há ocorrência de orvalho, são mais interessantes do ponto de vista operacional da propriedade agrícola, mesmo no caso de patógenos que liberam esporos durante o dia. Desde que não sejam realizadas no final da tarde, folhas e hastes secam antes do entardecer.

Ainda do ponto de vista operacional, irrigar das 10h às 15h pode ser conveniente mesmo quando há formação de orvalho à noite, especialmente em condições de baixa umidade relativa do ar e vento leve a moderado. Como, nessas condições, as folhas da maioria das hortaliças levam de 10 a 60 minutos para secar após a irrigação, a água aspergida sobre as plantas não contribuirá, de forma significativa, para aumentar o molhamento foliar.

Plantios de verão de algumas hortaliças mais susceptíveis ao ataque de *Erwinia* spp. não deverão ser irrigados nos horários mais quentes do dia, pois essa bactéria se multiplica muito rapidamente sob condições de alta temperatura e umidade.

Pontos de encharcamento em campos de produção muitas vezes se transformam em focos de disseminação e multiplicação de patógenos de solo (Figura 25). Isso pode ocorrer por causa de problemas de vazamentos nas tubulações, de baixa uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação, de drenagem deficiente e de depressões no solo, bem como em áreas compactadas por máquinas e implementos, principalmente quando do cultivo em canteiros. Notadamente, os focos de algumas doenças, como a canela-preta em batata, são inicialmente observados nas linhas de plantio próximas aos carregadores e ao caminho percorrido pelas rodas do pivô central, especialmente favorecidos pela quebra de hastes em razão do trânsito de tratores e implementos. A baixa uniformidade de distribuição de água, que se deve ao dimensionamento, à operação e à manutenção inadequada do sistema de irrigação, faz com que certos locais da área irrigada recebam muito mais água que o requerido pela cultura, propiciando condições favoráveis às doenças.

Foto: Carlos Alberto Lopes



**Figura 25.** Foco de doença em lavoura de pimentão, decorrente de vazamento na tubulação de irrigação.

Doenças podem também se espalhar na lavoura pela água de irrigação, caso esteja contaminada por patógenos. Fontes, especialmente aquelas onde a água permanece parada (represas e demais reservatórios), podem receber água de escoamento superficial de lavouras doentes nas proximidades. O escoamento superficial da água de chuva ou de irrigação em um campo infectado por bactérias patogênicas, por exemplo, pode contaminar a fonte de água usada para irrigação. Portanto, o conhecimento da origem e da qualidade da água é de fundamental importância para minimizar tais riscos.

Além das doenças de origem biótica, podem ocorrer doenças (distúrbios) fisiológicas provocadas por estresses ambientais que afetam o metabolismo da planta, entre os quais aqueles associados ao manejo inadequado de irrigação. A deficiência de água no solo favorece, por exemplo, a ocorrência de podridão-apical e coração-preto em frutos de diferentes espécies de hortaliças, como de berinjela, pimentão e tomate (Figura 26), por restringir a absorção de cálcio pelas plantas, e o crescimento secundário de tubérculos de batata. O desbalanço hídrico, provocado por irrigação pesada após um período muito seco, pode provocar a rachadura da epiderme em frutos, como de melão e de tomate, coração-oco, rachaduras e unhadura em tubérculos de batata. Solos com umidade excessiva favorecem, por exemplo, a ocorrência de lenticelose em batata e cenoura.



Foto: Waldir Aparecido Marouelli

**Figura 26.** Podridão-apical em frutos de tomate, em virtude da baixa absorção de cálcio, favorecida por irrigações deficitárias.

O manejo de irrigação deve, portanto, ser considerado pelo agricultor como medida preventiva no controle integrado de pragas. Dessa forma, além dos benefícios diretos de uma irrigação bem realizada, podem-se fazer reduções expressivas no uso de defensivos, aumentando, assim, a receita líquida do produtor e reduzindo a contaminação do meio ambiente, das fontes de água e das hortaliças oferecidas ao consumidor.

Finalmente, deve-se considerar que doenças podem ocorrer mesmo sob condições em que a irrigação é manejada de forma adequada. Caso isso ocorra, deve-se reavaliar os turnos de rega e as lâminas de água previamente calculados. No caso de alta ocorrência de doenças favorecidas pela água, por exemplo, deve-se aumentar o turno de rega em 20% a 40% e/ou reduzir o tempo de irrigação em 20% a 30%; as maiores percentagens devem ser aplicadas quando ocorrerem doenças para as quais não há agrotóxicos registrados e eficientes de controle. Em outras palavras, os danos causados pela ocorrência de doenças podem ser maiores do que aqueles provocados por deficits hídricos moderados.

# Irrigação para proteção contra geada

A ocorrência de geadas, sobretudo a geada branca, é bastante comum na região Sul do Brasil, e também nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. As geadas são provocadas pelo resfriamento intenso de superfícies expostas, que perdem energia durante noites de céu limpo e sem vento, sob domínio de massas polares de ar frio. Sob tais condições, as plantas perdem calor e se resfriam durante a madrugada, passando a gerar mais ar frio, que se acumula nas partes baixas do terreno.

Em noites favoráveis à ocorrência de geadas, a diferença entre a temperatura mínima do ar no abrigo meteorológico e a temperatura de relva pode chegar a 6 °C. Geadas fracas ocorrem com temperatura mínima de relva inferior a 0 °C, geadas moderadas com temperatura menor que -2 °C, e geadas severas com temperatura abaixo de -6 °C.

Diferentemente da geada branca, a geada negra típica ocorre quando o ar está muito seco, sem qualquer deposição de gelo sobre as plantas. Ventos extremamente frios desidratam os tecidos expostos, provocando a queima e a morte das plantas. É menos comum que a geada branca, mas provoca danos maiores.

As hortaliças são, em geral, sensíveis a geadas (Tabela 49). Injúrias e danos provocados às plantas podem causar quebras de produção e

até a morte de plantas, dependendo da intensidade da geada e da frequência de ocorrência.

**Tabela 49.** Suscetibilidade de hortaliças a injúrias provocadas por geada.

Mais sensível	Moderadamente sensível	Menos sensível
Abobrinha	Abóbora	Beterraba
Alface	Aipo	Couve
Aspargo	Brócolos	Couve-de-bruxelas
Batata	Cebola	Couve-rábano
Batata-doce	Cenoura	Nabo
Berinjela	Couve-flor	Repolho
Pepino	Ervilha	
Pimentão	Espinafre	
Quiabo	Rabanete	
Tomate	Salsinha	
Vagem		

Fonte: Snyder e Melo-Abreu (2005).

A irrigação por aspersão convencional é um dos métodos diretos mais efetivos de proteção contra geada. Tem sido usada em países de clima frio, assim como por alguns produtores de hortaliças na região Sul do Brasil.

O consumo de energia para operação de sistemas de irrigação por aspersão visando à proteção contra geada é consideravelmente menor do que com aquecedores. A exigência de mão de obra é também menor do que para outros métodos de proteção. As principais desvantagens da irrigação por aspersão são o alto custo de instalação do sistema e o grande volume de água necessário. Em muitos casos, a aplicação de lâminas de água muito grandes pode acarretar problemas de encharcamento do solo e de lixiviação de nutrientes.

Apesar de ser um método eficaz de proteção, sobretudo contra geadas fracas e moderadas, o uso incorreto da aspersão pode agravar as injúrias causadas às plantas pela geada. Se o sistema de irrigação falhar, for inadequado ou manejado de forma imprópria, as plantas poderão ficar muito mais frias do que aquelas não irrigadas. O uso da aspersão pode ainda não proteger as plantas em temperaturas inferiores a  $-6^{\circ}\text{C}$ .

Quando se usa irrigação para proteção contra geada, a própria água aspergida pode congelar sobre as plantas. A água, ao congelar, libera

calor, reduzindo o resfriamento e mantendo a temperatura das folhas e dos ramos por volta de 0 °C, acima, portanto, da temperatura letal às plantas. Para tal, o gelo formado sobre as plantas deve ser mantido sempre molhado – presença de gotas de água caindo do gelo – por meio da irrigação por aspersão. Se o gelo secar e a água proveniente do gelo começar a evaporar, o gelo se tornará ainda mais frio do que a temperatura do ar, provocando congelamento dos tecidos vegetais e/ou injúrias às plantas. Portanto, o princípio básico para se usar a irrigação por aspersão com um mínimo de segurança é entender a necessidade de manter sempre molhado todo o gelo formado sobre as plantas.

Aspersores e microaspersores devem ser instalados a pelos menos 30 cm acima do dossel para que a água seja aplicada de forma uniforme sobre as plantas. Como as plantas devem ser molhadas praticamente durante toda a noite e no início da manhã, até que a temperatura do ar comece a subir, todos os aspersores da área a ser protegida devem permanecer funcionando de forma contínua e simultânea. Para tal, é imprescindível garantir o pleno abastecimento de água e de energia para o funcionamento do conjunto moto-bomba. Nesse caso, o uso de moto-bombas diesel é mais aconselhado que as elétricas.

Sistemas do tipo pivô central e autopropelido não devem ser usados para proteção contra geada, pois não aplicam água de forma contínua sobre as plantas.

A proteção contra geada propiciada pela aspersão é limitada pela intensidade de aplicação de água do sistema de irrigação. A intensidade de aplicação, que depende da temperatura do ar, da altura de plantas, da velocidade de rotação dos aspersores e da velocidade do vento, varia normalmente de 2 mm h<sup>-1</sup> a 6 mm h<sup>-1</sup> (Tabela 50).

**Tabela 50.** Intensidade de aplicação de água (mm h<sup>-1</sup>) de sistemas de irrigação por aspersão convencional para proteção de plantas contra geada, conforme a temperatura mínima de relva, o porte da cultura e a velocidade angular dos aspersores, para condições de vento até 2,5 m s<sup>-1</sup>.

Temperatura mínima (°C)	Porte baixo (≤ 25 cm)		Porte alto (> 25 cm)	
	2 rpm	1 rpm	2 rpm	1 rpm
-2,0	2,0	2,5	2,5	3,5
-4,0	3,0	3,5	4,0	4,5
-6,0	4,5	5,0	5,0	6,0

Obs.: reduzir a intensidade de aplicação de água em 0,5 mm h<sup>-1</sup> para condições sem vento e aumentar em 0,5 mm h<sup>-1</sup> para condições de vento próximo a 2,5 m s<sup>-1</sup>.

Fonte: adaptado de Snyder e Melo-Abreu (2005).

Para que aspersores rotativos sejam efetivos na proteção contra geada, as plantas devem ser molhadas em intervalos de tempo de 30 a 60 segundos, ou seja, os aspersores devem apresentar velocidade angular de 1 rpm a 2 rpm. Aspersores com corpo de bronze ou de latão e com mola protegida são recomendados especialmente no caso de geadas severas, pois operam de forma mais consistente e são menos susceptíveis a travamento em razão do congelamento. No caso de aspersores com dois bocais, o menor deve ser fechado durante as regas de proteção contra geada.

É fundamental que o sistema de irrigação seja eficiente e distribua água uniformemente sobre as plantas. Para tal, o espaçamento entre aspersores e entre linhas laterais deve propiciar uma sobreposição de aproximadamente 50% dos perfis radiais de distribuição de água de aspersores adjacentes. O espaçamento deve ser ainda menor em áreas onde ventos acima de  $4,0 \text{ m s}^{-1}$  são frequentes.

No Brasil, a maioria dos sistemas por aspersão convencional são projetados para aplicar de  $5 \text{ mm h}^{-1}$  a  $12 \text{ mm h}^{-1}$ . Isso é, normalmente, muito acima do necessário para proteger as plantas em temperaturas de relva até  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ . A desvantagem de se usar sistemas com intensidade de aplicação de água muito alta se deve ao uso exagerado de água e ao maior gasto com energia para o funcionamento do sistema. Ademais, os sistemas são normalmente projetados para irrigar diferentes setores ao longo do dia, não para irrigar toda a área cultivada de forma simultânea.

Em países com geadas frequentes e intensas e no caso de lavouras de alto retorno econômico, é corriqueiro existir um sistema por aspersão convencional apenas para fins de proteção contra geada.

Para oferecer proteção contra geada em toda a lavoura, o sistema deve ser capaz de irrigar toda a área ao mesmo tempo. Isso, no entanto, aumenta o custo de implantação do sistema. Para reduzir o tamanho de bomba, o diâmetro de tubulações, o uso de água e de energia e os problemas associados à aplicação excessiva de água, o sistema deveria ser dimensionado para fornecer a menor intensidade de aplicação de água que ofereça proteção contra geada na região de interesse.

O uso da aspersão deve ser previsto logo que a previsão climática alerte para o risco de geada. O sistema deve ser acionado no começo da noite quando a temperatura do ar ainda se encontra positiva, comumente entre  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  – ar muito seco – e  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  – ar úmido –, antes da geada iniciar. Informações sobre ponto de orvalho e temperatura de bulbo úmido podem auxiliar na tomada de decisão sobre quando iniciar a irrigação – para tal, consultar Fisher e Shortt (2015) e Snyder e Melo-Abreu (2005).

Uma vez iniciada a irrigação, é necessário manter o sistema funcionando até depois do sol nascer ou quando a temperatura voltar a subir e derreter o gelo formado sobre as plantas.



# Referências

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

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227 p.

ANTUNES, A. J. **Irrigação por aspersão**: hidráulica de um conjunto de aspersão. [S.l.]: Emater, MG, [198?]. p. 227-275.

ASHRAFF, C. M.; YASIN, H. Q. **Maximizing water productivity through exact timing and amounting of irrigation**. Lahore: Government of the Punjab, [201?]. 8 p. (Technical Brief, 13). Disponível em: < <http://ofwm.agripunjab.gov.pk/system/files/Irrigation%20through%20Scheduling%20in%20English.pdf> >. Acesso em: 23 jul. 2015.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A água na agricultura**. Roma: FAO, 1991. 218 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

BATAL, K. M.; SMITTLE, D. A. Response of bell pepper to irrigation, nitrogen, and plant population. **Journal of The American Society for Horticultural Science**, v. 106, n. 3, p. 259-262, 1981.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H.  
**Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos.** 2. ed. Brasília, DF: Codevasf, 2002. 216 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2008. 625 p.

BEZERRA, F. M. L. I., OLIVEIRA, L. C. U. Irrigação de dois cultivares de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em três épocas de plantio sob dois níveis de irrigação no Vale do Curu. **Ciência Agrônômica**, v. 23, n. 1/2, p. 39-44, 1992.

BRASIL. Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e de outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. **Water footprints of nations:** appendices. Delft: Unesco-IHE, 2004. v. 2. Não paginado. (Unesco-IHE. Value of Water Research Report Series, 16). Disponível em: <<http://waterfootprint.org/media/downloads/Report16Vol2.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

CUENCA, R. H. **Irrigation system design:** an engineering approach. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. 552 p.

CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 2, p. 159-172, 2013.

DAUGOVISH, O.; SMITH, R.; CAHN, M.; SMITH, H.; AGUIAR, J.; QUIROS, C.; CANTWELL, M.; TAKELE, E. **Celery production in California.** Oakland: University of California/Division of Agricultural and Natural Resources, 2008. 4 p. (Publication, 7220).

FERNÁNDEZ, B.; GONDIM, A. W. A. Estimativa de evapotranspiração em Areia - PB. **Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 68-83, 1980.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. O. **Evapotranspiração**: uma revisão sobre os métodos empíricos. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás, 2010. 44 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 263).

FISHER, P.; SHORTT, R. **Irrigation for frost protection of strawberries**. [Guelph]: OMAFRA, 2015. 8 p. Disponível em: <[http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/frosprot\\_straw.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/frosprot_straw.htm)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

FRANCOIS, L. E.; MAAS, E. V. Crop response and management on salt-affected soils. In: PASSARAKLIE, M. (Ed.) **Handbook of plant and crop stress**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 168-189.

GARCIA, B. J.; LOPEZ, D. J. Formula para el calculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al tropico (15° N - 15° S). **Agronomia Tropical**, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.

HEDGE, D. M. Effect of irrigation on fruit growth, development and mineral composition of watermelon. **South Indian Horticulture**, v. 35, n. 5, p. 356-361, 1987.

HOFFMAN, G. J.; SHALHEVET, J. Controlling salinity. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2. ed. St. Joseph: Asabe, 2007. p. 160-207.

INMET. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 5 ago. 2015.

KEMBLE, J. K. SANDERS, D. C. **Basics of vegetable crop irrigation**. Auburn: Alabama Cooperative Extension System, 2000. 5 p. (Bulletin ANR, 1169).

MAJUNDAR, D. K. **Irrigation water management**: principles and practice. 2. ed. Delhi: PHI Learning Private, 2014. 557 p.

MARQUELLI, W. A. Escolha de aspersores e manejo de sistemas convencionais sob condições de vento. **ITEM**, n. 39, p. 19-21, 1989.

MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).

MARQUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R. Irrigação de cebola em sistema de plantio direto. **Revista de Plantio Direto**, v. 17, n. 105, p. 7-9, 2008.

MARQUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R. Irrigação de repolho em sistema de plantio direto. **Revista de Plantio Direto**, v. 19, n. 112, p. 32-34, 2009.

MARQUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. Água para hortaliças. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 13, n. 95, p. 24-27, 2016.

MARQUELLI, W. A.; COSTA JÚNIOR, A. D.; LOPES, J. F.; BRAGA, M. B. **Irrigação na cultura do chuchu**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015a. 24p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 139).

MARQUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Irrigação na cultura da melancia**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 22 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 108).

MARQUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; SILVA, H. R.; COSTA, C. S. **Irrigação na cultura da berinjela**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014a. 24 p. (Circular Técnica, 135).

MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura de cebola**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005a. 17 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 37).

MARQUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; COSTA JÚNIOR, A. D.; CALBO, A. G. **Guia prático para uso do Irrigas na produção de hortaliças**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. 36 p.

MARQUELLI, W. A.; GIORDANO, L. B.; OLIVEIRA, C. A.; CARRIJO, O. A. Desenvolvimento, produção e qualidade da ervilha sob diferentes tensões de água no solo, em dois estádios da cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 1041-1047, 1991.

MARQUELLI, W. A.; MADEIRA, N. R.; SILVA, H. R. Irrigação do tomateiro para processamento em sistema de plantio direto. **Revista de Plantio Direto**, v. 5, n. 90, p. 11-12, 2005b.

MARQUELLI, W. A.; MALDONADE, I. R.; BRAGA, M. B.; SILVA, H. R. **Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014b. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 134).

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. **Irrigação da pimenteira**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 14 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 51).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. **Parâmetros para o manejo de irrigação por aspersão em tomateiro para processamento na Região do Cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 28 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 49).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 19 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 101).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. 22 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 98).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 191-194. 2002a.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de bulbos de alho sob condições de deficiência de água no solo. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 470-473, 2002b.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, H. R. Resposta da batata e diferentes regimes de irrigação. **Revista Latinoamericana da La Papa**, v. 1, n. 1, p. 25-34, 1988.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CNPq, 1996. 72 p.

- RAPOSO, J. R. **A rega por aspersão**. 2. ed. Lisboa: Livraria Técnica, 1994. 358 p.
- SAMMIS, T. W. Comparison of sprinkler, trickler, subsurface, and furrow irrigation methods for row crops. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 5, p. 701-704, 1980.
- SARAF, C. S.; BAITHA, S. P. Water use patterns and water requirement of lentil planted on different dates. **Lens Newsletter**, v. 12, n. 1, p. 12-15, 1985.
- SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SANTOS, F. Irrigação: exigências da cultura da mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 253-257, 2000.
- SILVA, J. F.; SIMÃO, S. Influência da umidade do solo na produção do tomateiro. **Boletim Técnico DNOCS**, v. 31, n. 2, p. 159-193, 1973.
- SILVA, W. L. C.; VIEIRA, J. V.; CARRIJO, O. A. Efeito de diferentes tensões de umidade do solo sobre a cultura da cenoura em fase de desenvolvimento ativo do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 221-224, 1982.
- SINGH, B. P. Irrigation water management for bush snap bean production. **HortScience**, v. 24, n. 1, p. 69-70, 1989.
- SMITTLE, D. A.; HALL, M. R.; STANSELL, J. R. Effects of irrigation regimes on yield and water use by sweet potato. **Journal of The American Society For Horticultural Science**, v. 115, n. 5, p. 712-714, 1990.
- SNYDER, R. L.; MELO-ABREU, J. P. **Frost protection: fundamentals, practice, and economics**. Rome: FAO, 2005. v. 1, 223 p. (FAO. Environment and Natural Resources Series, 10).
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. **Determinação da evapotranspiração para fins de irrigação**. Goiânia: Embrapa-CPAF, 1995. 49 p. (Embrapa-CPAF. Documentos, 55).
- WILCOX-LEE, D. Soil matric potential, plant water relations and growth in asparagus. **HortScience**, v. 22, n. 1, p. 22-24, 1987.

# Literatura recomendada

ALBUQUERQUE, P. E. P. Estratégias de manejo de irrigação. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 449-486.

ALLEN, R. G.; WRIGHT, J. L.; PRUITT, W. O.; PEREIRA, L. S.; JENSEN, M. E. Water requirements. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2. ed. St. Joseph: Asabe, 2007, p. 208-288.

BROUWER, C.; PRINS, K.; HEIBLOEM, M. **Irrigation scheduling**. Roma: FAO, 1989. 36 p. (FAO. Irrigation Water Management, Training Manual, 4).

HARRISON, K. **Irrigation scheduling methods**. Athens: The University of Georgia, 2005. 8 p. (Bulletin, 974).

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: VanNostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KING, B. A.; STARK, J. G.; KINCAID, D. C. Spotlight on sprinkler irrigation uniformity. **Irrigation Journal**, California, v. 50, n. 3, p. 8-14, 2000.

LOPES, C. A.; MAROUELLI, W. A.; CAFÉ FILHO, A. C. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 14, p. 151-179, 2006.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e práticas**. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. 318 p.

MAROUELLI, W. A. Desenvolvimento de critério para manejo simplificado da irrigação em regiões áridas e semi-áridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sbea: Ed. da UFC, 2000. 1 CD-ROM. (Trabalho, 057).

MAROUELLI, W. A. Fontes de água e práticas de irrigação. In: EMBRAPA. (Org.). **Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e sistema APPCC**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa, 2006. p. 105-121. (Série Qualidade e segurança dos alimentos).

MAROUELLI, W. A. Irrigação em campos de produção de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Hortaliças: tecnologia de produção de sementes**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. p. 137-154.

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. **Método prático do tato-aparência do solo para manejo de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 146).

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; GUIMARÃES, T. G. **Irrigação na cultura da batata**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 128).

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; LUCINI, M. A.; RESENDE, F. V. **Irrigação na cultura do alho**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 24 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 136).

MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69).

MARQUELLI, W. A.; LAGE, D. A. C.; BRAGA, M. B. **Irrigação da cultura do tomateiro orgânico**: enfoque no manejo de doenças e de insetos-praga. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 107 p.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação da cultura de cenoura**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 14 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 48).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 22 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 102).

SHOCK, C. C.; PEREIRA, A. B.; HANSON, B. R.; CAHN, M. D. Vegetable irrigation. In: LASCANO, R. J.; SOJKA, R. E. (Ed.) **Irrigation of agricultural crops**. 2. ed. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 2007, p. 535-606. (Agronomy Monograph, 30).

TESTEZLAF, R. **Irrigação**: métodos, sistemas e aplicações. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011. 203 p. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/component/attachments/download/18>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

ZOTARELLI, L.; DUKES, M. D.; LIU, G. D.; SIMONNE, E. H.; AGEHARA, S. Principles and practices of irrigation management for vegetables. In: DITTMAR, P. J.; FREEMAN, J. H.; VALLAD, G. (Ed.). **Vegetable production handbook for Florida**: 2015-1016. Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, 2015. p. 11-18.



# Anexos

## Anexo 1 – Normais climatológicas: Temperatura do ar

Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) de 292 localidades no Brasil.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Cruzeiro do Sul	AC	25,3	25,1	25,1	24,9	24,7	24,0	23,8	24,7	25,0	25,2	25,2	25,2
Rio Branco	AC	25,3	25,2	25,4	25,2	24,4	23,3	23,2	24,2	25,2	25,7	25,6	25,4
Tarauacá	AC	25,3	25,3	25,3	25,2	24,7	23,8	23,7	24,2	25,0	25,5	25,5	25,5
Coruripe	AL	26,7	26,4	26,1	25,8	24,9	24,4	23,6	23,5	24,0	25,1	25,6	26,4
Maceió	AL	26,5	26,5	26,4	26,0	25,2	24,3	23,6	23,6	24,3	25,3	25,9	26,2
Barcelos	AM	25,9	26,3	26,3	26,0	25,6	25,4	25,4	25,7	25,9	26,2	26,3	26,3
Benjamin Constant	AM	25,5	25,5	25,7	25,7	25,5	25,2	25,1	25,4	25,7	25,9	25,7	25,5
Carauari	AM	25,5	25,5	25,4	25,4	25,2	24,8	24,6	25,2	25,5	25,8	25,7	25,5
Coari	AM	25,8	25,8	26,0	26,0	26,1	26,0	26,0	26,6	26,7	26,6	26,5	26,3
Fonte Boa	AM	25,7	25,9	25,5	25,5	25,4	25,0	24,8	25,4	25,6	26,1	26,1	25,7
Iauaretê	AM	25,7	25,7	25,7	25,7	25,5	25,1	24,8	25,3	25,6	25,7	25,7	25,8
Manaus	AM	26,1	25,9	26,0	26,2	26,2	26,4	26,5	27,3	27,7	27,7	27,2	26,6
Manicoré	AM	25,8	25,8	26,1	26,3	25,9	26,0	26,1	26,7	26,7	26,9	26,7	26,2
Pari Cachoeira	AM	24,9	25,0	25,0	25,0	24,7	24,2	24,0	24,4	24,8	25,2	25,2	24,9
Parintins	AM	26,7	26,4	26,6	26,7	26,7	26,8	26,8	27,7	28,2	28,5	28,3	27,4
Rio Içana	AM	25,8	26,0	25,9	25,7	25,4	25,1	24,9	25,4	25,8	26,1	26,1	26,0

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
São G. da Cachoeira	AM	25,9	26,1	26,0	25,8	25,4	24,9	24,7	25,2	25,7	26,0	26,0	25,9
Santa I. do Rio Negro	AM	25,6	25,9	25,7	25,6	25,3	25,0	24,9	25,2	25,6	26,1	26,2	25,9
Taracuaá	AM	25,8	26,0	25,9	25,8	25,5	25,1	24,7	25,2	25,6	26,0	26,0	25,8
Tefé	AM	26,1	26,1	26,2	26,2	26,1	25,7	25,8	26,3	26,6	26,7	26,6	26,3
Macapá	AP	25,9	25,7	25,7	26,0	26,2	26,2	26,1	26,8	27,5	28,0	27,8	27,1
Porto Platon	AP	25,3	24,9	25,0	25,4	25,3	25,3	25,5	26,1	26,7	26,9	26,9	26,2
Alagoinhas	BA	25,9	25,7	25,5	25,0	23,6	22,5	21,5	21,5	22,6	24,3	25,1	25,5
Barreiras	BA	24,7	24,7	24,5	24,4	23,4	22,0	21,9	23,6	25,9	26,4	25,3	24,6
Bom Jesus da Lapa	BA	25,3	25,4	25,3	25,1	24,5	23,1	23,0	24,4	26,2	26,4	25,4	25,0
Caetité	BA	22,1	22,4	22,3	21,7	20,6	19,5	18,9	20,0	21,5	22,5	22,1	21,9
Caravelas	BA	26,0	26,3	26,1	25,3	23,8	22,5	21,8	22,1	23,0	24,2	24,8	25,5
Cipó	BA	26,7	26,8	26,4	25,8	24,5	23,1	22,6	22,5	23,8	25,3	26,2	26,5
Ilhéus	BA	25,9	26,0	25,9	25,3	24,1	22,7	22,0	22,2	23,2	24,4	24,9	25,4
Itaberaba	BA	25,8	25,8	25,6	25,1	23,7	22,2	21,5	22,1	23,4	25,0	25,4	25,5
Itiruçu	BA	22,3	22,3	22,0	21,4	20,1	18,8	17,9	18,3	19,4	20,9	21,5	21,8
Jacobina	BA	25,0	25,1	25,0	24,3	22,9	21,5	21,0	21,6	23,1	24,5	25,1	24,8
Lençóis	BA	24,5	24,7	24,4	23,8	22,5	21,2	20,7	21,4	22,7	23,7	24,0	23,9
Monte Santo	BA	25,5	25,3	25,1	24,3	22,8	21,4	20,7	21,3	22,7	24,5	25,1	25,4
Morro do Chapéu	BA	20,8	21,0	20,8	20,4	18,9	17,4	16,8	17,4	18,7	20,2	20,8	20,7
Paulo Afonso	BA	27,4	27,2	26,9	26,2	24,8	23,2	22,5	23,2	24,6	26,5	27,4	27,4
Remanso	BA	26,6	26,6	26,4	26,6	26,0	25,2	24,9	25,6	27,2	28,3	27,6	26,7
Salvador	BA	26,4	26,5	26,6	26,2	25,2	24,3	23,7	23,6	24,3	25,1	25,5	25,9
Santa Rita de Cássia	BA	24,6	24,6	24,3	24,3	23,5	22,1	21,7	22,9	25,2	26,4	25,4	24,6
São Fran. do Conde	BA	26,0	26,0	25,8	25,2	24,0	23,2	22,5	22,6	23,4	24,6	25,2	25,5
Serrinha	BA	25,1	24,8	24,5	24,2	22,7	21,2	20,7	20,9	22,1	23,7	24,4	24,8
Barbalha	CE	25,3	24,6	24,2	24,0	23,9	23,7	23,7	24,6	26,0	26,4	26,5	26,2
Campos Sales	CE	24,9	24,0	23,5	23,5	23,1	22,8	22,7	23,8	25,3	26,3	26,3	25,8
Cratêus	CE	27,1	25,9	25,2	25,0	24,9	24,8	25,1	26,4	27,7	28,6	28,6	28,0
Fortaleza	CE	27,1	26,9	26,4	26,2	26,2	25,8	25,6	26,0	26,4	26,9	27,2	27,3
Guaramiranga	CE	21,1	20,9	20,8	20,8	20,5	19,8	19,5	19,9	20,4	20,8	21,0	20,9
Iguatu	CE	27,5	26,5	26,0	25,8	25,4	25,0	25,3	26,2	27,6	28,4	28,7	28,6
Morada Nova	CE	27,9	27,4	26,8	26,7	26,5	26,0	25,9	26,7	27,4	28,0	28,2	28,2
Quixeramobim	CE	27,6	27,0	25,9	25,5	25,3	25,1	24,9	26,3	27,3	27,7	27,7	27,9
Sobral	CE	27,5	26,7	26,1	26,0	26,0	26,0	25,9	26,8	27,5	27,8	28,1	28,1
Tauá	CE	25,3	24,9	24,8	24,4	24,2	24,0	24,0	25,0	26,0	26,7	26,9	27,0
Brasília	DF	21,2	21,3	21,5	20,9	19,6	18,5	18,3	20,3	21,7	21,6	21,1	21,0
Cach. do Itapemirim	ES	26,4	26,6	26,2	24,3	22,2	21,0	20,4	21,3	22,3	23,4	24,4	25,1
Linhares	ES	25,7	26,0	25,7	24,2	22,7	21,5	20,7	21,3	21,8	23,2	24,4	25,3
Vitória	ES	26,2	26,7	26,5	25,1	23,3	22,3	21,6	22,2	22,8	23,5	24,4	25,5
Aragarças	GO	25,3	25,4	25,5	25,3	23,8	22,5	22,2	24,3	26,1	26,7	25,9	25,4
Catalão	GO	23,0	23,1	23,2	22,4	20,6	19,5	19,2	21,4	23,0	23,3	23,0	22,6
Formosa	GO	22,2	22,4	22,5	22,0	20,7	19,5	19,3	21,3	22,8	22,9	22,3	22,1
Goianã	GO	23,8	23,8	24,0	23,6	22,2	20,9	20,9	23,0	24,5	24,6	24,1	23,5
Goiás	GO	24,8	24,8	25,1	25,0	24,0	22,7	23,0	25,0	26,4	25,8	25,2	24,8
Mineiros	GO	23,6	23,7	23,7	22,9	21,1	19,4	19,8	21,8	22,9	24,0	23,7	23,6
Pirenópolis	GO	22,9	23,2	23,1	22,9	21,7	20,2	20,4	22,4	23,8	24,0	23,3	22,9
Rio Verde	GO	23,3	23,6	23,4	22,5	21,3	20,3	20,4	22,4	23,1	24,1	23,2	23,1
Barra do Corda	MA	25,1	25,0	25,0	25,2	24,9	24,6	24,4	25,5	27,0	27,4	26,5	25,8
Carolina	MA	25,0	25,1	25,3	25,8	26,1	26,0	26,2	27,1	28,0	26,7	26,0	25,5
Caxias	MA	26,6	26,2	25,9	26,2	26,1	25,7	25,8	26,7	28,2	28,6	28,3	27,6
Grajaú	MA	25,1	25,1	25,1	25,3	25,1	24,7	24,6	25,3	26,7	26,6	26,0	25,5
Imperatriz	MA	25,9	25,9	25,5	26,1	26,4	25,9	25,8	26,6	27,3	27,2	26,8	26,2
São Luís	MA	26,1	25,7	25,6	25,8	25,9	25,9	25,6	25,9	26,3	26,6	26,9	26,7
Zé Doca	MA	25,6	25,7	25,6	26,1	26,3	26,0	25,8	25,9	26,4	27,3	27,4	26,6
Araçuaí	MG	25,6	26,0	25,9	24,6	22,8	21,5	21,3	22,5	24,5	25,3	25,0	24,9
Araxá	MG	21,5	22,0	22,0	20,3	18,7	17,9	17,5	19,4	20,0	21,1	21,0	21,0
Bambuí	MG	23,2	23,4	23,1	20,9	18,2	16,6	16,1	18,4	20,2	22,2	22,4	22,6

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Barbacena	MG	20,2	20,5	20,0	18,1	16,3	15,2	14,7	16,1	17,0	18,1	18,9	19,5
Belo Horizonte	MG	22,8	23,0	22,9	21,7	19,6	18,5	18,0	19,7	21,1	21,7	22,2	22,2
Cambuquira	MG	21,7	21,9	21,6	19,6	17,3	16,4	16,2	18,1	19,6	20,4	20,8	21,2
Capinópolis	MG	23,8	24,1	24,0	23,3	21,5	20,3	20,2	22,5	23,9	24,7	24,3	23,7
Caratinga	MG	23,2	23,6	23,1	21,4	19,4	18,1	17,8	19,1	20,5	22,1	22,8	22,9
Cataguases	MG	26,0	26,1	25,6	23,5	21,1	19,7	19,4	20,6	22,2	23,6	24,5	25,3
Caxambu	MG	22,0	22,2	21,4	19,6	16,9	15,2	14,8	16,8	18,9	20,6	21,1	21,3
Conc. do Mato Dentro	MG	23,0	23,2	22,8	21,0	18,6	17,1	16,6	18,2	20,0	21,6	22,4	22,6
Coronel Pacheco	MG	23,9	24,2	23,6	21,5	19,3	17,3	16,9	18,2	19,5	21,6	22,7	23,2
Curvelo	MG	24,3	24,7	24,3	23,1	20,9	19,5	19,2	20,9	22,6	23,8	23,9	24,0
Diamantina	MG	19,9	20,1	20,1	18,4	16,9	16,0	15,5	16,8	17,6	18,7	19,6	19,7
Espinosa	MG	24,9	25,2	25,1	24,4	23,5	22,0	21,8	23,4	24,8	25,6	25,0	24,8
Florestal	MG	22,5	22,6	22,3	20,6	17,7	16,0	15,5	17,3	19,6	21,3	21,9	22,1
Frutal	MG	25,3	25,5	25,5	24,0	22,0	20,8	20,5	22,6	24,7	24,9	25,2	25,4
Governador Valadares	MG	26,1	26,4	26,3	24,4	22,3	21,1	20,7	22,0	23,2	24,3	24,9	25,4
Ibirité	MG	22,5	22,8	22,4	20,6	18,2	16,8	16,4	18,6	20,4	21,7	22,0	22,1
Itamarandiba	MG	21,6	21,8	21,7	20,1	18,4	17,0	16,3	17,5	18,9	20,4	20,8	21,2
Itambacuri	MG	25,2	25,2	24,6	23,3	21,2	20,0	19,4	20,5	22,3	23,7	24,4	24,5
Januária	MG	24,9	25,4	25,3	24,6	23,0	21,6	21,2	23,0	25,0	26,1	25,4	24,7
João Monlevade	MG	22,1	22,3	22,1	20,7	19,0	17,7	17,0	18,3	19,2	20,5	21,1	21,4
João Pinheiro	MG	23,2	23,7	23,6	23,0	21,7	20,3	19,9	21,8	23,1	23,7	23,5	22,9
Juiz de Fora	MG	21,9	22,4	21,4	19,5	17,6	16,5	16,1	17,2	18,0	19,4	20,3	21,1
Lavras	MG	21,8	22,1	21,6	19,8	17,4	16,3	15,9	17,7	19,4	20,4	20,9	21,2
Machado	MG	22,2	22,5	22,0	20,0	17,5	16,0	15,9	17,9	19,7	20,9	21,5	21,7
Minas Novas	MG	24,0	24,3	24,0	22,8	20,5	19,1	19,0	20,2	22,2	23,2	23,4	23,4
Montes Claros	MG	23,6	23,8	23,9	23,0	21,1	20,0	19,6	21,1	22,8	23,6	23,1	23,1
Oliveira	MG	21,7	22,0	21,7	20,2	17,9	16,7	16,4	18,4	19,6	20,5	20,8	21,1
Ouro Fino	MG	21,6	21,9	21,4	19,9	17,3	16,1	15,9	17,6	19,5	19,9	21,0	21,1
Passa Quatro	MG	21,6	21,8	21,2	19,1	16,2	14,5	14,1	15,9	17,6	19,7	20,4	20,9
Patos de Minas	MG	22,1	22,3	22,3	21,1	19,4	18,4	18,3	20,4	21,9	22,2	22,0	21,7
Patrocínio	MG	22,3	22,2	22,3	20,9	18,9	17,8	17,2	19,2	20,6	21,8	22,0	21,7
Pedra Azul	MG	23,9	24,2	23,9	22,9	21,4	20,1	19,5	20,4	21,5	22,6	23,1	23,4
Pirapora	MG	24,7	25,3	25,1	23,8	21,5	19,8	19,7	21,9	24,1	25,3	24,9	24,4
Poços de Caldas	MG	20,7	20,9	20,4	18,6	15,9	14,3	14,2	16,0	18,4	19,3	20,2	20,2
Pompeu	MG	23,8	24,1	24,0	22,8	20,1	18,9	18,5	20,7	22,0	23,3	23,4	23,1
Salinas	MG	24,8	24,9	25,0	23,2	21,4	19,9	19,7	21,5	23,4	24,4	24,4	24,2
São Francisco	MG	25,0	25,2	25,2	24,3	22,6	21,7	21,5	23,2	25,5	26,0	25,3	24,7
São João Del Rei	MG	21,5	21,7	21,4	19,6	17,4	15,9	15,7	17,2	18,8	19,9	20,4	21,0
São Lourenço	MG	22,2	22,3	21,7	19,5	16,2	14,6	14,3	16,4	18,7	20,4	21,3	21,7
São Seb. do Paraíso	MG	22,0	21,9	21,9	20,8	18,5	16,8	16,6	19,1	21,3	21,3	22,2	21,7
Sete Lagoas	MG	22,7	22,9	22,7	21,1	19,0	17,8	17,5	19,4	21,0	22,1	22,3	22,4
Teófilo Otoni	MG	25,2	25,3	25,0	23,6	21,6	19,9	19,4	20,5	22,1	23,5	24,0	24,5
Uberaba	MG	23,5	23,5	23,5	22,2	19,8	18,8	18,5	20,9	22,6	23,2	23,3	23,1
Viçosa	MG	22,1	22,2	21,8	19,7	17,2	15,9	15,5	16,9	18,5	20,2	21,1	21,5
Campo Grande	MS	24,6	24,5	24,2	22,6	20,8	19,4	20,3	21,4	22,5	24,2	24,2	24,3
Coxim	MS	25,9	25,8	25,6	24,5	22,5	20,5	20,9	22,4	24,6	26,3	26,2	25,9
Dourados	MS	25,0	24,9	24,3	22,1	19,8	18,0	18,3	19,6	20,9	23,1	23,9	24,5
Ivinhema	MS	25,1	25,2	24,7	22,1	19,8	18,4	18,9	19,5	21,0	23,1	24,1	24,6
Paranaíba	MS	25,1	25,5	25,1	23,3	21,4	20,1	20,0	22,0	23,4	25,3	25,0	24,8
Ponta Porã	MS	24,0	23,8	23,0	20,7	18,4	16,5	16,8	18,1	19,9	21,6	22,6	23,4
Cáceres	MT	26,5	26,4	26,3	25,6	23,9	22,0	21,7	23,8	25,5	26,9	26,9	26,6
Cuiabá	MT	26,7	26,5	26,5	26,0	24,4	23,0	22,8	25,0	26,6	27,4	27,2	26,9
Diamantino	MT	25,6	25,5	25,5	25,3	23,9	22,5	22,3	24,5	25,9	26,2	26,0	25,6
Gleba Celeste	MT	24,4	24,3	24,6	24,7	23,9	22,5	22,1	23,2	24,6	25,1	24,7	24,4
Sangradouro	MT	23,6	23,5	23,5	23,0	21,0	19,0	18,5	21,0	23,7	24,0	23,9	23,7
Altamira	PA	25,7	25,4	25,4	25,7	25,9	25,7	25,6	26,2	26,8	27,0	26,8	26,4
Alto Tapajós	PA	25,3	25,2	25,4	25,5	25,5	25,0	24,4	25,5	25,7	25,8	25,6	25,5

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Belém	PA	25,6	25,4	25,5	25,6	25,8	26,0	25,7	26,0	26,0	26,4	26,5	26,2
Belterra	PA	24,8	24,5	24,6	24,7	24,6	24,4	24,3	24,8	25,4	25,8	25,8	25,3
Breves	PA	25,5	25,4	25,5	25,8	26,1	26,0	26,0	26,2	26,3	26,5	26,5	26,1
Cametá	PA	26,2	25,9	26,1	26,3	26,5	26,6	26,4	26,7	26,9	27,2	27,3	26,9
Conc. do Araguaia	PA	25,1	25,1	25,3	25,6	25,9	25,3	25,1	25,9	26,4	25,8	25,6	25,2
Itaituba	PA	26,2	25,7	25,9	26,3	26,4	26,3	26,4	27,1	27,5	27,7	27,6	26,7
Marabá	PA	25,9	25,7	25,9	26,3	26,6	26,4	26,3	26,9	26,9	26,6	26,5	26,0
Monte Alegre	PA	25,9	25,6	25,7	25,9	26,0	25,9	26,1	26,7	27,4	27,7	27,5	27,0
Óbidos	PA	26,1	25,7	25,8	26,0	26,2	26,2	26,3	27,0	27,4	27,8	27,8	27,0
Porto de Moz	PA	25,9	25,6	26,0	26,1	26,2	26,2	26,2	26,7	27,0	27,3	27,2	26,7
Santarém	PA	25,8	25,5	25,5	25,6	25,7	25,5	25,4	26,1	26,6	26,9	26,9	26,2
São Félix do Xingu	PA	24,7	24,6	24,8	25,0	25,2	24,7	24,6	25,2	25,4	25,3	25,3	24,8
Soure	PA	26,9	26,3	26,2	26,5	26,9	27,2	27,1	27,6	27,9	28,2	28,2	27,8
Tracuateua	PA	25,7	25,0	25,0	24,8	25,1	25,2	25,1	25,4	25,8	26,3	26,5	26,5
Tucuruí	PA	26,1	25,9	26,1	26,3	26,6	26,5	26,3	26,6	27,0	27,4	27,2	26,6
Campina Grande	PB	23,5	23,7	23,5	23,2	22,3	21,3	20,5	20,6	21,3	22,4	23,1	23,4
João Pessoa	PB	27,1	27,2	27,0	26,7	26,0	25,2	24,2	24,3	25,1	26,3	26,7	26,9
Monteiro	PB	25,4	25,0	24,5	23,9	22,5	21,6	21,1	21,7	23,0	24,6	25,2	25,4
São Gonçalo	PB	27,2	26,4	26,0	25,9	25,7	25,2	25,2	26,1	27,2	27,7	27,8	27,8
Arcoverde	PE	24,5	24,2	24,2	23,3	21,9	20,8	20,2	20,7	22,1	23,8	24,5	24,7
Cabrobó	PE	27,0	26,5	26,4	25,6	24,8	24,0	23,7	24,5	26,0	27,9	28,4	27,7
Caruaru	PE	23,9	24,1	24,1	23,6	22,7	21,6	20,6	20,9	21,7	23,1	-	24,2
Floresta	PE	27,8	27,1	26,9	26,3	25,0	23,9	23,2	24,1	25,8	27,9	28,6	28,2
Garanhuns	PE	22,0	22,0	21,9	21,4	20,3	19,2	18,4	18,4	19,3	20,8	21,7	21,9
Pesqueira	PE	24,4	24,1	24,0	23,2	22,0	20,8	20,2	20,4	21,7	23,2	24,1	24,2
Petrolina	PE	27,2	26,8	27,1	26,2	25,5	24,5	24,1	24,7	26,2	27,7	28,2	27,6
Recife	PE	26,5	26,5	26,4	25,9	25,2	24,5	23,9	23,9	24,6	25,5	26,1	26,4
Surubim	PE	24,8	24,9	24,6	24,3	23,3	22,3	21,6	21,9	22,7	23,8	24,4	24,7
Triunfo	PE	22,6	21,9	21,5	21,0	20,1	19,0	18,4	19,2	20,8	22,5	23,1	23,0
Bom Jesus do Piauí	PI	25,4	25,3	25,5	25,6	25,8	25,5	25,6	27,0	28,5	27,7	26,2	26,0
Florianópolis	PI	25,5	25,5	25,6	25,9	26,0	25,9	26,5	27,7	29,1	28,5	27,2	26,5
Picos	PI	26,7	26,1	25,8	26,1	26,2	26,0	26,0	27,1	28,9	29,7	29,2	27,8
Teresina	PI	26,7	26,1	26,1	26,2	26,4	26,1	26,2	26,8	28,8	29,3	28,8	28,1
Campo Mourão	PR	23,7	23,7	23,0	20,7	17,7	16,0	16,1	17,5	19,0	21,4	22,7	23,3
Castro	PR	20,5	20,6	19,6	17,1	14,1	12,6	12,5	13,7	15,3	17,0	18,6	19,6
Curitiba	PR	20,4	20,6	19,6	17,2	14,5	13,1	12,9	14,1	15,0	16,5	18,2	19,3
Foz do Iguaçu	PR	25,5	25,4	23,8	20,8	17,7	15,8	15,7	17,5	19,0	21,4	23,1	25,1
Guaíra	PR	25,6	25,5	24,7	21,9	18,7	16,8	17,0	18,3	19,9	22,4	23,9	25,1
Guarapuava	PR	20,2	20,2	19,3	16,7	14,4	12,6	12,3	14,5	15,8	17,1	18,5	19,5
Irati	PR	20,4	20,7	19,7	16,5	14,5	13,1	13,3	14,0	15,5	17,1	18,6	19,8
Ivaí	PR	21,6	21,3	20,4	18,3	15,1	13,2	13,7	15,0	16,5	18,6	19,9	20,7
Jacarezinho	PR	24,6	24,8	24,0	21,7	18,7	17,0	17,1	18,7	20,5	22,0	23,3	23,9
Londrina	PR	23,9	24,1	23,4	21,3	18,3	16,7	16,7	18,4	20,0	21,5	22,9	23,4
Maringá	PR	24,5	24,5	24,0	22,0	19,5	17,8	18,0	19,6	20,5	22,3	23,6	24,0
Palmas	PR	19,3	19,3	17,9	14,8	12,2	10,7	10,4	11,3	13,7	15,5	17,2	18,5
Paranaguá	PR	25,0	25,3	24,4	22,1	19,8	17,7	17,2	17,8	18,7	20,4	22,3	23,9
Ponta Grossa	PR	21,5	21,5	20,5	17,5	15,0	13,7	13,4	15,1	17,0	17,9	19,6	20,5
Rio Negro	PR	20,4	20,7	19,5	16,7	13,9	12,6	12,4	13,5	15,1	16,6	18,4	19,7
São Mateus do Sul	PR	21,3	21,2	20,1	16,8	14,0	12,7	12,3	13,9	15,9	17,4	19,3	20,4
Toledo	PR	24,4	24,0	23,4	20,7	17,7	15,7	17,1	17,1	18,9	21,6	22,7	23,4
Alto da Boa Vista	RJ	24,5	24,6	--	21,2	19,5	19,0	18,5	19,0	19,3	20,2	21,3	22,8
Angra dos Reis	RJ	25,9	26,4	25,7	23,8	22,1	20,7	20,2	20,8	21,4	22,3	23,5	24,9
Araras	RJ	21,7	21,9	21,1	18,9	15,9	14,8	14,0	15,5	17,7	19,0	19,8	21,0
Bangu	RJ	27,0	27,1	26,4	24,2	22,0	21,1	20,5	21,8	22,5	23,4	24,3	25,9
Barreirinha	RJ	21,8	22,0	21,3	19,2	17,0	16,2	15,5	17,1	18,3	19,0	20,0	21,0
Cabo Frio	RJ	25,0	25,2	25,3	24,1	22,6	21,6	21,1	21,0	21,2	22,0	23,3	24,4
Campos	RJ	26,2	26,6	26,3	24,3	22,6	21,4	20,7	21,6	22,2	23,2	24,4	25,3

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Carmo	RJ	25,2	25,5	24,9	22,6	20,3	19,0	18,4	19,8	21,3	22,1	23,2	24,2
Cordeiro	RJ	23,5	23,9	23,2	20,8	18,7	17,3	16,7	18,1	19,1	20,7	22,0	22,8
Duque de Caxias	RJ	26,2	26,4	25,7	23,4	21,2	20,0	19,5	20,7	21,8	22,9	23,9	25,3
Ecologia Agrícola	RJ	26,1	26,4	25,6	23,4	21,5	20,6	20,2	21,1	21,9	22,6	23,8	25,0
Engenho de Dentro	RJ	27,0	27,2	26,4	24,3	22,2	21,3	20,8	22,0	22,9	23,5	24,1	25,9
Ilha Guaíba	RJ	25,8	26,2	25,7	23,9	22,5	21,5	21,2	21,5	21,5	22,2	23,8	24,9
Itaperuna	RJ	26,0	26,4	25,8	23,9	21,8	20,6	20,0	21,3	22,2	23,2	24,1	24,9
Jacarepaguá	RJ	26,6	26,7	26,2	24,0	21,8	21,0	20,3	21,5	22,3	23,1	24,1	25,6
Nova Friburgo	RJ	21,2	21,2	20,8	18,5	16,0	14,6	14,1	15,3	16,6	18,2	19,3	20,3
Penha	RJ	27,2	27,5	26,6	24,7	22,6	21,4	21,0	22,1	23,0	23,6	24,5	26,0
Pinheiral	RJ	24,2	24,1	23,8	21,4	18,6	17,4	16,9	18,5	20,4	21,2	22,2	23,1
Pirai	RJ	23,9	24,0	23,6	21,5	18,9	17,5	16,9	18,2	19,7	20,9	22,1	23,2
Resende	RJ	23,8	24,2	23,6	21,5	19,2	17,7	17,4	18,9	20,4	21,4	22,4	23,1
Rio de Janeiro	RJ	26,3	26,6	26,0	24,4	22,8	21,8	21,3	21,8	22,2	22,9	24,0	25,3
Santa Maria Madalena	RJ	22,8	23,0	22,5	20,7	18,7	17,7	16,9	18,0	18,8	19,9	20,8	22,0
Santa Teresa	RJ	25,5	25,5	24,9	23,0	21,2	20,3	19,6	20,4	21,4	21,7	22,8	24,2
Santo Ant. de Pádua	RJ	26,8	26,9	26,3	24,1	21,5	19,9	19,6	21,1	23,0	23,8	25,2	25,8
Teresópolis	RJ	20,7	20,8	20,2	17,9	15,8	14,9	14,3	15,6	16,7	17,5	18,3	19,7
Tinguá	RJ	25,0	25,4	24,5	22,4	20,5	19,4	19,0	20,2	21,0	21,9	23,1	24,3
Vassouras	RJ	23,6	24,0	23,2	21,3	19,0	17,6	17,2	18,6	19,7	20,9	21,9	22,9
Apodí	RN	28,1	27,3	26,4	26,8	26,3	26,2	26,0	26,7	27,3	27,9	28,0	27,9
Ceará Mirim	RN	26,4	26,3	26,1	25,9	25,3	24,5	23,8	23,8	24,3	25,0	25,6	25,8
Cruzeta	RN	28,2	27,5	27,1	26,4	26,0	25,6	25,4	25,9	26,9	27,7	27,9	28,2
Florânia	RN	27,1	26,4	25,8	25,6	25,2	24,6	24,3	24,9	25,9	26,8	26,8	27,2
Macau	RN	27,4	27,3	27,0	27,1	27,0	26,3	25,9	26,2	26,6	26,5	26,9	27,2
Natal	RN	27,0	27,2	27,0	26,6	26,0	24,9	24,3	24,3	25,1	26,0	26,4	26,7
Porto Velho	RO	25,5	25,5	25,6	25,7	25,3	24,7	24,6	25,9	26,2	26,1	26,0	25,5
Boa Vista	RR	27,5	28,0	28,4	28,0	26,9	25,9	25,8	26,6	27,7	28,2	28,0	27,6
Alegrete	RS	24,7	24,4	22,3	18,7	15,8	13,7	13,7	14,6	16,5	18,9	21,5	24,0
Bagé	RS	23,9	23,3	21,4	17,8	15,0	12,4	12,5	13,1	15,1	17,5	20,0	22,8
Bento Gonçalves	RS	21,7	21,8	20,2	17,3	14,9	13,0	13,1	13,5	15,3	17,0	18,8	20,8
Bom Jesus	RS	18,6	19,0	17,7	14,8	12,6	11,0	11,3	11,6	13,2	14,2	15,6	17,8
Caçapava do Sul	RS	22,1	22,0	20,1	17,1	14,7	12,2	12,1	12,5	14,6	16,2	18,6	21,2
Cachoeira do Sul	RS	24,5	24,3	22,3	19,0	16,1	13,5	13,7	14,4	16,8	19,0	21,4	23,7
Caxias do Sul	RS	20,6	20,6	19,1	16,2	14,3	12,1	12,3	12,7	14,4	15,8	17,8	19,6
Cruz Alta	RS	23,3	23,0	21,4	18,5	16,0	13,5	13,6	14,7	16,3	18,4	20,8	22,6
Encruzilhada do Sul	RS	22,0	21,8	20,2	17,3	14,8	12,3	12,4	12,8	14,5	16,4	18,5	21,0
Guaporé	RS	22,7	22,7	21,0	17,6	14,9	13,1	13,1	13,8	15,9	17,9	20,1	21,9
Iraí	RS	24,6	24,5	22,9	19,0	16,1	14,0	14,2	15,5	17,6	19,8	22,0	23,7
Itaquí	RS	26,1	25,6	23,8	20,3	17,4	14,6	14,8	15,6	17,9	20,7	22,8	25,6
Lagoa Vermelha	RS	21,2	21,3	19,8	16,9	14,4	12,4	12,5	13,2	14,9	16,7	18,6	20,2
Marcelino Ramos	RS	23,3	23,1	21,7	18,1	15,1	13,2	13,2	14,5	16,8	18,8	21,1	22,6
Palmeira das Missões	RS	22,9	22,6	21,1	18,5	15,6	13,5	13,3	14,4	16,2	18,1	20,3	22,0
Passo Fundo	RS	22,1	22,0	20,5	17,6	15,2	12,9	13,3	13,9	15,7	17,6	19,6	21,4
Pelotas	RS	23,1	23,4	21,3	18,2	14,8	12,6	12,8	13,1	15,2	17,4	19,6	21,7
Porto Alegre	RS	24,6	24,6	23,1	19,9	16,9	14,3	14,4	15,2	16,8	19,1	21,2	23,3
Rio Grande	RS	23,3	23,5	22,2	19,3	16,4	13,3	13,0	13,8	15,3	17,5	19,5	21,8
Santa Maria	RS	24,2	23,9	21,9	18,4	15,9	13,9	14,1	14,2	16,5	18,6	21,0	23,3
Santa Vitória do Palmar	RS	22,2	22,0	20,3	17,2	14,3	11,7	11,5	11,9	13,7	15,8	18,0	20,5
Santana do Livramento	RS	23,8	23,0	20,9	17,3	15,0	12,4	12,5	13,5	15,0	17,6	20,0	22,4
Santo Ângelo	RS	24,9	24,4	22,6	19,4	16,5	14,2	14,6	16,2	17,4	19,9	22,5	24,2
São Gabriel	RS	24,0	23,7	21,7	18,2	15,4	12,5	12,6	13,5	15,7	17,8	20,5	23,0
São Luiz Gonzaga	RS	24,9	24,5	22,8	19,4	16,9	14,6	14,9	15,5	17,6	19,8	22,0	24,2
Tapes	RS	24,4	24,5	22,8	19,6	16,6	14,0	13,6	14,3	16,3	18,6	20,9	23,0
Torres	RS	22,8	23,3	22,4	20,1	17,5	15,1	14,8	15,3	16,3	18,2	19,9	21,7
Uruguaiana	RS	25,9	25,1	23,1	19,8	16,8	13,8	14,2	14,6	17,1	19,6	22,3	24,7
Vacaria	RS	19,4	19,7	18,0	14,9	12,5	10,8	10,9	11,7	13,2	15,4	17,1	18,6

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Araranguá	SC	24,0	24,1	22,8	20,2	17,8	15,6	15,2	16,0	17,4	19,1	21,1	22,9
Camboriú	SC	23,9	24,0	23,1	20,1	17,5	15,6	15,0	16,0	17,5	19,3	21,0	22,7
Campos Novos	SC	20,7	20,7	19,5	16,5	14,2	12,5	12,9	13,3	14,7	16,4	18,2	19,9
Chapecó	SC	22,8	22,9	21,5	18,5	16,0	14,1	15,0	15,6	16,4	19,1	20,6	22,2
Florianópolis	SC	24,2	24,6	23,6	21,1	18,9	16,7	16,5	16,9	17,9	19,6	21,3	23,0
Irineópolis	SC	20,7	20,8	19,5	16,1	12,9	11,4	11,4	12,6	14,8	16,9	18,5	19,9
Lages	SC	20,2	20,3	18,8	15,6	12,9	11,1	11,1	11,9	14,0	15,4	17,3	19,0
Laguna	SC	23,8	24,0	23,1	20,9	18,7	16,4	16,1	16,4	17,3	18,9	20,7	22,4
Orleans	SC	23,2	23,1	21,9	19,0	16,1	14,1	14,1	15,0	16,4	18,7	20,7	22,3
Porto União	SC	21,8	21,8	20,5	17,1	14,4	12,3	12,6	13,6	15,6	17,7	19,5	21,1
São Francisco do Sul	SC	24,3	24,4	23,6	21,3	19,3	16,8	16,6	17,1	17,7	19,4	21,4	23,4
São Joaquim	SC	16,8	17,1	15,9	13,2	11,4	9,7	9,8	10,7	12,0	12,8	14,4	16,0
Urussanga	SC	23,8	23,9	22,7	19,8	17,0	14,9	14,7	15,7	17,1	19,0	21,0	22,8
Xanxerê	SC	21,2	21,3	20,3	17,5	15,1	13,2	13,7	14,7	16,0	17,5	19,2	20,7
Aracaju	SE	27,0	27,1	27,1	26,7	26,0	25,1	24,4	24,4	25,0	25,9	26,3	26,6
Itabaianinha	SE	25,3	25,4	25,3	24,7	23,8	22,5	21,8	21,7	22,5	23,8	24,7	25,0
Propriá	SE	27,1	27,1	26,9	26,2	25,0	23,8	22,9	22,9	23,8	25,3	26,5	26,9
Araçatuba	SP	25,2	25,3	24,9	22,9	20,2	19,2	18,8	21,1	23,2	23,8	24,5	24,8
Avaré	SP	22,5	22,8	22,1	19,6	17,8	16,9	16,8	17,5	18,3	20,1	20,9	21,7
Bananal	SP	24,3	24,2	23,7	22,2	19,4	17,7	17,2	18,1	--	20,7	22,1	23,2
Campinas	SP	23,0	23,4	22,8	21,0	18,5	17,3	17,2	19,0	20,4	21,1	21,8	22,4
Campos do Jordão	SP	17,3	17,5	16,7	14,7	11,9	10,1	9,5	11,3	13,4	14,9	15,9	16,6
Catanduva	SP	24,9	25,0	24,6	23,1	20,5	19,5	19,1	21,1	22,9	23,9	24,6	24,4
Cotia	SP	21,0	21,1	20,5	18,5	16,2	15,2	14,6	16,1	17,6	17,9	19,1	20,1
Franca	SP	21,7	22,0	22,0	21,0	19,0	17,8	17,7	19,7	20,7	21,2	21,5	21,3
Iguape	SP	25,1	25,5	24,6	22,5	20,1	18,4	17,9	18,6	19,3	20,9	22,6	24,1
Itapeva	SP	22,6	23,0	22,0	19,7	17,1	15,2	15,1	16,3	17,4	19,2	20,7	21,7
Jaboticabal	SP	24,3	24,4	24,0	22,6	20,5	18,5	18,7	20,5	22,0	23,7	24,3	23,9
Lins	SP	25,0	25,0	24,7	22,7	20,0	18,7	18,6	20,7	22,3	23,4	24,1	24,5
Mogi das Cruzes	SP	19,8	19,9	19,6	17,4	15,3	13,5	13,1	14,4	16,0	16,3	17,8	18,8
Presidente Prudente	SP	25,2	25,3	24,9	23,1	20,4	19,1	19,1	20,8	22,0	23,3	24,2	24,7
Santa Rita	SP	22,7	22,7	22,4	20,6	18,2	17,7	17,5	19,6	21,1	21,1	21,8	22,2
Santos	SP	25,5	25,7	25,1	23,3	21,2	19,6	18,8	19,4	20,0	21,4	23,0	24,4
São Carlos	SP	22,4	22,7	22,4	20,8	18,5	17,3	17,3	19,1	20,2	21,2	21,7	21,9
São José dos Campos	SP	22,2	22,4	21,6	19,6	17,0	16,1	15,6	17,1	18,8	19,4	20,3	21,4
São Paulo	SP	21,2	21,6	21,1	18,8	16,7	15,6	15,1	16,4	17,6	18,5	19,5	20,6
São Simão	SP	23,8	23,9	23,5	22,0	19,4	18,2	18,3	20,4	22,2	22,9	23,4	23,4
Sertãozinho	SP	24,0	23,9	23,6	21,7	18,6	17,4	17,1	19,2	21,7	22,5	23,2	23,4
Sorocaba	SP	23,4	23,8	23,1	21,4	19,0	17,1	17,3	18,4	19,4	21,0	22,4	22,6
Taubaté	SP	23,3	23,5	22,9	20,8	18,1	16,7	16,4	18,2	20,0	20,7	21,7	22,7
Tremembé	SP	23,2	23,6	22,7	21,0	18,4	16,5	16,5	18,1	19,6	21,3	22,1	22,4
Ubatuba	SP	25,0	25,2	24,5	22,6	20,2	18,4	17,7	19,0	19,8	21,2	22,6	23,9
Votuporanga	SP	24,9	25,1	25,0	24,2	21,9	20,1	20,2	22,5	23,2	24,8	25,4	25,0
Paraná	TO	25,0	25,1	25,5	25,5	24,5	23,1	22,9	24,4	26,5	26,4	25,6	25,3
Pedro Afonso	TO	25,3	25,4	25,6	26,0	26,2	25,3	25,4	26,4	27,2	26,4	25,9	25,5
Peixe	TO	25,5	25,5	25,7	26,0	25,6	24,1	24,1	25,6	27,1	26,8	26,1	25,5
Porto Nacional	TO	25,5	25,4	25,6	26,1	26,2	25,3	25,3	26,9	28,0	26,9	26,3	25,7
Taguatinga	TO	24,2	24,3	24,4	24,6	24,2	23,6	23,4	25,1	26,6	25,7	24,7	24,3

Fonte: Inmet (2015).

# Anexo 2 – Normais climatológicas: Umidade relativa do ar

Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) de 292 localidades no Brasil.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Cruzeiro do Sul	AC	87,0	87,4	87,7	88,6	87,5	86,6	84,2	82,4	85,1	85,7	86,2	85,9
Rio Branco	AC	87,0	87,0	87,0	87,0	86,0	83,0	79,0	77,0	78,0	82,0	85,0	87,0
Tarauacá	AC	89,0	89,0	89,0	89,0	87,0	87,0	85,0	85,0	85,0	86,0	86,0	89,0
Coruripe	AL	80,8	81,3	83,3	83,4	86,3	85,4	85,4	83,9	83,6	81,5	80,6	79,1
Maceió	AL	75,4	76,6	78,3	81,5	82,6	82,4	82,1	79,5	77,2	76,0	74,7	75,8
Barcelos	AM	87,0	86,0	88,0	90,0	91,0	91,0	88,0	88,0	88,0	88,0	87,0	87,0
Benjamin Constant	AM	82,9	82,2	82,0	83,0	83,4	–	81,9	81,0	80,5	80,9	81,6	82,2
Carauari	AM	88,2	–	88,8	88,8	89,4	88,9	86,7	85,9	86,4	86,2	–	88,5
Coari	AM	91,0	90,6	90,7	91,2	91,3	89,9	88,0	86,5	86,1	87,8	89,4	90,2
Fonte Boa	AM	88,2	88,1	89,1	89,5	89,9	90,2	88,9	87,4	87,3	86,7	87,9	88,6
Iauaretê	AM	89,3	89,1	89,7	90,4	91,4	91,5	91,2	89,8	88,6	89,0	89,4	89,4
Manaus	AM	86,0	87,0	88,0	87,0	87,0	83,0	80,0	77,0	77,0	79,0	81,0	85,0
Manicoré	AM	90,4	90,7	90,7	90,0	90,4	88,5	87,2	86,2	87,4	89,1	89,1	89,7
Pari Cachoeira	AM	88,9	88,5	89,0	89,5	90,5	90,7	90,4	89,2	87,7	87,9	88,9	89,1
Parintins	AM	85,0	87,0	86,0	87,0	89,0	87,0	85,0	82,0	79,0	77,0	76,0	82,0
Rio Içana	AM	85,3	84,7	86,1	87,1	88,0	88,3	87,7	85,8	85,3	85,0	85,4	85,9
São G. da Cachoeira	AM	86,9	85,9	86,5	87,7	89,5	90,2	88,9	87,2	85,3	84,6	86,0	86,9
Santa I. do Rio Negro	AM	89,0	88,3	89,2	90,3	91,1	91,0	89,7	88,6	88,1	86,8	87,2	88,2
Taracuaá	AM	91,3	90,2	90,8	91,3	91,8	92,0	91,7	90,9	89,8	89,8	91,0	91,3
Tefé	AM	86,0	85,0	88,0	88,0	86,0	87,0	84,0	82,0	83,0	84,0	83,0	87,0
Macapá	AP	86,0	87,0	88,0	89,0	88,0	86,0	85,0	81,0	76,0	75,0	76,0	80,0
Porto Platon	AP	86,0	86,6	88,4	88,6	89,1	87,0	84,0	82,0	77,9	74,9	74,7	79,6
Alagoinhas	BA	76,6	78,0	78,3	82,6	82,1	85,8	85,0	84,4	81,6	78,3	77,2	77,7
Barreiras	BA	77,5	78,5	79,9	76,2	71,9	65,2	58,7	50,3	47,1	60,7	70,8	77,0
Bom Jesus da Lapa	BA	70,5	69,6	69,6	70,2	61,8	57,1	52,1	46,4	46,2	55,6	66,6	73,0
Caetité	BA	73,3	72,3	71,2	72,7	69,3	68,0	66,3	59,5	58,1	64,4	73,0	72,6
Caravelas	BA	81,5	79,6	80,5	81,5	83,0	83,9	83,5	80,0	80,8	81,2	81,4	81,5
Cipó	BA	65,3	67,2	66,8	72,8	75,9	75,7	77,9	75,6	71,4	67,9	64,8	65,6
Ilhéus	BA	80,4	80,7	81,5	83,0	85,7	86,5	86,6	85,2	83,7	83,1	82,8	82,0
Itaberaba	BA	69,8	70,2	69,9	73,5	74,9	76,2	75,2	70,8	68,3	66,4	67,7	68,1
Itiruçu	BA	79,7	82,0	84,2	84,6	85,4	88,0	87,9	84,0	82,2	81,5	82,0	80,2
Jacobina	BA	70,0	71,0	72,0	75,0	77,0	78,0	76,0	72,0	68,0	65,0	65,0	70,0
Lençóis	BA	73,6	73,0	77,6	80,5	81,4	82,0	79,9	76,2	72,8	73,6	74,9	76,2
Monte Santo	BA	65,5	59,1	61,8	67,6	74,3	75,7	74,2	70,0	68,1	59,7	56,6	58,6
Morro do Chapéu	BA	76,3	75,4	78,2	81,0	83,6	85,1	84,1	79,4	75,4	73,4	73,9	75,9
Paulo Afonso	BA	62,7	64,2	66,9	71,4	75,4	78,1	75,7	71,4	65,7	59,9	58,3	59,7
Remanso	BA	65,2	66,1	69,0	66,0	63,3	60,3	56,7	51,7	49,9	51,3	58,3	61,3
Salvador	BA	79,4	79,0	79,8	82,2	83,1	82,3	81,5	80,0	79,6	80,7	81,5	81,1
Santa Rita de Cássia	BA	76,8	77,9	78,2	77,9	72,8	67,8	59,8	54,7	50,6	56,1	66,9	75,2
São Fran. do Conde	BA	81,0	82,1	83,5	85,6	87,7	87,4	87,5	85,5	83,6	81,7	81,3	81,3
Serrinha	BA	74,4	76,5	80,3	81,5	85,1	85,5	83,1	81,8	78,9	76,3	73,8	73,2
Barbalha	CE	68,0	74,0	80,0	79,0	73,0	67,0	61,0	53,0	49,0	51,0	53,0	55,0
Campos Sales	CE	68,0	74,0	82,0	79,0	72,0	66,0	62,0	53,0	52,0	50,0	53,0	59,0
Crateús	CE	60,0	73,0	77,0	78,0	73,0	65,0	57,0	50,0	45,0	45,0	47,0	52,0
Fortaleza	CE	78,1	81,4	84,7	85,2	83,6	81,0	78,8	75,3	74,4	74,0	73,7	75,9
Guaramiranga	CE	86,7	89,1	91,7	92,5	92,2	90,8	88,2	84,6	82,4	82,2	82,4	83,9

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Iguatu	CE	66,0	70,0	75,0	78,0	77,0	69,0	60,0	53,0	50,4	50,0	48,0	49,0
Morada Nova	CE	65,8	72,0	80,3	79,5	75,0	73,7	67,6	61,4	57,5	58,0	58,3	61,4
Quixeramobim	CE	59,0	68,0	76,0	80,0	79,0	75,0	65,0	58,0	56,0	58,0	55,0	57,0
Sobral	CE	69,0	74,0	81,0	85,0	80,0	74,0	66,0	55,0	55,0	58,0	57,0	61,0
Tauá	CE	68,0	69,0	75,0	78,0	71,0	66,0	59,0	54,0	55,8	51,0	50,0	54,0
Brasília	DF	76,0	77,0	76,0	75,0	68,0	61,0	56,0	49,0	53,0	66,0	75,0	79,0
Cach. do Itapemirim	ES	77,0	76,0	77,0	80,0	81,0	80,0	80,0	77,0	77,0	79,0	79,0	80,0
Linhares	ES	83,0	82,0	84,0	84,0	85,0	86,0	86,0	83,0	84,0	84,0	85,0	85,0
Vitória	ES	76,0	75,0	76,0	76,0	76,0	77,0	77,0	76,0	77,0	78,0	78,0	78,0
Aragarças	GO	82,0	82,0	83,0	79,0	74,0	70,0	62,0	55,0	60,0	78,0	76,0	82,0
Catalão	GO	78,0	77,0	75,0	73,0	68,0	63,0	56,0	52,0	54,0	65,0	74,0	79,0
Formosa	GO	80,0	78,0	78,0	75,0	70,0	65,0	58,0	51,0	53,0	67,0	76,0	81,0
Goiânia	GO	75,0	76,0	74,0	71,0	65,0	60,0	53,0	47,0	53,0	65,0	73,0	76,0
Goiás	GO	80,0	80,0	79,0	76,0	70,0	64,0	56,0	52,0	56,0	67,0	76,0	79,0
Mineiros	GO	79,8	78,7	79,3	76,5	73,8	68,3	60,6	55,5	63,7	68,2	75,3	79,0
Pirenópolis	GO	82,0	80,0	81,0	77,0	72,0	68,0	57,0	51,0	57,0	69,0	77,0	82,0
Rio Verde	GO	81,0	78,0	81,0	76,0	71,0	64,0	57,0	52,0	61,0	68,0	75,0	81,0
Barra do Corda	MA	85,0	87,0	88,0	87,0	84,0	80,0	70,0	65,0	64,0	69,0	72,0	78,0
Carolina	MA	84,0	85,0	85,0	81,0	73,0	66,0	55,0	50,0	57,0	74,0	80,0	83,0
Caxias	MA	78,0	81,0	83,0	83,0	80,0	74,0	67,0	60,0	57,0	59,0	62,0	67,0
Grajaú	MA	84,0	86,0	85,0	85,0	82,0	76,0	72,0	66,0	67,0	71,0	78,0	83,0
Imperatriz	MA	83,0	84,0	84,0	83,0	78,0	72,0	64,0	61,0	65,0	70,0	75,0	80,0
São Luís	MA	85,0	88,0	89,0	90,0	89,0	86,0	86,0	84,0	81,0	81,0	79,0	81,0
Zé Doca	MA	83,0	86,0	86,0	86,0	84,0	81,0	77,0	74,0	71,0	71,0	71,0	74,0
Araçuaí	MG	76,1	72,7	72,4	69,4	72,3	71,7	70,0	66,2	62,3	71,6	75,9	77,5
Araxá	MG	82,3	81,6	81,5	80,1	77,3	74,1	70,9	67,1	69,6	76,1	80,8	84,6
Bambuí	MG	83,2	80,6	81,9	82,9	83,2	81,3	78,8	73,8	73,7	76,1	80,3	84,8
Barbacena	MG	83,4	81,7	83,3	83,8	82,1	80,6	78,8	75,4	76,6	80,8	83,5	85,2
Belo Horizonte	MG	79,0	75,1	74,7	73,9	72,5	71,4	68,7	64,5	65,1	69,8	74,1	78,0
Cambuquira	MG	77,3	76,2	75,5	73,6	71,4	72,1	66,9	63,4	63,4	71,0	74,6	78,6
Capinópolis	MG	84,7	82,8	83,1	79,5	77,5	75,0	69,6	67,2	68,5	72,9	79,0	84,5
Caratinga	MG	80,7	78,6	81,1	82,4	83,3	83,1	80,6	76,5	74,1	77,4	80,1	82,2
Cataguases	MG	77,9	77,3	75,4	78,2	78,8	78,7	77,9	74,2	74,7	77,3	76,5	76,8
Caxambu	MG	79,0	78,2	78,6	77,2	76,5	75,8	72,8	68,4	66,4	69,8	74,7	78,7
Conc. do Mato Dentro	MG	75,7	75,0	77,9	79,4	80,3	79,2	74,8	70,7	68,5	72,9	76,2	78,2
Coronel Pacheco	MG	79,0	78,7	78,9	80,8	80,8	81,2	78,5	76,4	76,4	76,0	77,6	78,6
Curvelo	MG	74,1	72,1	72,2	70,5	69,6	69,0	65,2	61,0	60,9	67,6	72,5	76,1
Diamantina	MG	79,6	76,1	78,7	79,5	78,4	75,7	73,0	69,8	72,3	75,4	79,6	81,8
Espinosa	MG	67,5	65,7	66,5	63,7	59,6	56,5	53,5	48,1	47,9	55,1	64,3	69,3
Florestal	MG	77,5	76,5	75,8	75,3	74,7	74,0	72,2	66,7	66,2	70,8	74,6	76,6
Frutal	MG	77,1	77,4	74,8	71,0	67,9	66,6	61,9	54,4	55,0	67,8	70,7	76,3
Governador Valadares	MG	76,7	74,5	73,6	76,6	76,0	76,6	74,7	69,3	70,9	73,6	78,4	78,9
Ibirité	MG	79,5	78,4	77,8	78,0	78,4	77,5	75,2	68,9	67,8	73,4	78,0	79,9
Itamarandiba	MG	81,2	80,2	81,3	81,8	81,4	79,9	78,6	75,1	74,3	77,6	81,2	83,0
Itambacuri	MG	73,5	72,3	73,4	76,5	74,6	74,7	74,6	68,5	65,3	69,7	72,0	74,7
Januária	MG	76,1	74,1	72,8	70,8	67,8	63,9	60,1	52,3	50,9	59,6	70,1	77,6
João Monlevade	MG	82,5	81,4	81,6	82,5	81,9	80,2	79,7	75,3	76,2	79,7	81,8	83,3
João Pinheiro	MG	78,2	76,2	75,2	72,6	69,4	67,3	64,0	58,4	59,3	68,0	73,6	78,9
Juiz de Fora	MG	83,4	81,1	83,9	84,3	83,3	79,4	77,9	73,6	75,8	81,2	81,3	85,3
Lavras	MG	81,3	79,7	77,3	80,1	77,4	76,1	72,2	67,1	69,2	74,1	78,3	81,5
Machado	MG	77,2	76,4	75,6	74,8	74,5	72,9	68,5	63,5	63,8	69,9	72,6	77,3
Minas Novas	MG	75,4	73,5	72,8	73,5	73,0	72,0	69,5	62,8	59,8	69,6	75,0	77,7
Montes Claros	MG	74,0	71,2	72,7	71,8	65,3	65,0	59,1	52,1	53,4	62,1	75,8	76,8
Oliveira	MG	83,8	81,3	81,0	80,9	78,2	78,2	76,2	72,2	74,1	80,7	83,7	85,7
Ouro Fino	MG	80,2	79,3	78,2	75,5	74,0	72,1	67,1	62,0	64,7	74,9	73,7	78,3
Passa Quatro	MG	77,5	77,2	77,3	76,7	76,3	77,2	74,1	70,1	69,7	72,3	74,9	78,4

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Patos de Minas	MG	78,3	76,9	74,8	74,3	69,1	63,8	59,2	51,8	55,3	66,5	75,0	79,8
Patrocínio	MG	77,8	78,1	79,1	78,7	75,1	70,6	65,6	59,2	64,2	71,5	79,0	82,5
Pedra Azul	MG	72,0	70,4	72,6	74,7	76,2	75,8	74,1	69,2	68,4	72,0	74,1	76,0
Pirapora	MG	78,9	75,4	76,2	77,1	74,6	70,5	67,0	61,1	60,7	66,6	75,3	78,8
Poços de Caldas	MG	82,8	83,8	82,5	81,0	81,3	80,6	77,5	74,0	73,5	78,6	78,7	82,6
Pompeu	MG	79,5	78,1	79,4	79,2	78,4	75,8	72,3	69,0	68,2	72,5	78,5	83,2
Salinas	MG	74,2	70,5	71,4	74,5	74,8	71,2	66,1	57,5	58,3	64,4	73,5	77,6
São Francisco	MG	76,7	75,3	72,6	72,1	68,9	64,4	58,9	51,9	50,7	62,3	72,4	77,1
São João Del Rei	MG	75,4	74,8	74,6	75,2	74,7	73,2	71,2	67,1	67,9	71,8	73,8	76,4
São Lourenço	MG	79,5	76,7	79,1	78,9	79,9	77,6	75,9	70,9	70,1	74,6	74,8	79,1
São Seb. do Paraíso	MG	82,2	83,4	77,8	73,7	70,9	68,7	63,4	56,2	55,3	70,8	71,6	80,3
Sete Lagoas	MG	76,8	74,8	75,2	73,3	72,3	70,1	66,2	59,7	59,9	66,8	73,5	76,9
Teófilo Otoni	MG	78,3	76,0	77,7	79,4	81,3	81,7	80,9	77,8	76,0	78,4	79,9	80,0
Uberaba	MG	80,5	80,9	79,5	76,2	74,6	73,1	67,3	58,9	63,0	70,6	75,2	80,4
Viçosa	MG	81,5	80,6	81,7	83,0	83,3	84,0	81,9	76,6	76,2	76,7	80,6	82,8
Campo Grande	MS	80,8	80,6	78,0	77,5	74,8	72,3	65,9	59,6	63,2	67,6	72,5	80,3
Coxim	MS	80,0	78,9	79,1	77,2	75,0	74,3	63,6	60,2	62,9	65,0	70,1	78,9
Dourados	MS	80,6	81,2	82,0	77,5	78,6	78,9	71,1	66,0	68,3	70,6	72,5	77,0
Ivinhema	MS	82,1	81,6	80,7	78,2	79,5	79,5	74,9	71,7	73,0	75,3	75,9	78,7
Paranaíba	MS	80,8	73,4	77,2	75,6	73,4	70,6	63,8	59,9	62,4	65,3	72,8	78,6
Ponta Porã	MS	77,6	78,5	77,4	76,6	77,8	78,9	71,0	68,2	69,7	69,5	72,9	75,6
Cáceres	MT	84,1	85,0	84,4	84,5	83,2	83,4	76,5	73,1	71,0	76,8	80,5	84,9
Cuiabá	MT	80,7	81,6	81,0	79,5	74,2	73,7	65,4	57,3	61,8	69,6	74,2	78,5
Diamantino	MT	80,3	83,0	79,9	80,1	77,5	70,1	67,8	60,7	64,5	69,0	74,2	72,2
Gleba Celeste	MT	85,3	87,0	85,6	83,2	81,8	78,6	73,5	72,6	75,1	81,6	85,4	84,6
Sangradouro	MT	84,4	85,2	83,3	81,9	79,3	74,9	69,6	60,1	62,0	74,3	79,3	82,9
Altamira	PA	86,0	87,0	88,0	88,0	87,0	85,0	83,0	81,0	79,0	78,0	79,0	86,0
Alto Tapajós	PA	89,1	89,6	89,4	89,5	86,9	82,7	78,7	77,1	83,4	86,0	88,1	88,6
Belém	PA	89,7	91,0	91,0	91,0	88,0	86,0	85,0	84,0	84,0	83,0	83,0	86,0
Belterra	PA	90,0	92,0	92,0	92,0	93,0	92,0	90,0	88,0	87,0	86,0	85,0	87,0
Breves	PA	89,0	90,0	90,0	89,0	87,0	86,0	84,0	84,0	84,0	82,0	84,0	86,0
Cametá	PA	85,3	87,5	87,9	87,8	85,7	84,3	84,3	83,5	82,2	80,7	80,9	82,7
Conc. do Araguaia	PA	90,0	91,0	87,0	90,0	84,5	83,0	77,0	78,0	83,0	83,0	88,0	90,0
Itaituba	PA	88,0	91,0	91,0	91,0	91,0	89,0	88,0	85,0	84,0	83,0	84,0	88,0
Marabá	PA	86,0	87,0	87,0	87,0	84,0	79,0	77,0	76,0	78,0	81,0	83,0	86,0
Monte Alegre	PA	80,0	82,0	84,0	84,0	84,0	81,0	80,0	75,0	73,0	71,0	76,0	75,0
Óbidos	PA	86,0	88,0	89,0	88,0	88,0	86,0	84,0	81,0	78,0	78,0	78,0	82,0
Porto de Moz	PA	88,0	89,0	89,0	89,0	89,0	87,0	87,0	85,0	84,0	82,0	83,0	84,0
Santarém	PA	86,9	88,6	89,1	89,2	89,8	89,3	87,4	84,9	82,3	80,2	80,0	83,1
São Félix do Xingu	PA	89,0	88,0	88,0	88,0	86,0	84,0	81,0	81,0	82,0	85,0	85,0	88,0
Soure	PA	85,0	87,0	88,0	87,0	86,0	82,0	82,0	80,0	76,0	74,0	76,0	80,0
Tracuateua	PA	85,0	89,0	90,0	91,0	91,0	89,0	87,0	85,0	80,0	77,0	77,0	80,0
Tucuruí	PA	90,0	91,0	91,0	91,0	89,0	87,0	85,0	85,0	84,0	85,0	85,0	88,0
Campina Grande	PB	79,0	78,0	86,0	86,0	88,0	91,0	90,0	86,0	84,0	79,0	72,0	79,0
João Pessoa	PB	75,0	75,0	81,0	79,0	81,0	81,0	87,0	75,0	77,0	73,0	74,0	74,0
Monteiro	PB	66,0	68,0	73,0	78,0	77,0	77,0	75,0	68,0	66,0	61,0	60,0	60,0
São Gonçalo	PB	60,0	67,0	73,0	74,0	70,0	65,0	59,0	54,0	53,0	51,0	52,0	54,0
Arcoverde	PE	62,0	66,0	71,0	74,0	74,0	76,0	77,0	74,0	68,0	65,0	64,0	64,0
Cabrobó	PE	57,0	61,0	67,0	67,0	67,0	66,0	65,0	59,0	53,0	48,0	49,0	54,0
Caruaru	PE	75,1	75,2	78,6	81,3	83,1	85,7	85,8	83,8	79,9	74,9	-	72,4
Floresta	PE	60,0	61,0	68,0	69,0	70,0	69,0	69,0	60,0	54,0	50,0	52,0	56,0
Garanhuns	PE	76,8	74,4	81,0	85,1	88,0	90,1	91,6	88,8	81,3	77,8	71,9	74,7
Pesqueira	PE	66,7	68,7	73,2	78,5	81,4	83,1	82,2	76,3	71,7	66,5	63,9	65,4
Petrolina	PE	58,0	63,0	67,0	70,0	64,0	61,0	60,0	53,0	48,0	48,0	50,0	54,0
Recife	PE	73,0	77,0	80,0	84,0	85,0	85,0	85,0	85,0	78,0	76,0	74,0	75,0
Surubim	PE	71,0	71,0	74,0	77,0	80,0	85,0	82,0	77,7	73,0	73,0	70,0	71,0
Triunfo	PE	67,4	72,9	79,2	83,0	82,9	84,1	81,3	72,4	65,9	60,0	60,0	62,7

Continua...

Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Bom Jesus do Piauí	PI	75,2	77,3	76,6	74,4	64,3	56,7	50,1	41,3	42,0	54,5	66,7	70,9
Floriano	PI	80,0	81,0	82,0	76,0	71,0	63,0	52,0	48,0	46,0	56,0	69,0	74,0
Picos	PI	69,0	70,0	77,0	76,0	67,0	57,0	53,0	47,0	42,0	45,0	51,0	58,0
Teresina	PI	75,0	83,0	83,0	84,1	81,0	72,0	65,0	59,0	56,0	58,0	60,0	64,0
Campo Mourão	PR	76,0	73,0	70,0	77,1	73,0	77,0	76,0	70,0	69,0	72,0	68,0	73,0
Castro	PR	81,0	82,0	85,0	86,0	87,0	86,0	84,0	82,0	83,2	80,0	80,7	82,9
Curitiba	PR	79,0	80,0	80,0	79,0	82,0	82,7	81,0	79,0	82,0	82,0	80,0	82,0
Foz do Iguaçu	PR	77,0	80,0	82,0	85,0	86,0	85,0	83,0	80,0	79,0	78,0	75,0	74,0
Guaira	PR	75,0	77,0	79,0	80,0	82,0	83,0	78,0	74,0	73,0	75,0	72,0	76,0
Guarapuava	PR	80,9	81,4	81,2	80,3	80,2	79,4	76,2	74,5	78,1	76,8	76,0	77,2
Irati	PR	79,0	80,7	81,7	81,0	81,3	81,0	77,8	74,4	75,0	75,3	73,9	76,6
Ivaí	PR	79,6	81,6	81,4	82,8	83,3	83,2	79,1	75,8	76,0	76,6	77,4	79,2
Jacarezinho	PR	72,0	76,0	74,0	71,0	74,0	74,0	69,0	65,0	63,0	66,0	68,0	72,0
Londrina	PR	73,0	76,0	75,0	72,0	74,0	73,0	72,0	67,0	67,0	67,0	69,0	68,0
Maringá	PR	74,3	74,9	71,4	71,3	71,6	73,5	66,6	61,5	64,0	65,5	65,1	71,5
Palmas	PR	80,7	81,5	83,0	83,0	85,1	86,1	85,4	82,9	81,2	81,3	79,5	78,0
Paranaguá	PR	80,0	78,0	82,0	83,0	83,0	83,0	83,0	86,0	78,0	79,0	82,2	82,5
Ponta Grossa	PR	77,3	79,7	79,0	78,5	78,6	79,7	76,4	72,8	73,6	76,2	73,0	75,9
Rio Negro	PR	81,0	83,0	83,0	83,0	81,0	83,0	81,0	80,0	82,0	80,0	78,0	80,0
São Mateus do Sul	PR	77,5	80,1	81,1	81,6	82,9	83,9	81,3	78,1	78,3	78,4	73,8	76,1
Toledo	PR	75,4	78,2	74,6	74,4	76,4	76,9	73,5	71,5	70,7	70,3	71,6	75,5
Alto da Boa Vista	RJ	78,3	77,7	-	83,9	83,2	81,6	79,9	80,5	81,8	83,5	83,2	80,4
Angra dos Reis	RJ	81,0	80,0	81,0	82,0	82,0	82,0	81,0	81,0	82,0	83,0	82,0	82,0
Araras	RJ	81,7	81,6	82,3	83,2	83,8	83,6	82,1	78,5	76,0	79,7	80,0	80,8
Bangu	RJ	73,1	72,5	75,0	77,5	77,9	77,2	75,9	73,9	74,1	76,1	75,3	74,5
Barreirinha	RJ	83,0	82,5	82,5	81,8	78,5	76,9	75,0	73,6	75,7	81,8	81,9	82,9
Cabo Frio	RJ	82,0	82,0	82,0	80,0	81,0	81,0	80,0	81,0	81,0	82,0	82,0	82,0
Campos	RJ	79,0	77,5	77,8	79,4	80,1	80,9	80,5	78,1	77,5	79,3	79,6	80,0
Carmo	RJ	75,1	73,9	74,1	75,7	75,4	74,9	73,6	69,3	69,3	74,4	75,0	76,1
Cordeiro	RJ	80,0	80,0	82,0	84,0	85,0	85,0	83,0	79,0	78,0	79,0	80,0	82,0
Duque de Caxias	RJ	80,0	79,8	81,8	84,5	84,9	85,1	83,4	81,6	80,1	80,7	80,3	80,1
Ecologia Agrícola	RJ	77,0	76,0	78,0	80,0	78,0	77,0	74,0	73,0	75,0	78,0	77,0	78,0
Engenho de Dentro	RJ	77,8	78,3	78,5	80,8	81,3	80,8	80,2	78,4	78,2	79,7	79,0	78,6
Ilha Guaiiba	RJ	81,0	81,0	82,0	81,0	79,0	77,0	75,0	77,0	80,0	82,0	82,0	82,0
Itaperuna	RJ	76,0	76,0	76,0	78,0	79,0	79,0	78,0	74,0	75,0	76,0	77,0	79,0
Jacarepaguá	RJ	72,9	74,5	73,8	75,8	76,4	74,9	74,6	73,5	73,8	75,7	74,1	73,9
Nova Friburgo	RJ	77,0	78,0	78,0	82,0	82,0	83,0	83,0	81,0	80,0	81,0	80,0	80,0
Penha	RJ	73,8	73,8	76,0	76,5	77,2	77,6	76,5	74,3	74,6	76,1	75,6	75,1
Pinheiral	RJ	80,0	81,0	80,8	82,7	83,6	82,7	80,0	76,7	74,2	78,4	78,3	79,9
Pirai	RJ	82,0	83,0	83,0	85,0	85,0	86,0	84,0	82,0	81,0	82,0	82,0	82,0
Resende	RJ	76,6	75,6	77,4	77,9	77,3	77,3	73,7	69,7	69,4	73,0	74,6	77,2
Rio de Janeiro	RJ	79,0	79,0	80,0	80,0	80,0	79,0	77,0	77,0	79,0	80,0	79,0	80,0
Santa Maria Madalena	RJ	82,8	82,0	81,6	83,2	83,9	83,7	82,8	79,8	81,0	83,6	84,1	83,6
Santa Teresa	RJ	79,2	79,7	81,3	83,1	82,1	81,7	81,1	79,3	80,5	83,4	82,6	81,7
Santo Ant. de Pádua	RJ	72,4	72,0	74,1	76,4	78,3	78,8	76,2	70,8	68,8	73,2	-	-
Teresópolis	RJ	86,6	85,9	86,6	88,7	87,4	86,3	85,4	83,5	84,4	87,7	88,4	87,2
Tinguá	RJ	80,7	79,3	82,2	83,8	83,1	82,4	80,3	77,8	79,0	81,6	80,7	80,6
Vassouras	RJ	83,0	82,0	83,0	85,0	85,0	83,0	81,0	78,0	78,0	81,0	81,0	83,0
Apodi	RN	64,0	69,0	75,0	77,0	75,0	72,0	67,0	63,0	60,0	58,0	59,0	62,0
Ceará Mirim	RN	77,0	78,0	81,0	83,0	84,0	84,0	84,0	80,0	77,0	75,0	74,0	75,0
Cruzeta	RN	59,0	64,6	68,0	74,0	72,0	68,0	66,0	61,0	54,0	57,0	56,0	59,0
Florânia	RN	60,0	64,0	73,0	75,0	71,0	69,0	65,0	60,0	57,0	55,0	55,0	57,0
Macau	RN	70,0	72,0	75,0	76,0	76,0	70,0	69,0	69,0	68,0	69,0	66,0	70,0
Natal	RN	74,8	75,1	77,3	79,9	80,1	81,3	80,5	78,0	75,5	74,4	75,4	74,8
Porto Velho	RO	89,0	88,0	89,1	89,0	86,0	84,1	80,0	82,0	84,0	86,0	87,0	88,7
Boa Vista	RR	70,8	66,4	66,3	70,7	78,9	84,9	84,2	81,3	76,2	74,1	72,3	72,5

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Alegrete	RS	68,6	71,8	75,3	77,1	79,6	80,6	79,7	75,8	73,7	71,0	67,2	65,1
Bagé	RS	63,0	67,0	70,0	72,0	75,0	77,0	77,0	74,0	73,0	69,0	65,0	62,0
Bento Gonçalves	RS	74,5	76,7	78,5	78,2	78,4	79,1	77,3	75,8	75,7	73,9	72,6	71,9
Bom Jesus	RS	81,0	83,0	80,0	81,0	81,0	81,0	79,0	79,0	79,0	79,0	78,0	79,0
Caçapava do Sul	RS	73,8	76,6	79,3	80,9	82,8	85,3	84,9	81,4	81,4	77,5	75,0	71,5
Cachoeira do Sul	RS	69,2	72,0	74,8	75,6	80,3	81,9	82,1	79,1	76,0	71,4	68,4	66,1
Caxias do Sul	RS	77,0	79,0	82,0	81,0	80,0	80,0	78,0	78,0	77,0	78,0	75,0	76,0
Cruz Alta	RS	68,6	72,8	73,9	72,5	73,9	74,6	74,1	72,3	72,0	68,5	66,9	65,9
Encruzilhada do Sul	RS	72,0	76,0	77,0	77,0	78,0	80,0	80,0	77,0	77,0	74,0	71,0	87,0
Guaporé	RS	71,7	74,6	77,8	78,1	80,0	80,9	79,7	78,5	76,8	73,4	69,8	68,9
Iraí	RS	74,0	77,0	79,0	80,0	84,0	85,0	82,0	79,0	77,0	73,0	73,0	71,0
Itaqui	RS	70,0	72,2	72,8	73,3	76,0	76,3	76,7	74,6	72,4	68,8	68,2	67,5
Lagoa Vermelha	RS	73,2	75,8	77,7	76,2	76,9	78,8	76,7	76,6	75,5	73,6	71,8	71,0
Marcelino Ramos	RS	73,6	76,1	78,0	80,3	82,6	84,1	82,2	79,8	78,7	74,4	70,3	69,8
Palmeira das Missões	RS	71,3	74,7	75,4	74,1	77,1	79,3	77,8	75,4	74,3	71,9	68,7	68,8
Passo Fundo	RS	71,0	74,0	75,0	74,0	75,0	76,0	75,0	73,0	72,0	69,0	67,0	67,0
Pelotas	RS	75,7	77,9	79,0	80,1	81,8	83,5	84,3	83,2	81,6	78,9	76,4	75,2
Porto Alegre	RS	71,0	74,0	75,0	77,0	81,0	82,0	81,0	79,0	78,0	74,0	71,0	69,0
Rio Grande	RS	78,3	78,6	79,3	79,6	82,8	83,7	86,7	84,3	83,8	80,5	77,6	77,6
Santa Maria	RS	71,0	76,0	79,0	80,0	82,0	81,0	80,0	78,0	78,0	73,0	71,0	69,0
Santa Vitória do Palmar	RS	75,0	78,0	80,0	81,0	83,0	84,0	85,0	84,0	82,0	80,0	77,0	75,0
Santana do Livramento	RS	63,8	68,2	71,7	73,2	78,5	78,9	79,8	75,3	72,8	69,5	67,0	64,7
Santo Ângelo	RS	64,6	70,1	71,6	74,2	74,5	76,7	75,9	71,2	73,0	68,1	65,1	63,4
São Gabriel	RS	71,4	71,3	74,5	74,7	78,0	80,1	79,4	77,2	75,9	71,8	70,8	69,2
São Luiz Gonzaga	RS	67,0	71,0	72,0	74,0	74,0	76,0	75,0	72,0	71,0	67,0	66,0	63,0
Tapes	RS	71,6	72,5	74,5	75,0	77,7	79,1	79,5	77,3	76,8	72,9	71,1	70,5
Torres	RS	83,0	84,0	83,0	81,0	82,0	82,0	84,0	83,0	84,0	83,0	81,0	82,0
Uruguaiana	RS	65,0	68,6	70,9	72,6	76,0	77,6	76,5	72,8	71,0	67,6	64,7	63,4
Vacaria	RS	75,6	78,7	79,6	80,4	80,1	80,5	79,9	80,4	79,0	78,0	76,0	76,2
Araranguá	SC	81,8	84,2	84,2	83,4	83,6	82,7	82,7	82,3	83,9	81,7	79,9	78,5
Camboriú	SC	83,1	85,1	85,3	85,7	86,6	87,2	87,7	87,4	87,0	84,7	83,1	82,4
Campos Novos	SC	75,9	78,8	79,5	77,7	78,8	79,2	76,0	74,1	75,1	72,0	71,4	73,3
Chapecó	SC	73,0	75,0	75,0	76,0	78,0	77,0	74,0	71,0	72,0	71,0	69,0	71,0
Florianópolis	SC	81,0	82,0	82,0	82,0	83,0	83,0	84,0	83,0	83,0	81,0	80,0	80,0
Irineópolis	SC	80,4	82,2	83,9	83,8	84,9	85,7	84,9	82,6	82,5	80,2	77,3	78,9
Lages	SC	77,4	79,8	80,8	80,8	81,5	83,2	83,0	80,5	80,6	78,5	76,6	76,6
Laguna	SC	80,9	82,6	82,8	80,7	82,7	82,5	83,0	83,5	84,3	81,8	80,3	80,0
Orleans	SC	82,8	84,4	85,5	85,2	85,9	85,9	85,4	84,6	83,8	82,8	82,9	82,9
Porto União	SC	78,0	81,0	81,0	83,0	86,0	87,0	85,0	81,1	81,0	77,0	75,0	76,0
São Francisco do Sul	SC	87,2	88,1	88,6	87,6	88,9	87,7	89,0	88,6	89,8	87,6	85,7	85,7
São Joaquim	SC	82,0	83,0	84,0	83,0	80,0	78,0	77,0	76,0	78,0	79,0	79,0	80,0
Urussanga	SC	80,9	82,9	84,2	83,9	85,4	85,4	84,4	82,5	82,5	79,9	78,4	78,7
Xanxerê	SC	80,3	80,7	81,0	79,9	79,7	80,2	77,1	76,9	76,2	76,2	75,1	77,4
Aracaju	SE	78,1	76,6	78,0	79,6	77,6	77,3	78,2	78,2	78,1	78,7	78,8	79,0
Itabaianinha	SE	79,4	80,7	82,2	84,3	86,2	86,8	85,5	84,0	82,2	80,1	78,3	79,2
Propriá	SE	75,0	76,0	79,0	82,0	85,0	86,0	87,0	84,0	82,0	78,0	74,0	74,0
Araçatuba	SP	80,6	80,7	78,8	74,6	73,9	73,4	68,1	62,8	64,6	71,6	72,8	79,6
Avaré	SP	77,2	77,4	78,4	76,9	75,8	74,3	68,5	67,4	70,1	72,2	73,6	77,4
Bananal	SP	76,8	77,0	77,4	78,0	77,2	76,4	76,3	76,3	-	77,1	76,7	76,7
Campinas	SP	76,8	75,9	73,9	72,2	72,2	70,6	67,2	62,5	64,1	68,8	71,4	76,6
Campos do Jordão	SP	87,0	84,0	83,0	85,0	88,0	84,0	77,0	76,0	76,0	81,0	86,0	87,0
Catanduva	SP	78,0	77,0	76,0	71,0	72,0	71,2	66,0	60,0	61,0	63,0	69,0	76,7
Cotia	SP	84,2	85,5	85,3	85,5	84,5	83,8	81,8	78,2	79,7	84,7	83,0	84,9
Franca	SP	81,0	75,0	73,0	70,0	69,0	66,0	61,0	55,0	59,0	67,0	73,0	79,0
Iguape	SP	82,6	83,1	84,4	84,9	86,1	85,6	85,8	86,1	86,3	84,8	83,1	82,2
Itapeva	SP	73,0	73,0	74,0	74,0	75,0	75,0	72,0	70,0	74,0	74,0	73,0	69,0

Continua...

## Continuação.

Localidade	UF	Mês											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Jaboticabal	SP	78,9	76,2	75,8	73,5	71,2	66,5	58,6	56,1	56,6	62,7	67,6	76,3
Lins	SP	76,6	77,4	75,7	73,1	74,3	74,2	69,5	65,0	67,4	71,0	72,5	76,6
Mogi das Cruzes	SP	80,8	80,9	81,9	84,2	84,5	83,7	82,9	81,1	81,6	82,2	81,5	81,4
Presidente Prudente	SP	75,0	74,9	73,7	70,7	71,7	70,3	64,6	59,8	62,9	66,2	68,2	73,5
Santa Rita	SP	79,0	79,3	76,7	74,6	71,6	69,6	64,4	58,5	60,6	70,7	72,7	78,8
Santos	SP	79,0	80,0	83,0	83,0	81,0	81,0	77,0	75,0	82,0	81,0	78,0	79,0
São Carlos	SP	76,0	75,0	73,0	68,0	67,0	66,0	61,0	54,0	58,0	68,8	67,0	73,0
São José dos Campos	SP	79,5	79,3	79,8	78,9	78,5	77,1	74,2	70,6	71,8	76,8	76,8	79,1
São Paulo	SP	81,0	80,4	80,3	81,2	80,5	79,2	77,4	74,6	76,2	79,3	79,4	80,4
São Simão	SP	79,0	78,0	75,0	75,0	76,0	75,0	66,0	60,0	61,0	65,0	70,0	79,0
Sertãozinho	SP	75,7	75,7	76,6	75,7	76,0	74,1	70,4	64,2	62,6	69,1	70,4	75,4
Sorocaba	SP	75,1	75,0	75,1	75,4	76,8	75,3	71,9	69,3	70,1	70,0	72,1	75,0
Taubaté	SP	76,8	76,7	76,8	75,9	76,2	75,7	72,5	69,1	69,2	74,0	73,8	76,8
Tremembé	SP	79,2	78,8	80,0	79,1	80,2	80,3	75,7	71,6	71,1	74,5	75,8	79,9
Ubatuba	SP	85,0	85,0	86,0	88,0	88,0	87,0	87,0	86,0	87,0	87,0	85,4	85,8
Votuporanga	SP	76,9	72,3	73,6	71,1	69,3	64,0	55,4	50,1	55,5	62,7	67,4	73,8
Paraná	TO	78,0	76,0	77,0	75,0	72,0	66,0	65,0	57,0	57,0	67,0	75,0	77,0
Pedro Afonso	TO	88,3	87,9	87,3	86,2	81,1	75,9	70,5	67,5	73,4	81,6	84,9	87,9
Peixe	TO	81,0	83,0	84,0	80,0	74,0	67,0	61,0	55,0	57,0	71,0	77,0	82,0
Porto Nacional	TO	83,0	84,0	84,0	80,0	72,0	64,5	56,0	50,0	56,0	74,0	79,0	80,0
Taguatinga	TO	79,0	80,0	79,0	75,0	65,0	57,0	53,0	46,0	49,0	66,0	75,0	79,0

Fonte: Inmet (2015).

# Glossário

**Abrigo meteorológico ou de instrumento:** pequena casa de madeira pintada de branco, com paredes de venezianas duplas e invertidas, cobertas por um teto externo e outro interno, onde são instalados, dentre outros instrumentos, termômetros para medição de temperatura do ar.

**Absorção de nutrientes:** processo pelo qual as plantas absorvem os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, principalmente através das raízes.

**Agrotóxicos:** produtos, geralmente de origem química, utilizados para a prevenção ou controle de doenças, insetos-praga e de plantas daninhas, além dos desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores do crescimento.

**Ambiente protegido:** qualquer estrutura coberta e abrigada artificialmente, com material transparente, para proteção de plantas.

**Amebíase:** verminose causada pela ingestão de água e alimentos, especialmente frutas e verduras, do protozoário *Entamoeba histolytica*, provocando desde diarreia branda até diarreia aguda e fulminante, com febre e calafrios.

**Aração:** prática agrícola que consiste em revolver a camada superficial do solo com um implemento chamado arado.

**Areia:** no sentido granulométrico (tamanho), refere-se à fração de partículas do solo com diâmetro de 0,020 mm a 2,000 mm, sendo, portanto, de tamanho maior que silte e argila.

**Argila:** no sentido granulométrico (tamanho), refere-se à fração de partículas do solo com diâmetro inferior a 0,002 mm, sendo, portanto, de tamanho menor que silte e areia.

**Aspensor:** dispositivo hidráulico mecânico que aplica água na forma de chuva artificial geralmente por meio de 1 ou 2 bocais.

**Bactéria:** microrganismo unicelular, desprovido de membrana nuclear, que pode causar doenças a plantas e animais.

**Balanço de água no solo:** procedimento em que se contabiliza toda a água que é utilizada pelas plantas, perdida na forma de vapor, por drenagem profunda ou por escoamento superficial, e toda aquela fornecida ao solo por meio de irrigação ou precipitação.

**Bandeja:** pequeno tabuleiro de isopor ou de plástico, usado na produção de mudas, composto por células com o formato de uma pirâmide invertida e um orifício no fundo para drenar a água.

**Biótica** (doenças de origem): doenças causadas por patógenos, como fungos, bactérias, nematoides, vírus, viroides e fitoplasmas. Refere-se à biota, o conjunto da fauna e flora, incluindo-se os microrganismos, de uma determinada região.

**Bocal:** orifício pelo qual a água pressurizada passa do aspensor (emissor) para a atmosfera.

**Bulbificação:** fase de desenvolvimento de espécies de plantas em que ocorre a produção de bulbos.

**Calendário de irrigação:** calendário específico elaborado para se conduzir irrigação, no qual se estabelece, com antecedência, as datas das irrigações ou os turnos de rega a serem adotados e as lâminas de água a serem aplicadas ao longo dos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

**Capacidade de campo:** condição de umidade que um solo, previamente saturado por chuva ou irrigação, atinge após o excesso de

água ter sido drenado, ou seja, representa o limite superior de água disponível no solo.

**Capacidade de retenção de água do solo:** quantidade máxima de água armazenada no solo, possível de ser utilizada pelas plantas, ou seja, refere-se à água armazenada no intervalo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente.

**Capineira:** local onde é cultivado capim, geralmente gramínea de elevado potencial de produção, para fornecimento picado para alimentar animais, para cobertura de solo ou para outras finalidades, seja na sua forma verde ou seca.

**Ciclo de desenvolvimento da cultura:** período total que vai desde o plantio até a colheita da cultura, sendo caracterizado por apresentar fases distintas de crescimento e desenvolvimento de plantas.

**Cobertura do solo (*mulch*):** prática de cultivo em que a superfície do solo é coberta, total ou parcialmente, com resíduos vegetais (palhada) ou com lonas plásticas visando proteger o solo contra os raios solares, o impacto de chuvas e outras formas de erosão, além de reduzir as perdas de água por evaporação e a incidência de vegetação espontânea.

**Cobertura morta:** restos culturais, adubos verdes picados ou outros materiais vegetais secos ou em processo de decomposição que são depositados sobre o solo, para fins de proteção contra erosão, conservação de água, controle de vegetação espontânea e fornecimento de matéria orgânica.

**Coefficiente de cultura:** coeficiente empírico que permite calcular a evapotranspiração da cultura, para determinado estágio de desenvolvimento das plantas, a partir da evapotranspiração de referência.

**Cólera:** doença transmitida por meio da ingestão de água ou alimentos contaminados pelo vibrião colérico (*Vibrio cholerae*), uma bactéria que se multiplica rapidamente no intestino humano provocando diarreia intensa.

**Coliformes fecais:** subgrupo de bactérias do grupo coliforme totais que normalmente habitam o trato digestivo de animais de sangue quente, incluindo o homem, comumente utilizado como indicador da contaminação fecal da água e de alimentos. A população desse subgrupo é constituída na sua maior parte pela bactéria patogênica *Escherichia coli*.

**Coliformes totais:** incluem todas as bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 48 horas a 35 °C. Além das espécies do subgrupo coliformes fecais, incluem várias outras espécies que desenvolvem fora do trato gastrointestinal de animais de sangue quente. Por essa razão, sua contagem em água e alimentos é menos representativa como indicação de contaminação fecal do que a contagem de coliformes fecais.

**Condutividade elétrica:** propriedade de uma substância em transferir uma carga elétrica.

**Conjunto motobomba:** dispositivo de bombeamento de água composto de uma bomba hidráulica e um motor elétrico ou a diesel.

**Contaminação:** ação ou efeito de corromper ou infectar por contato ou absorção; muitas vezes usado como sinônimo de poluição.

**Coração-preto:** distúrbio fisiológico caracterizado pelo escurecimento interno de frutos, como de berinjela, pimentão e tomate.

**Coração-oco:** distúrbio fisiológico caracterizado por uma ou mais cavidades de diferentes tamanhos no interior de tubérculos de batata.

**Crescimento determinado:** relativo ao hábito de crescimento de espécies ou cultivares de plantas que possuem crescimento limitado pela emissão de uma inflorescência em sua haste principal.

**Crescimento indeterminado:** relativo ao hábito de crescimento de espécies ou cultivares de plantas que têm crescimento vigoroso e contínuo, juntamente com a produção de flores e de frutos, em decorrência da dominância da gema apical sobre as gemas laterais.

**Crescimento secundário:** distúrbio fisiológico resultante da formação irregular e crescimento desuniforme de tubérculos de batata.

**Curva de retenção de água no solo:** característica físico-hídrica do solo que relaciona a percentagem de água e a tensão (matricial) de água no solo.

**Deficit de água no solo:** condição em que a disponibilidade hídrica no solo é restrita, capaz de comprometer o rendimento de uma cultura.

**Deficit hídrico:** resultado negativo do balanço hídrico em que o total de água que entra no sistema via precipitação é menor que a quantidade total de água perdida pela evapotranspiração das plantas.

**Demanda evaporativa:** capacidade que o ar atmosférico tem em evaporar água e, conseqüentemente, afetar a evapotranspiração da cultura.

**Densidade global do solo:** relação entre a massa do solo seco (105 °C–110 °C) e o seu volume total, incluindo o espaço poroso.

**Deriva de água:** fenômeno de arrastamento de gotas de água pela ação do vento.

**Disponibilidade total de água no solo:** lâmina máxima de água armazenada no solo possível de ser utilizada pelas plantas, sendo geralmente expressa em milímetros de água por centímetros de solo.

**Doença de parte aérea:** doença provocada por patógeno que infecta e passa a maior parte do seu ciclo de vida na parte aérea das plantas, como caules, folhas, flores e frutos.

**Doença de solo:** doença provocada por patógeno que passa a maior parte do seu ciclo de vida no solo e que pode infectar raízes, caules e/ou sistemas vasculares de plantas.

**Dossel:** cobertura vegetal acima do solo, numa comunidade de plantas.

**Drenagem:** processo em que a água em excesso no solo move para as camadas mais profundas pela atração do campo gravitacional da Terra. Solos de textura grossa apresentam maior capacidade de drenagem que solos de textura fina.

**Eficiência de aplicação:** fração do total de água aplicada pelo sistema de irrigação que efetivamente atinge a superfície do solo e/ou as plantas.

**Eficiência de irrigação:** expressa a uniformidade de distribuição e a eficiência de aplicação de água pelo sistema de irrigação.

**Emissor de água:** qualquer dispositivo que, conectado a uma tubulação pressurizada, fornece água a uma dada vazão, podendo ser um aspersor, um microaspersor, um gotejador ou um simples orifício.

**Encrostamento de solo:** estrutura superficial coesa (crosta), com espessura de 0,1 mm a mais de 50 mm, resultante de processos complexos e dinâmicos nos quais as partículas do solo são rearranjadas e consolidadas, diminuindo a infiltração da água, aumentando o escoamento superficial de água e prejudicando a emergência de plântulas.

**Erosão:** processo de desgaste progressivo do solo provocado pelo arraste de partículas de tamanho variável que o compõem, normalmente provocado pela ação da água, do vento, do ser humano ou dos animais.

**Escarificação:** prática agrícola que consiste em revolver superficialmente o solo, sem inverter camadas, com a finalidade de evitar a formação de crostas mais duras na camada superficial do solo.

**Escoamento superficial:** escoamento da água da chuva ou irrigação sobre solo, quando a quantidade de água é maior que a capacidade de infiltração no solo.

**Esporo:** denominação genérica para unidade reprodutiva de fungos, que consiste de uma ou mais células.

**Estande:** número de plantas por unidade de área cultivada.

**Estresse:** condição de tensão que causa limitação ao desenvolvimento da planta, que pode ser causada por diversos fatores, como condições ambientais impróprias, fornecimento inadequado de água, nutrientes ou ocorrência de doenças.

**Evaporação de água:** processo físico, dependente de energia, que envolve a mudança de estado da água da fase líquida para a de vapor.

**Evapotranspiração:** soma da lâmina d'água evaporada do solo e da transpirada pela cultura, por unidade de tempo.

**Evapotranspiração da cultura:** termo usado para quantificar a quantidade total de água evaporada do solo e transpirada por uma cultura que cresce de forma plena.

**Evapotranspiração de referência:** taxa de evapotranspiração de uma cultura hipotética, com altura uniforme de 12 cm, resistência do dossel de  $70 \text{ s m}^{-1}$  e albedo de 0,23.

**Fase da cultura:** período ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura caracterizado por alterações de ordem fisiológica e/ou de necessidade de água das plantas.

**Fator de reposição de água ao solo:** fração da água total disponível no solo que pode ser utilizada pelas plantas sem que ocorra prejuízo à cultura.

**Febre tifoide:** doença transmitida pela ingestão de alimentos ou água contaminados pela bactéria *Salmonella Typhi*, ou pelo contato com os portadores. Infecção geral, caracterizada por febres contínuas e diarreias.

**Fisiológico:** relativo ao funcionamento normal dos seres vivos, especialmente os processos físico-químicos que ocorrem nas células, nos tecidos, nos órgãos e nos sistemas dos seres vivos sadios.

**Fitossanitário:** corresponde ao aspecto sanitário de um vegetal relativo à incidência de insetos-praga e de doenças.

**Fitotoxidade:** efeito tóxico causado por algum produto químico sobre as plantas.

**Frutificação:** fase de desenvolvimento de espécies de plantas em que ocorre a produção de frutos.

**Fungos:** microrganismos unicelulares ou multicelulares, eucarióticos, aclorofilados, heterotróficos, geralmente filamentosos, que se reproduzem por meio de esporos, englobando organismos pertencentes a três reinos distintos: Fungi, Protista e Chromista.

**Geadas brancas:** deposição de gelo cristalino, resultante do congelamento do vapor d'água do ar, sobre a superfície do solo, das plantas e de superfícies expostas ao ar. Está associada ao intenso resfriamento noturno, em noites de céu limpo, e existência de umidade no ar.

**Geadas negras:** não é no sentido estrito uma geada, mas uma condição atmosférica de frio intenso que provoca o congelamento de estruturas internas das plantas, sem que haja deposição de gelo sobre superfícies expostas – as plantas ficam escuras, queimadas e

morrem. Ocorre quando o ar é extremamente frio, extremamente seco, e o vento tem intensidade moderada a forte.

**Germinação:** nas sementes, consiste numa série de processos que culminam na emissão da raiz.

**Giardiose:** verminose causada pelo protozoário *Giardia lamblia*, que contamina a porção superior do intestino delgado do ser humano por ingestão de alimentos e água contaminados. A infecção sintomática pode apresentar-se por meio de diarreia, acompanhada de dor abdominal.

**Granulometria (do solo):** fração de distribuição das diferentes classes de tamanho das partículas primárias do solo (areia, silte e argila).

**Infiltração:** processo de penetração de água nas camadas de solo e subsolo a partir da superfície, movendo-se para baixo, por ação da gravidade, através dos espaços porosos.

**Injúria:** qualquer tipo de dano causado por animais, agentes físicos ou químicos à planta.

**Inóculo:** patógenos ou parte de patógenos capazes de causar doenças, ao entrar em contato com o hospedeiro (planta).

**Inseto-praga:** qualquer tipo de inseto que, ao se proliferar de forma desordenada ou fora de seu ambiente natural, pode causar algum tipo de dano às plantas cultivadas.

**Intensidade de aplicação de água:** lâmina de água aplicada por unidade de tempo graças a um sistema de irrigação por aspersão.

**Irrigação:** prática agrícola que tem como objetivo suprir, de forma artificial e controlada, a necessidade de água das plantas.

**Irrigação por gotejamento:** sistema de irrigação com a finalidade de fornecer água localizada às plantas e em pequenas quantidades, geralmente na forma de gotas.

**Irrigação por sulco:** sistema de irrigação em que a distribuição da água é feita por meio de pequenos canais ou sulcos paralelos às fileiras das plantas.

**Irrigas®:** equipamento para avaliar a tensão de água no solo e a necessidade de se irrigar uma cultura, constituído, essencialmente, de uma cápsula porosa e de tubo de leitura.

**Lâmina de água:** quantidade de água expressa como altura acumulada sobre uma superfície plana e impermeável, na ausência de evaporação. A saber, 1 mm (0,001 m) de água aplicado em 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>) representa um volume de 10.000 L (10 m<sup>3</sup>), ou seja,  $0,001 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 10 \text{ m}^3$ .

**Lâmina de água real necessária:** quantidade de água consumida pela cultura entre duas irrigações consecutivas, incluindo a água perdida por evaporação, em condições de ausência de precipitação pluvial.

**Lâmina de água total necessária:** quantidade de água a ser aplicada a cada irrigação para que o solo retorne à condição de capacidade de campo, levando-se em consideração o fato de o sistema de irrigação não ser 100% eficiente.

**Lavoura:** porção de um terreno cultivado; plantação.

**Lençol freático:** depósito natural de água existente ou que se forma sobre uma camada impermeável subterrânea.

**Lenticelose:** distúrbio fisiológico, em tubérculos de batata e raízes de cenoura, caracterizado por apresentar lenticelas com pontuações esbranquiçadas semelhantes a pequenas verrugas.

**Linha adutora:** tubulação que leva água pressurizada do conjunto motobomba até a entrada da área a ser irrigada.

**Linha lateral:** tubulação fixa ou portátil em que são instalados os emissores de irrigação (aspersores ou gotejadores).

**Linha principal:** tubulação à qual são conectadas as linhas laterais com os emissores de irrigação (aspersores ou gotejadores).

**Lisímetro:** equipamento usado para a medição direta da evapotranspiração das culturas, em condições de campo.

**Lixiviação:** processo de perda de nutrientes, sais ou qualquer outro elemento químico, carregados pela água de irrigação ou da chuva, abaixo da zona radicular das plantas.

**Macroporosidade:** razão entre o volume de macroporos (poros com diâmetro acima de 0,05 mm) e o volume total do solo.

**Manejo da água de irrigação:** conjunto de procedimentos visando determinar o momento adequado de se irrigar e a quantidade correta de água a ser aplicada por irrigação.

**Manejo integrado de doenças:** aplicação racional e integrada de diferentes estratégias de controle de doenças, como o controle cultural, químico e biológico, levando-se em conta os aspectos econômicos, toxicológicos, ambientais e sociais.

**Microclima:** conjunto de condições climáticas que caracteriza uma pequena região e a difere do clima circundante predominante.

**Muda:** planta nova e pronta para ser transplantada em local definitivo, normalmente produzida em sementeiras ou em viveiros.

**Normais climatológicas:** valores mensais de parâmetros meteorológicos, como de temperatura e umidade relativa do ar, obtidos por meio do cálculo das médias históricas de períodos padronizados de 30 anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 ou 1961 a 1990.

**Nutriente:** elemento que é absorvido pelas plantas e necessário para completar seu ciclo de vida.

**Organismo fitopatogênico:** qualquer agente, normalmente um microrganismo, capaz de causar doenças às plantas.

**Organismo patogênico:** qualquer agente, normalmente um microrganismo, capaz de causar doenças.

**Orvalho:** gotas de água da condensação do vapor de água contido na atmosfera, as quais se precipitam sobre as plantas e superfície de objetos que permanecem ao ar livre durante a noite.

**Patógeno:** todo organismo, geralmente bactérias, fungos, vírus ou nematoides, capaz de causar doença em outro organismo vivo.

**Período crítico da cultura:** fase de desenvolvimento da cultura na qual a deficiência de água no solo pode reduzir drasticamente a produção.

**Permeabilidade (do solo):** propriedade do solo de permitir a entrada e circulação de outras substâncias, especialmente as líquidas, sendo que quanto maior a porosidade, maior a permeabilidade.

**Plântula:** fase inicial do desenvolvimento do embrião em decorrência da germinação da semente, até a formação das primeiras folhas.

**Podridão-apical:** distúrbio fisiológico causado pela deficiência de cálcio na planta e agravado pela deficiência de água no solo, caracterizado pela formação de necrose escura e deprimida na região apical do fruto, sendo também conhecido como fundo-preto.

**Poluição:** contaminação ou alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente e das águas, pelo lançamento de quaisquer substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, que possa comprometer seu emprego para uso doméstico, agrícola, recreativo, industrial ou para outros fins justificados e úteis, bem como causar danos ou prejuízos à flora e fauna.

**Ponto de orvalho:** temperatura na qual o vapor de água presente no ar condensa, formando orvalho.

**Porosidade (do solo):** razão entre o volume de espaços vazios ou preenchidos por água (poros) e o volume total do solo.

**Potencial de água:** representa o estado de energia da água no solo, na planta ou na atmosfera e governa todos os processos de transporte de água no sistema solo/planta/atmosfera, sendo o somatório dos potenciais de pressão, osmótico, matricial e gravitacional.

**Praga:** termo usado na agricultura para designar qualquer tipo de organismo (vegetal, animal, inseto ou patógeno) que, ao se proliferar de forma desordenada ou fora de seu ambiente natural, causa algum tipo de dano às plantas cultivadas.

**Precipitação efetiva:** parte da precipitação pluvial que pode ser efetivamente utilizada pela cultura, ou seja, é igual à precipitação pluvial menos as perdas por escoamento superficial e por drenagem abaixo das raízes da cultura.

**Precipitação pluvial:** fenômeno pelo qual a nebulosidade atmosférica se transforma em água formando a chuva.

**Pressão de serviço:** valor médio da pressão da água na saída de emissores (gotejadores ou bocais de aspersores) durante a operação de um sistema de irrigação, geralmente expressa em kilo Pascal (kPa). Para conversão de unidade usar:  $1 \text{ kPa} = 0,01020 \text{ kgf cm}^{-2} = 0,00987 \text{ atm} = 0,10197 \text{ mca} = 0,14504 \text{ psi}$ .

**Profundidade efetiva do sistema radicular:** representa a camada de solo onde estão contidas cerca de 80% das raízes da cultura.

**Propágulo:** qualquer parte de uma planta adulta capaz de dar origem a uma nova planta, como fragmentos de talo, ramo, bulbos ou estruturas especiais.

**Protozoário:** microrganismo unicelular, eucarionte e desprovido de clorofila, que pode viver como parasita ou ter vida livre, habitando os mais variados tipos de ambiente. Como parasita do homem e de outros seres vivos, pode causar muitas doenças.

**Pulverização:** processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida em pequenas gotas e sua aplicação sobre um alvo desejado (planta/solo).

**Racionalização:** procedimento adotado com a finalidade de reduzir ou eliminar as perdas e os desperdícios no uso dos recursos, como água, energia, nutrientes e agrotóxicos, de forma a otimizar a eficiência física e econômica dos processos envolvidos.

**Radiação solar:** energia solar que chega à Terra e que é responsável pela vida e por todas as manifestações do tempo ocorrentes na atmosfera terrestre.

**Rebento:** brotação (gema), retirada geralmente de plantas maduras, que pode ser usada na obtenção de uma nova planta, idêntica à planta mãe.

**Rotação de culturas:** prática que utiliza uma mesma área para cultivar espécies diferentes de plantas em período de tempo alternado, observando um intervalo mínimo sem o cultivo de uma mesma espécie nessa área.

**Rustificação de mudas:** conjunto de práticas e processos de cultivo visando proporcionar às mudas maior resistência às condições de estresse durante as etapas de transporte e transplante no campo.

**Salinidade:** medida de concentração de sais minerais dissolvidos na água de irrigação ou solução do solo.

**Sementeira:** local apropriado onde são depositadas as sementes para germinação e formação de mudas. Geralmente, são canteiros com condições especiais de aeração, luminosidade, umidade e proteção contra ataques de insetos e pássaros.

**Senescência:** processo natural de amadurecimento, quando as folhas amarelecem e começam a cair das plantas.

**Severidade de doença:** área ou volume de tecido coberto por lesões, geralmente expresso em percentagem de tecido doente.

**Silte:** no sentido granulométrico (tamanho), refere-se à fração de partículas do solo com diâmetro de 0,002 mm a 0,0020 mm, sendo, portanto, de tamanho maior que argila e menor que areia.

**Sistema convencional de irrigação:** a designação convencional está ligada ao aspecto histórico da introdução desse sistema de irrigação por aspersão.

**Sistema de plantio direto:** sistema de manejo sustentável do solo e da água, que envolve o revolvimento mínimo do solo e a manutenção de resíduos vegetais visando à formação de palhada na superfície do solo.

**Sistema radicular:** parte da planta responsável por sua sustentação física e pela absorção de água e nutrientes do solo.

**Solo:** camada superficial de terra arável, possuidora de vida microbiana e capaz de abrigar raízes de plantas.

**Status de água no solo:** diz respeito ao estado energético (tensão matricial), à disponibilidade (percentagem ou fração em relação ao total) ou ao teor de água (percentagem de umidade) no solo.

**Substrato:** qualquer material de origem orgânica ou mineral que sirva de base para o desenvolvimento de plantas, incluindo o próprio solo.

**Tanque classe A:** tanque de evaporação de água, com 121,0 cm de diâmetro interno e 25,5 cm de profundidade, construído em aço inoxidável ou ferro galvanizado, usado para estimar a evapotranspiração de referência.

**Temperatura de bulbo úmido:** temperatura indicada por um termômetro cujo bulbo está envolto por um pavio ou mecha umedecido de água.

**Temperatura de relva:** temperatura do ar junto da superfície do solo ou de vegetação rasteira.

**Temperatura do ar:** quantidade de calor no ar, medida por termômetros meteorológicos instalados dentro de abrigos meteorológicos.

**Tempo real:** em se tratando de manejo da água de irrigação, indica o uso de método e equipamentos que permitam determinar, diariamente ou em intervalo de tempo menor, a evapotranspiração atual da cultura e/ou o estado da água no solo.

**Tensão de água no solo:** força com que a água é retida pela matriz (partículas) do solo. À medida que aumenta a tensão, maior é a força de retenção e mais difícil é para as plantas extraírem água do solo.

**Tensão-limite de água no solo:** tensão de água no solo na qual a irrigação deve ser feita para potencializar a produção de determinada cultura.

**Tensiômetro:** equipamento, que mede o componente matricial da tensão de água no solo, na faixa de 0 a 80 kPa, usado para indicar o momento de se irrigar uma cultura.

**Textura do solo:** característica física do solo definida de acordo com o tamanho e com a distribuição de suas partículas.

**Tomate de mesa:** tomate destinado para consumo ou comercialização in natura, geralmente produzido a partir de cultivares de crescimento indeterminado e sistema de condução e de tutoramento de plantas. Pode ainda ser produzido a partir de cultivares de crescimento determinado, sem condução e tutoramento de plantas.

**Tomate industrial:** tomate destinado para processamento industrial, produzido a partir de cultivares de crescimento determinado e sistema de cultivo rasteiro.

**Transpiração:** perda de água, sob a forma de vapor, principalmente através das folhas das plantas.

**Tratos culturais:** conjunto de práticas executadas numa lavoura com o propósito de produzir condições mais favoráveis ao bom crescimento e à produção da cultura.

**Tuberização:** fase de desenvolvimento de espécies de plantas em que ocorre a produção de tubérculos.

**Turno de rega:** número de dias ou fração de dia entre duas irrigações consecutivas ou simplesmente intervalo entre irrigações.

**Tutoramento:** sistema de condução de plantas, geralmente na vertical, por meio da desbrota e amarrão de hastes à estacas, arames e/ou fitilhos, visando facilitar os tratamentos culturais, reduzir doenças, aumentar a produtividade e a obtenção de produtos de melhor qualidade.

**Umidade relativa do ar:** quantidade de vapor de água no ar, em relação ao máximo (saturação) que poderia existir naquela temperatura.

**Umidade-limite de irrigação:** umidade do solo a partir da qual a planta passa a encontrar considerável dificuldade de retirar água do solo, com comprometimento de seu rendimento produtivo.

**Unhadura:** distúrbio fisiológico em tubérculos de batata caracterizado por pequenas fendas curvas, parecidas às provocadas pela compressão de uma unha.

**Uniformidade de distribuição:** uniformidade com que o sistema de irrigação distribui a água sobre a superfície do solo e/ou das plantas.

**Velocidade de infiltração básica:** velocidade com que a água infiltra no perfil do solo após atingir um valor quase constante.

**Vida útil:** tempo de espera para que um equipamento possa operar em condições normais de manutenção, ou seja, o tempo que decorre da compra do equipamento a sua rejeição como sucata.

**Vírus:** parasita intracelular, constituído de uma ou mais moléculas de ácido nucleico (DNA ou RNA), geralmente envolvido por um capsídeo.

**Xilema:** sistema vascular responsável, principalmente, pela condução e distribuição de água e de sais minerais na planta.



# Índice

## A

Abóbora 23, 25, 62, 63, 65, 91, 94, 105, 110, 111, 120, 125, 130, 132, 134, 139, 146

Abobrinha 23, 25, 63, 66, 91, 92, 94, 105, 110, 111, 120, 125, 130, 132, 134, 146

Acelga 25, 63, 67, 91, 92, 95, 105, 111, 120, 125, 130, 132, 134

Aipo (salsão) 23, 25, 63, 69, 91, 92, 95, 105, 110, 111, 120, 125, 130, 132, 134, 146

Agrião 25, 63, 68, 91, 92, 95, 105, 110, 111, 120, 125, 130, 132, 134

Agrotóxico 21, 24, 59, 60, 137, 144, 173, 184

## Água

armazenamento 28

arrastamento pelo vento 43

classificação 24

deficiência 20, 105, 116, 118, 119, 143, 182, 183

evaporação 24, 27, 31, 32, 34, 43, 49, 99, 124, 132, 141, 175, 178, 181, 185

excesso 20, 28, 59, 108, 116, 137, 138, 139, 174, 177

infiltração 24, 28, 47, 48, 178, 180, 187

Alcachofra 23, 25, 63, 70, 91, 93, 95, 105, 110, 120, 125, 130, 132, 134

Alface 22, 23, 25, 38, 47, 62, 63, 67, 91, 93, 95, 105, 107, 111, 120, 125, 130, 131, 134, 138, 146

Alho 23, 25, 37, 42, 63, 71, 91, 93, 96, 105, 110, 119, 120, 125, 130, 132, 134, 138

Alho-porro 25, 63, 72, 91, 93, 96, 105, 110, 111, 121, 125, 130, 132, 134

Almeirão 25, 63, 72, 91, 93, 95, 105, 110, 111, 121, 125, 130, 132, 134

Ambiente protegido 115, 173

Areia 21, 22, 48, 174, 180, 185

Argila 21, 22, 174, 180, 185

Aspargo 23, 25, 63, 73, 91, 93, 96, 105, 111, 121, 125, 130, 132, 134, 146

Aspersor

- bocal 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 174
- canhão 36, 37, 39, 40, 46
- diâmetro molhado 47, 50, 51, 52
- escolha 46, 47
- espaçamento 38, 51, 52, 148
- pulverização do jato 47, 48
- raio de alcance 36, 46, 48, 49, 50, 51
- vazão 24, 49, 50, 52, 53, 55
- velocidade de rotação 57, 147

Avaliação (de sistemas de irrigação) 20, 43, 46

## **B**

Bactéria 21, 140, 142, 143, 174, 175, 176, 179, 182

Balanco de água 31, 129, 134, 174

Barra irrigadora 39, 40

Batata 23, 25, 39, 40, 41, 42, 62, 63, 74, 91, 93, 94, 105, 108, 110, 119, 121, 125, 130, 132, 134, 138, 139, 142, 143, 146, 176, 181, 187

Batata-doce 23, 25, 62, 63, 74, 91, 93, 97, 105, 108, 110, 121, 130, 132, 134, 146

Berinjela 23, 25, 62, 63, 69, 91, 93, 96, 105, 111, 121, 125, 130, 132, 134, 139, 143, 146, 176

Beterraba 23, 25, 62, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 110, 121, 126, 130, 132, 134, 146

Bicarbonato 24

Blaney-Criddle 31

Brócolos 23, 25, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 111, 121, 126, 130, 132, 134, 146

## C

Canteiro 116, 117, 123, 142, 185

Cálcio 143, 183

Calendário de irrigação 104, 174

Capacidade de campo 28, 29, 32, 59, 107, 108, 116, 174, 175, 181

Cará 25, 63, 71, 91, 92, 94, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Carbonato 24

Carretel enrolador 39, 40

Cebola 23, 25, 38, 42, 47, 63, 71, 91, 93, 96, 105, 107, 110, 111, 119, 121, 126, 130, 132, 134, 138, 139, 146

Cebolinha 22, 25, 63, 67, 91, 93, 95, 105, 110, 111, 121, 126, 130, 132, 134

Cenoura 23, 25, 38, 42, 47, 62, 63, 76, 91, 93, 94, 105, 107, 110, 121, 126, 130, 132, 134, 138, 143, 146, 181

Chicória 25, 62, 63, 67, 91, 93, 95, 105, 111, 121, 126, 130, 132, 134

Chuchu 25, 47, 63, 77, 91, 93, 94, 105, 110, 121, 126, 130, 132, 135

Cinturões verde 24

Clima 20, 27, 32, 34, 45, 59, 61, 103, 116, 117, 146, 182

Coeficiente de cultura 31, 132, 175

Coentro 25, 62, 63, 72, 91, 93, 95, 105, 110, 121, 126, 130, 132, 135

Chuva 20, 25, 27, 59, 103, 104, 107, 123, 143, 174, 175, 178, 181, 183

Cobertura (do solo) 126, 175

de palhada 123, 124, 125, 127

morta 123, 175

Coliforme 25, 175

Condições climáticas 28, 31, 43, 59, 120, 140, 141

Condutividade elétrica 23, 176

Conjunto motobomba 35, 39, 176, 181

Controle integrado 144

Controle químico 140

Controle sanitário 24

Couve 23, 25, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 110, 111, 121, 126, 130, 132, 135, 146

Couve-chinesa 25, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 111, 121, 126, 130, 132, 135  
Couve-de-bruxelas 25, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 111, 121, 126, 130, 133,  
135, 146  
Couve-flor 23, 25, 62, 63, 75, 91, 93, 94, 105, 111, 121, 126, 130, 133,  
135, 146  
Custo (de sistemas de irrigação) 20, 34, 35, 38, 42, 46, 130, 146, 148

## **D**

Densidade global 29, 30, 177  
Deficit (de água/hídrico) 59, 130, 131, 144, 176, 177  
Dimensionamento agrônômico 34  
Dimensionamento hidráulico 34, 43, 45, 48, 53  
Disponibilidade de água no solo 27, 98, 108, 176, 177  
Doença da planta  
    bacteriose 137  
    fúngica 137  
    hérnia 138  
    mancha-bacteriana 139  
    mofo-branco 141  
    murcha-bacteriana 25, 138, 139  
    murcha de esclerócio 138  
    murcha de fitóftora 138  
    nematoide 138, 174, 182  
    oídio 139  
    podridão de esclerotínia 138  
    podridão-mole 138, 139  
    queima-bacteriana 138  
    requeima 139  
    rizoctoniose 138  
    sarna-comum 139  
    tombamento 138  
    virose 139  
Doença do homem  
    amebíase 24, 173  
    cólera 24, 175

febre tifoide 24, 179

giardíase 24

verminose 173, 180

#### Doença fisiológica

coração-oco 143, 176

coração-preto 143, 176

crescimento secundário 143, 176

lenticelose 143, 181

podridão-apical 143, 183

rachadura da epiderme 143

unhadura 143, 187

Dossel 147, 177, 179

Drenagem 28, 116, 139, 142, 174, 177, 183

## E

Eficiência de irrigação 43, 100, 101, 177

Encrostamento (do solo) 107, 178

Energia 19, 20, 30, 34, 38, 40, 41, 42, 45, 49, 56, 57, 60, 119, 137, 145, 146, 147, 148, 178, 183, 184

Espinafre 22, 23, 25, 63, 67, 91, 92, 95, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135, 146

Ervilha-seca 25, 62, 63, 73, 91, 93, 97, 106, 110, 119, 126, 130, 133, 135

Ervilha-torta 23, 25, 63, 78, 91, 93, 94, 106, 110, 126, 130, 133, 135

Ervilha-verde 25, 63, 70, 91, 93, 97, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Erosão 47, 175, 178

Escoamento superficial 25, 30, 47, 53, 143, 174, 178, 183

Espinafre 22, 23, 25, 63, 67, 91, 92, 95, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135, 146

Estresse 117, 118, 143, 178, 184

Evaporação 24, 27, 31, 32, 34, 43, 49, 99, 124, 132, 141, 175, 178, 181, 185

Evapotranspiração 20, 31, 103, 118, 130, 177, 178

da cultura 20, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 112, 125, 175, 178, 181, 186

de referência 31, 89, 110, 117, 120, 125, 135, 175, 179, 185

## F

### Fase da cultura 179

bulbificação 61, 71, 105, 174

declínio de produção 61, 62, 65, 66, 69, 78, 80, 81, 83, 84, 132

enchimento de grãos 61, 70, 73, 78, 106

expansão de raiz 61, 62, 66, 74, 75, 76, 79, 82, 106

final 62, 91, 116, 117, 119, 120, 125, 131, 132

formação de cabeça 61, 62, 64, 67, 93, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106

formação de inflorescência 61, 70, 75, 105

frutificação 61, 65, 66, 69, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 105, 106, 179

inicial 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 92, 98, 107, 109, 110, 112, 113, 116, 117, 124, 125, 126, 127, 131, 132, 183

maturação 61, 62, 65, 73, 106, 119, 132

pegamento de mudas 61, 107

período crítico 105, 106, 182

pré-colheita 61, 62, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 93, 99, 101, 102, 132

produção 61, 68, 91, 115, 116, 117, 118, 124, 125, 126, 131, 132

senescência 62, 82, 185

tuberização vegetativa 61, 62, 71, 74, 105, 187

Feijão-caupi 23, 25, 63, 79, 91, 92, 96, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Filtro (tipos) 22

Frequência (de irrigação) 107, 132, 139

## G

Garcia-Lopez (equação) 89

Geadas 145, 146, 147, 148, 179

Germinação 23, 108, 116, 141, 180, 183, 185

Gota (de água) 36, 40, 47, 49, 56, 107, 115, 123, 139, 140, 147, 177, 180, 182, 184

Gotejador 178, 181, 184

Gotejamento 19, 33, 34, 51, 139, 180

Grão-de-bico 25, 63, 73, 91, 92, 97, 106, 108, 110, 119, 121, 126, 131, 133, 135

## H

Hargreaves (equação) 89

### Hortaliça

folhosa 22, 24, 62, 120

tipo bulbo 61, 110, 120, 174, 184

tipo fruto 22, 24, 61, 62, 120, 143, 176, 177, 179

tipo raiz 61, 62, 120

tipo tubérculo 61, 62, 120, 143, 176, 181, 187

## I

Infiltração 24, 28, 47, 48, 178, 180, 187

Inhame 25, 63, 71, 91, 92, 93, 94, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Injúria (à planta) 41, 145, 146, 147, 180

Inseto (praga) 19, 137, 139, 140, 173, 179, 180, 183, 185

Intensidade de aplicação 46, 47, 48, 52, 61, 100, 102, 147, 148, 180

Irrigação 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 43, 45, 46, 48, 56, 57, 59, 60, 90, 100, 102, 103, 104, 109, 112, 113, 137, 140, 141, 142, 143, 149, 174, 184, 186

Irrigas 60, 130, 181

## J

Jiló 25, 63, 80, 91, 92, 96, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135

## L

Lâmina (de água) 29, 30, 41, 43, 59, 60, 98, 100, 101, 102, 103, 108, 109, 112, 113, 116, 117, 118, 124, 127, 129, 134, 144, 146, 174, 177, 178, 180, 181

facilmente disponível 29, 59

real necessária 98, 101, 103, 113, 116, 127, 181

real disponível 29, 134

total necessária 101, 102, 103, 109, 113, 127, 181

total disponível 28, 29, 134

Lençol freático 20, 30, 181

Lentilha 25, 63, 73, 91, 93, 97, 106, 110, 119, 120, 121, 126, 131, 133, 135

Linha (de tubulação)

adutora 35, 41, 181

lateral 41, 51, 53, 55, 181

principal 35, 39, 181

Lisímetro 31, 181

Lixiviação 20, 23, 24, 60, 146, 181

## **M**

Mandioca 25, 63, 79, 91, 93, 97, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Mandioquinha-salsa 25, 38, 63, 66, 91, 93, 96, 106, 108, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Manejo

da água 19, 34, 42, 59, 182, 185, 186

de irrigação 30, 31, 59, 60, 61, 64, 89, 90, 98, 115, 123, 124, 127, 129, 134, 144

do solo 30, 42, 185

integrado 137, 138

racional 20

Manômetro 54, 56

Manutenção (de sistemas de irrigação) 34, 43, 56, 130, 142

Mão de obra 30, 34, 35, 39, 41, 45, 46, 119, 146

Maxixe 25, 63, 65, 91, 93, 94, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Melancia 23, 25, 63, 65, 91, 93, 94, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Melão 23, 25, 63, 65, 91, 93, 94, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 139, 143

Metal pesado 21, 24

Microaspersão 22, 36, 52, 53, 117, 195

Microaspersor 36, 37, 38, 46, 48, 52, 57, 115, 147, 178

Milho-doce 23, 25, 42, 63, 78, 91, 93, 97, 106, 109, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Milho-verde 23, 25, 63, 78, 91, 93, 97, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135

Morango 23, 25, 63, 81, 91, 93, 95, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 139

Mostarda 25, 63, 72, 91, 93, 96, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Motobomba 35, 39, 45, 54, 56, 176, 181

## **N**

196 | Nabo 23, 25, 63, 82, 91, 93, 94, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135, 146

Necessidade hídrica 32, 43, 98, 118, 129  
Nitrogênio 20, 60  
Nutriente 20, 27, 31, 60, 146, 173, 178, 181, 182, 184, 185

## P

Palhada 123, 124, 125, 126, 127, 175, 185, 191  
Paralisação das irrigações 119, 120  
Patógeno 25, 42, 57, 141, 142, 143, 174, 177, 180, 182, 183  
Plantio direto (sistema) 110, 123, 185  
Penman-Monteith 31, 134  
Pepino 22, 23, 25, 62, 63, 83, 91, 93, 97, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 146  
Pimenta 23, 25, 63, 80, 91, 93, 96, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135  
Pimentão 22, 23, 25, 34, 63, 80, 91, 93, 96, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 138, 139, 142, 146, 176  
Planta invasora 123  
Poluição 25, 183  
Potencial de água 30, 183  
Ponto de murcha permanente 28, 29, 32, 175  
Praga 144, 183  
Precipitação 36, 174, 177  
    efetiva 183  
    pluvial 22, 181, 183  
Pressão de serviço 38, 40, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 184  
Profundidade efetiva de raízes 20, 29, 30, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 129, 184  
Propágulo 108, 109, 184  
Protozoário 21, 173, 180, 184

## Q

Qualidade de água 20, 21, 25, 57, 143  
    aspectos físicos 22  
    aspectos químicos 22  
    aspectos sanitários 24  
Quiabo 23, 25, 63, 66, 91, 93, 97, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135, 146

## R

Radiação solar 31, 184

Rabanete 23, 25, 63, 84, 91, 93, 95, 106, 110, 121, 126, 131, 133, 135, 146

Reflectometria no domínio do tempo (TDR) 130

Repolho 23, 25, 36, 37, 48, 61, 62, 63, 64, 75, 91, 92, 93, 96, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 111, 113, 117, 120, 121, 126, 127, 131, 133, 135, 146

Rotação de cultura 138, 184

Rúcula 25, 63, 72, 91, 93, 95, 106, 110, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Rustificação de mudas 118, 184

## S

Salsinha 25, 63, 72, 91, 93, 95, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 146

Salinidade 23, 24, 101

Saúde pública 24

Semente 23, 25, 47, 92, 107, 108, 109, 110, 115, 116, 117, 180, 182, 183, 185

Sementeira 115, 116, 117, 118, 182, 185

Sensor (de umidade) 60, 130

Silte 21, 22, 174, 180, 185

Sistema de irrigação 19

    autopropelido 33, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 102, 147

    convencional 33, 35, 36, 37, 38, 41, 45, 61, 100, 146, 147, 148, 185

    convencional fixo 34

    convencional portátil 34

    convencional semiportátil 34, 35

    gotejamento 19, 33, 34, 51, 139, 180

    mecanizado 39, 41

    microaspersão 22, 36, 52, 53, 117

    pivô central 33, 34, 41, 42, 43, 102, 140, 142, 147

    sulco 19, 33, 34, 51, 124, 180

Sistema radicular 29, 30, 90, 91, 92, 98, 184, 185

Sódio 24

## Solo

- análise textural 90
- arenoso 30, 130, 131
- de Cerrado 48, 90
- encharcamento 47, 57, 142, 146
- erosão 47, 175, 178
- estrutura 48, 90, 178
- fertilidade 92
- macroporosidade 28, 182
- permeabilidade 24, 183
- porosidade 27, 28, 183
- textura 28, 48, 53, 61, 90, 92
- tipo 19, 28, 29, 31, 34, 59, 60, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 108, 109, 111, 117, 120, 121, 135
- umidade 28, 29, 30, 32, 59, 107, 108, 109, 116, 174, 185, 187

Status de água 60, 185

Substrato 118, 185

## T

Tanque classe A 60, 185

Taro 25, 63, 82, 91, 93, 95, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135

Temperatura (do ar) 140, 147, 148, 161, 173, 186

Tempo de irrigação 102, 103, 104, 109, 112, 113, 116, 117, 118, 127, 144

Tensão de água 129, 130, 181, 186

Tensão-limite de água 129, 130, 186

Tensiômetro 60, 130, 186

## Tomate

- de mesa 25, 34, 62, 63, 77, 91, 93, 96, 106, 111, 121, 126, 131, 133, 135, 186

- industrial 25, 42, 63, 79, 91, 93, 97, 106, 111, 119, 121, 126, 131, 133, 135, 186

Topografia 19, 34, 35, 45

Transpiração 27, 30, 31, 32, 118, 124, 186

Transplante de muda 109, 111, 113, 115, 127

Tratamento (de água) 22, 25, 34  
    cloração 25  
    filtragem 34  
    lagoa de oxidação 25  
    lagoa de sedimentação 25  
    tanque de sedimentação 22  
Tubulação 39, 53, 56, 142, 178, 181  
Comprimento 45, 52, 53, 54, 55  
Diâmetro 38, 45, 53, 54, 55, 148  
Turno de rega 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 107, 109, 110,  
    112, 113, 117, 124, 125, 127, 132, 144, 187

## **U**

Umidade-limite de irrigação 29, 32, 187  
Umidade relativa (do ar) 31, 43, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71,  
    72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 99,  
    103, 109, 112, 117, 118, 120, 139, 140, 141, 167, 182, 187  
Uniformidade (da irrigação) 34, 37, 38, 40, 41, 43, 49, 51, 53, 56, 142,  
    177, 187

## **V**

Vagem 23, 25, 63, 78, 80, 91, 93, 96, 106, 109, 111, 121, 126, 131, 133,  
    135, 146  
Velocidade de infiltração básica 47, 48, 187  
Vento 31, 34, 36, 38, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 100, 120, 140, 141, 145,  
    147, 148, 177, 178, 180  
Vida útil 22, 49, 56, 57, 187

*Impressão e acabamento*  
***Embrapa Informação Tecnológica***

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*

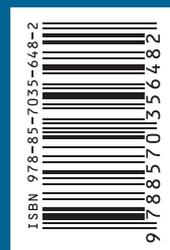
# Embrapa

## Hortaliças

Este livro, destinado principalmente a produtores e a técnicos ligados da área de produção de hortaliças, apresenta aspectos relevantes sobre sistemas de irrigação por aspersão, avaliação expedita de sistemas por aspersão convencional e, especialmente, um método de manejo que permite ao usuário determinar, de forma rápida, prática e simples, quando e quanto irrigar diferentes hortaliças, sem a necessidade de recorrer a equipamentos ou cálculos elaborados.

Esta 4ª edição, totalmente revista, atualizada e ampliada, apresenta uma série de tabelas para a estimativa do intervalo entre irrigação e da demanda de água para 58 hortaliças, 18 a mais que na edição anterior. Além de trazer dois novos capítulos – um sobre manejo de irrigação em solos com cobertura de palhada e outro sobre irrigação para proteção contra geadas –, as tabelas de evapotranspiração, nesta edição, foram elaboradas usando um procedimento mais preciso.

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 13519