



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

247

Sete Lagoas, MG
Novembro, 2020

Embrapa

Planilha para o manejo simplificado da aplicação de água do milho verde em dois sistemas de irrigação

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Planilha para o manejo simplificado da aplicação de água do milho verde em dois sistemas de irrigação

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque, Eng. Agrícola, DCs em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

O manejo da irrigação, assim como práticas de conservação do solo e da água, é, geralmente, visto pelo agricultor como uma atividade agrícola de menor importância, tendo em vista que, na aquisição de um sistema de irrigação, espera-se de imediato a resposta da cultura ao suprimento de água ao dotá-la de tecnologia inerente ao sistema de produção irrigado. Entretanto, o suprimento hídrico realizado de forma empírica ou sem critério racional pode, ao longo do tempo, interferir negativamente sobre o sistema de produção, uma vez que poderá causar danos ambientais, problemas fitossanitários, perda de nutrientes do solo, má qualidade do produto pretendido, dentre outros, podendo acarretar ao final da cadeia produtiva até a perda da lucratividade do empreendimento.

O manejo da irrigação nada mais é que a aplicação da água no momento oportuno e na quantidade determinada para aquele momento, ou seja, é aplicação da água de modo racional desde a sua captação até a aplicação na cultura.

Dessa forma, o manejo de irrigação é visto como um dos métodos de boas práticas para a produção agrícola.

O milho cultivado para fins de colheita como verde, ou mesmo o próprio milho doce, está, na maioria dos casos, inserido no sistema de produção irrigado, o que requer mais cuidado com a aplicação da água de irrigação. O cultivo do milho verde é uma atividade quase exclusiva de pequenos e médios agricultores, portanto, fortemente vinculado também à agricultura familiar, que são os responsáveis pela colocação do produto no mercado (Pereira Filho, 2002).

Assim como a planilha simplificada que trata do manejo da irrigação do milho para a produção de grãos (Albuquerque; Guimarães, 2020), esta publicação apresenta uma planilha eletrônica similar que fornece de forma simplificada o turno de rega e a respectiva lâmina de irrigação nas três fases do ciclo da cultura do milho verde ou doce, em função da entrada de poucas características de clima, de solo e da cultura em si. Adicionalmente, um calendário de irrigação é apresentado, de acordo

com a data de plantio, onde também se pode incluir a precipitação pluviométrica medida diariamente. Além disso, esse manejo também é apresentado para dois sistemas de irrigação: gotejamento e aspersão convencional.

O trabalho atende ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 12: “Consumo e Produção Responsáveis”, tendo em vista que boas práticas de produção, mais especificamente o manejo de irrigação correto, são fatores primordiais para uma produção sustentável, com menor impacto ao meio ambiente, o que favorece também a sustentabilidade econômica da produção agrícola. Também atende ao ODS nº 6: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, haja vista que tem o objetivo de aumentar substancialmente a eficiência do uso da água de irrigação de modo a assegurar retiradas sustentáveis das fontes.

Divisão do ciclo da cultura do milho verde

Para efeito de manejo de irrigação para a cultura do milho (obtenção de coeficientes de cultura - K_c , e crescimento radicular - da sementeira, Z_0 , ao crescimento máximo, Z_{max}), o ciclo de desenvolvimento do cereal pode ser dividido em quatro fases, conforme Doorenbos e Pruitt (1977) e Allen et al. (1998). Entretanto, considerando que a

cultura será colhida no estágio de milho verde ou de grão leitoso ou pastoso, portanto, sem completar integralmente o seu ciclo fenológico, pode-se desconsiderar uma pequena parte final da terceira fase e totalmente a quarta e última fase (Albuquerque, 2002). Considerou-se para efeitos práticos e simplificações que cada uma das três fases corresponde a 1/3 do ciclo total (Figura 1).

O crescimento radicular começa na profundidade de sementeira (Z_0), a 5 cm, desenvolvendo-se de forma linear até atingir o máximo ao final da Fase 2 (Z_{max}) (Figura 1).

Dentre as três fases em que há crescimento radicular e variações nos valores de K_c , houve subdivisões das fases em A, B e C, o que ocorreu nas fases 1 e 2. Na Fase 1, embora K_c seja constante, há aumento de Z ; na Fase 2, há variação crescente no valor de K_c e aumento também de Z ; na Fase 3, Z (Z_{max}) e K_c (K_c -max) são constantes. Em termos da fenologia da cultura, pode-se considerar, para efeitos de manejo de irrigação, que a Fase 1 corresponde da sementeira até 50% do crescimento vegetativo (até 8 folhas) ; a Fase 2, de 50% até o pendoamento; a Fase 3 (período reprodutivo), do pendoamento até formação de grãos leitosos ou pastosos (R3 ou R4, respectivamente) (Magalhães; Durães, 2002).

Segundo Magalhães e Durães (2002), na verdade, os estádios de desenvolvimento da planta de milho para o consumo verde, em “R3” ou “grão leitoso”, não se diferenciam do desenvolvimento da planta para consumo de

grãos secos. Entretanto, é preciso ficar atento para as características exigidas pelo mercado consumidor dessa modalidade de milho, principalmente quanto à cultivar a ser utilizada, uma vez que, dependendo do ciclo, o momento de colheita (R3 ou R4) é variável, assim como o tempo de permanência no campo na fase de grão leitoso apto para a colheita.

Numa tentativa de ajustar o ciclo de acordo com a fenologia da cultura (Magalhães; Durães, 2002) e realizar a subdivisão das fases 1 e 2, conforme o consumo de água da cultura (Allen et al., 1998), obteve-se a Tabela 1, que é utilizada na planilha de manejo de irrigação (ver Apêndices). Nessa tabela também estão os valores do coeficiente de redução (K_r), que é multiplicado pela evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) para reduzir o seu valor, pois a irrigação localizada (por exemplo, a por gotejamento) pode reduzir a área de umedecimento da superfície do solo, o que mitiga a evaporação da água nessa superfície (Keller; Bliesner, 1990).

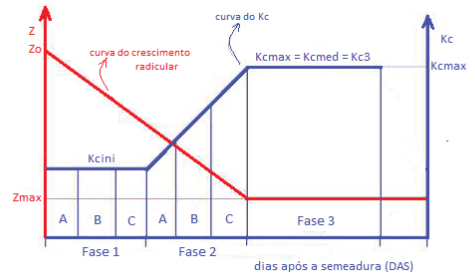


Figura 1. Divisão em três fases do ciclo da cultura do milho verde para obtenção de coeficientes de cultura (K_c) e crescimento radicular da semeadura (Z_o) até um valor máximo efetivo (Z_{max}).

Tabela 1. Adaptação do estágio fenológico do milho verde, com ciclo total padrão de 96 dias, com as três fases para a determinação dos coeficientes de cultura (Kc), conforme Figura 1, e coeficiente de redução (Kr) para ajuste da evapotranspiração da cultura (ETc), por causa do efeito de redução de área molhada no sistema de irrigação por gotejamento.

Estádio fenológico ¹	Fase, conforme manual FAO-56 ²	Nr médio de dias ³	Coefficiente de redução (Kr) ⁴
VE	1A	1 a 5	0,32
V1	1A	6 a 8	0,32
V2	1A	9 a 11	0,32
V3	1B	12 a 15	0,48
V4	1B	16 a 18	0,48
V5	1B	19 a 21	0,48
V6	1C	22 a 25	0,63
V7	1C	26 a 29	0,63
V8	1C	30 a 32	0,63
V9	2A	33 a 35	0,71
V10	2A	36 a 38	0,71
V11	2A	39 a 41	0,71
V12	2B	42 a 44	0,83
V13	2B	45 a 47	0,83
V14	2B	48 a 50	0,83
V15	2B	51 a 53	0,83
V16	2C	54 a 56	0,95
V17	2C	57 a 59	0,95
V18	2C	60 a 62	0,95
VT	2C	63 a 64	0,95
R1	3	65 a 69	1
R2	3	70 a 83	1
R3	3	84 a 91	1
R4	3	92 a 96	1

¹Magalhães e Durães (2002); ²Allen et al. (1998); ³Ciclo total

padrão de 96 dias; ⁴Keller e Bliesner (1990)

Planilhas componentes da pasta de trabalho

A pasta de trabalho “Manirrig-Milho-verde_v1” é composta por seis planilhas: Sistema, Fase 1, Fase 2, Fase 3, Resumo e Calendário, como são apresentadas nos Apêndices I, II, III, IV, V e VI, respectivamente.

A pasta de trabalho mencionada pode ser acessada em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126615>

Convencionou-se que todas as entradas de dados nas planilhas sejam feitas em células na cor amarela, para ficarem mais fáceis as respectivas localizações. Também se convencionou que as células informativas de opções possuem as cores azul, verde e laranja, sendo que as condições mais favoráveis são de cor azul, as condições médias, verde, e as mais desfavoráveis são laranja. Em nenhuma célula para entrada de dados são aceitos valores fora do intervalo estipulado.

Planilha “Sistema”

Essa planilha se refere à seleção do sistema de irrigação utilizado (gotejamento ou aspersão convencional) e seus respectivos dados.

Há um total de cinco células obrigatórias a serem preenchidas nessa fase, cujas identificações são: B6, E6, H6, K6

e N6. Também há uma célula opcional de preenchimento de cor laranja: Q6.

A primeira célula amarela a ser preenchida está à esquerda e se refere à escolha do sistema de irrigação: gotejamento (opção 1) ou aspersão convencional (opção 2) (Figura 2).

Sistema de Irrigação:	1
opções:	
Gotejamento:	1
Aspersão convencional:	2

Figura 2. Célula amarela B6 na planilha “Sistema” para entrar com o sistema de irrigação (Por exemplo, opção 1: Gotejamento).

A segunda célula é o espaçamento entre laterais de gotejadores ou de aspersores, em metros, cujos valores variam, respectivamente, entre 0,50 e 2,00 m ou entre 6 e 30 m (múltiplo de 6) (Figura 3).

Espaçamento entre laterais de gotejadores ou de aspersores (m):	1,00
opções:	
Gotejamento: valor entre 0,50 e 2,00 m	Aspersão: valor entre 6 e 30 m*

* múltiplo de 6

Figura 3. Célula amarela E6 na planilha “Sistema” para entrada do valor do espaçamento entre laterais de gotejadores ou de aspersores (Por exemplo, 1,00 m para o sistema de gotejamento).

A terceira célula é o espaçamento entre gotejadores ou aspersores numa lateral, em metros, cujos valores variam, respectivamente, entre 0,10 e 1,00 m ou entre 6 e 30 m (múltiplo de 6) (Figura 4).

Espaçamento entre gotejadores ou aspersores numa lateral (m):	0,40
opções:	
Gotejamento: valor entre 0,10 e 1,00 m	Aspersão: valor entre 6 e 30 m*

* múltiplo de 6

Figura 4. Célula amarela H6 na planilha “Sistema” para entrada do valor do espaçamento entre gotejadores ou aspersores numa lateral (Por exemplo, 0,40 m para o sistema de gotejamento).

A quarta célula se refere à vazão de cada gotejador, em L/h, ou aspersor, em m³/h, na pressão de serviço recomendada. Esses valores de vazão variam, respectivamente, para gotejador ou aspersor, de 0,5 a 5,0 L/h ou de 0,2 a 2,0 m³/h (Figura 5).

Vazão do gotejador (L/h) ou do aspersor (m ³ /h) na pressão de serviço recomendada:	1,20
opções:	
Gotejamento: valor entre 0,5 e 5,0 L/h	Aspersão: valor entre 0,2 e 20 m³/h

Figura 5. Célula amarela K6 na planilha “Sistema” para entrada do valor da vazão de cada gotejador ou aspersor (Por exemplo, 1,20 L/h para um gotejador).

A quinta célula é para a eficiência de irrigação, em %, cujo valor está limitado entre 75 e 100% (Figura 6), embora eficiência de 100% não exista na condição real, mas possa servir como base de simulação para monitoramentos da dinâmica do balanço hídrico. Ei deve variar preferencialmente entre 85 e 95%, porém há a possibilidade da utilização de valor a partir de 75%. Os sistemas localizados geralmente apresentam maiores Ei. A lâmina bruta de irrigação (LB) é a razão entre a lâmina líquida (LL) e a Ei (em decimal), isto é, $LB = LL/Ei$.

Eficiência de irrigação (%):	90
opções:	
Valor entre 75 e 100%	

Figura 6. Célula amarela N6 na planilha “Sistema” para entrada do valor da eficiência de irrigação (Por exemplo, 90%).

A sexta célula é opcional e serve para a textura do solo, segundo as opções 1, 2 e 3, para a textura fina, média e grossa, respectivamente. Esse quesito poderá servir para estimar o diâmetro e o comprimento do bulbo molhado formado na irrigação por gotejamento, de acordo com o volume de água aplicado por gotejador (Figura 7).

OPCIONAL	3
Textura do solo:	
opções:	
Fina:	1
Média:	2
Grossa:	3

Figura 7. Célula laranja (opcional) Q6 na planilha “Sistema” para entrada da opção da textura do solo (Por exemplo, opção 3: textura grossa).

Planilha “Fase 1”

A planilha “Fase 1” corresponde ao início do ciclo da cultura, ocasião em que se entra com a maioria dos dados para o manejo de irrigação. As quatro primeiras células a serem preenchidas são de caracterização geral da cultura, portanto com valores selecionados válidos para o ciclo completo da cultura e, por isso, também válidos para as demais fases.

Há um total de sete células a serem preenchidas nessa fase, cujas identificações são: B5, E5, H5, K5, N5, Q5 e T5. A primeira célula amarela a ser preenchida está à esquerda e se refere à duração do ciclo da cultura, em dias, podendo variar de 60 a 110 dias, desde a semeadura até a fase de grão leitoso ou pastoso (R3 ou R4) (Figura 8).

Duração total do ciclo (dias):	96
opções:	
desde a semeadura (de 60 a 110 dias)	60 a 110

Figura 8. Célula amarela B5 na planilha “Fase 1” para entrar com a duração do ciclo da cultura do milho verde (Por exemplo, 96 dias).

A segunda célula é a capacidade de água disponível no solo (CAD), em % volume, com quatro opções. A CAD é uma fração do conteúdo da água total disponível para as plantas, que é definida pelo conteúdo de água no solo que está entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) (Hillel, 1980). A CC é o limite superior da água disponível no solo e o PMP é o limite inferior. Geralmente, a CC oscila entre -10 e -30 kPa do potencial matricial e o PMP é o limite inferior e tem como referência o potencial de -1.500 kPa. Normalmente, solos mais arenosos, com baixa capacidade de retenção, CAD está em torno de 5% volume, e solos mais argilosos, com alta capacidade de retenção, possuem CAD acima de 15% volume (Figura 9). Mais detalhes sobre CAD e como obter os seus valores são abordados por Reichardt (1987).

Capacidade de água disponível do solo (CAD) (% volume):	2
opções:	
5%	1
10%	2
15%	3
20%	4

Figura 9. Célula amarela E5 na planilha “Fase 1” correspondente à capacidade de água disponível do solo (CAD) com quatro opções, em % volume (Por exemplo, opção 2 - solo com 10% volume de CAD).

A terceira célula é a umidade inicial do solo (U_i), em % da CAD, com cinco opções, desde solo totalmente seco (0% CAD) até totalmente úmido (100% CAD) (Figura 10). A U_i é importante para a determinação da irrigação do dia do plantio, de tal forma a irrigar o perfil do solo até a profundidade máxima efetiva do sistema radicular da cultura (Z_{max}). A U_i deve ser determinada até a Z_{max} tendo em vista que a reserva de água ficará disponível até o sistema radicular atingir a Z_{max} .

Umidade inicial do solo (U_i):	1
opções:	
0% CAD	1
25% CAD	2
50% CAD	3
75% CAD	4
100% CAD	5

Figura 10. Célula amarela H5 na planilha “Fase 1” para entrada da umidade inicial do solo no dia do plantio, em % da CAD, com cinco opções, sendo 0% CAD solo totalmente seco e 100% CAD solo totalmente úmido (Por exemplo, opção 1 - 0% da CAD).

A quarta célula é referente à profundidade efetiva máxima do sistema radicular (Z_{max}). Em milho essa profundidade pode variar muito, entretanto, na maioria dos casos, considera-se que está na faixa de 40 a 60 cm (Figura 11). Para uma profundidade maior, a cultura possui uma reserva hídrica também maior.

Profundidade máxima efetiva do sistema radicular (Z) (cm):	1
opções:	
40	1
50	2

Figura 11. Célula amarela K5 na planilha “Fase 1” para entrada da profundidade máxima efetiva do sistema radicular (Z_{max}), em cm, com três opções, de 40, 50 e 60 cm (Por exemplo, opção 1 - 40 cm).

A quinta célula se refere ao fator de disponibilidade (f) da água no solo, em % da CAD. Para milho, normalmente está na faixa de 0,4 a 0,6, ou 40% a 60% da CAD, respectivamente (Figura 12). Esse valor pode ser diferente em função da fase do milho. Um valor mais baixo (40% CAD) significa que o solo se mantém mais úmido entre irrigações, e valor mais elevado (60% CAD), que o solo pode secar um pouco mais. Em condições de alta demanda hídrica (muito calor, baixa umidade do ar e muito vento) e na fase inicial da cultura é recomendável manter o solo mais úmido (40% CAD), e em condições contrárias, o solo um pouco mais seco (60% CAD).

Fator de disponibilidade da água no solo (f):		2	
opções:			
40% CAD			1
50% CAD			2
60% CAD			3

Figura 12. Célula amarela N5 na planilha “Fase 1” em que há três opções para o fator de disponibilidade (f) da água no solo (Por exemplo, opção 2 - 50% da CAD).

A sexta célula é o valor predominante da evapotranspiração de referência (ET_o), em mm/dia, predominante para essa Fase 1. Esse valor pode variar de 0 a 10 mm/dia, podendo inclusive ser digitado um valor fracionado (Figura 13). Em condições de alta demanda evaporativa (clima quente, seco e com mais vento) os seus valores são mais altos, e o inverso é observado em condições de baixa demanda. Nas condições brasileiras, dificilmente a ET_o atinge valores próximos de 10 mm/dia. Mais detalhes sobre a obtenção de valores de ET_o, incluindo a descrição do método de Penman-Monteith como o padrão, podem ser observados em Allen et al. (1998).

Evapotranspiração de referência (ET _o)* (mm/dia):		4,7	
opções:			
1			1
2			2
3			3
4			4
5			5
6			6
7			7
8			8
9			9
10			10

* podem ser usados valores fracionados entre 0 e 10

Figura 13. Célula amarela Q5 na planilha “Fase 1” em que há 10 opções para valores de evapotranspiração de referência (ET_o), embora esses valores também possam ser fracionados entre 0,1 e 10,0 mm/dia (Por exemplo, valor 4,7 mm/dia).

A sétima e última célula a ser preenchida na planilha “Fase 1” corresponde ao coeficiente de cultura (Kc) para essa fase (Figura 14). Para as condições mais propícias, os seus valores são mais baixos, como no preparo de solo em plantio direto na palha. Por outro lado, em condição de solo descoberto e mantido mais úmido nessa fase, os valores de Kc são mais elevados. O valor de Kc na Fase 1 se mantém constante até o término dessa fase, conforme o gráfico da Figura 1 (Kcini). As subdivisões dessa fase em A, B e C são equidistantes no tempo de duração dela. Também essas mesmas subdivisões são feitas para a fase 2, conforme a Figura 1. Os valores de Kc das subfases 2A, 2B e 2C são os pontos médios das suas respectivas faixas apresentadas na Figura 1.

Coeficiente de cultura inicial (Kc-ini):	2	
	opções:	
	0,5	1
	0,6	2
	0,7	3
	0,8	4
	0,9	5
	1	6
	1,1	7

Figura 14. Célula amarela T5 na planilha “Fase 1” para o coeficiente de cultura (Kc) nessa fase (Kc-ini), com sete opções de valores (Por exemplo, opção 2 - Kc = 0,6).

Após o preenchimento obrigatório dessas sete células na planilha “Fase 1”, obtêm-se à direita uma tabela com o cabeçalho do sistema selecionado (gotejamento ou aspersão), as fases do ciclo (plantio, 1A, 1B e 1C), com as nomenclaturas da fenologia (VE a V8, segundo Magalhães e Durães, 2002), o intervalo em dias após a semeadura (DAS) dessas fases, os valores das lâminas líquidas (LL) do dia do plantio e das fases, as respectivas lâminas brutas (LB), que são função da eficiência de irrigação (Ei), os respectivos turnos de rega (TR), o tempo de irrigação (em horas:minutos) e o consumo de água por hectare por evento de irrigação (em m³) (Figura 15 e Apêndice I).

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO						
Fase	DAS* nas fases	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	tempo de irrigação (h:min)	consumo de água/ha por irrigação (m ³)
Plantio: VE	0	40,0	44,4	-	14 : 49	444,44
1A: VE a V2	1 a 11	3,8	4,2	2	1 : 24	41,78
1B: V3 a V5	12 a 21	5,6	6,3	3	2 : 06	62,67
1C: V6 a V8	22 a 32	9,4	10,4	5	3 : 29	104,44

*DAS=dias após a semeadura **LL=lâmina líquida ***LB=lâmina bruta +TR=turno de rega

Figura 15. Resultados apresentados na planilha “Fase 1” para sistema de irrigação (Exemplo: Gotejamento), fases (do plantio, 1A, 1B e 1C), dias após a semeadura (DAS), lâminas líquidas (LL), lâminas brutas (LB), turnos de rega (TR), tempo de irrigação e consumo de água, em função dessas fases, de acordo com as opções mostradas nos exemplos das Figuras 2 a 14 (VE a V8 na coluna “Fase” se referem à fenologia do milho, segundo Magalhães e Durães, 2002).

Planilha “Fase 2”

Há apenas três células (N5, Q5 e T5) a serem preenchidas nessa planilha. As outras necessárias aos cálculos (que estão à esquerda) já foram previamente preenchidas na planilha “Fase 1”

Duração total do ciclo* (dias):	96	Capacidade de água disponível do solo (CAD)* (% volume):	2	Umidade inicial do solo (UI)*:	1	Profundidade máxima efetiva do sistema radicular (Z)* (cm):	1
opções:		opções:		opções:		opções:	
desde a semeadura (de 60 a 110 dias)	60	5%	1	0% CAD	1	40	1
	110	10%	2	25% CAD	2	50	2
		15%	3	50% CAD	3	60	3
		20%	4	75% CAD	4		
				100% CAD	5		

* Já selecionados na Fase 1

Figura 16. Células (em rosa), já previamente definidas na planilha “Fase 1”, são necessárias aos cálculos, mas sem necessidade de serem novamente preenchidas.

O fator de disponibilidade (f) a ser escolhido para essa fase é mostrado conforme se descreve para a Figura 12, e a evapotranspiração de referência (ET_o) predominante para essa fase, conforme se descreve para a Figura 13. Entretanto, valores de f e ET_o podem ser iguais ou diferentes daqueles selecionados para a Fase 1. Já o coeficiente de cultura (K_c) para a Fase 3 é preenchido nessa planilha, tendo em vista que os K_cs da Fase 2 são variáveis entre os da Fase 1 até a Fase 3 (Figura 17).

Coeficiente de cultura na fase intermediária+(K _c -med):	4
opções:	
1,1	1
1,15	2
1,2	3
1,25	4
1,3	5
1,35	6
1,4	7

+ é o valor da Fase 3

Figura 17. Célula amarela T5 na planilha “Fase 2” para o coeficiente de cultura (K_c) na Fase 3 (K_c-med ou K_cmax), com sete opções de valores (Por exemplo, opção 4 - K_c = 1,25).

Após o preenchimento obrigatório das três células na planilha “Fase 2” obtêm-se à direita a tabela indicando o sistema de irrigação, as fases 2A, 2B e 2C com a fenologia (V9 a VT, segundo Magalhães e Durães, 2002), o intervalo em dias após a semeadura (DAS), as respectivas lâminas líquidas (LL) e brutas (LB), os turnos de rega (TR), tempo de irrigação e consumo de água por hectare por evento de irrigação (Figura 18 e Apêndice II).

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO							
Fase	DAS* nas fases		LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	tempo de irrigação (hrs/dia)	consumo de água/ha por irrigação (m ³)
2A: V9 a V11	33	41	12,3	13,7	6	4:35	137,15
2B: V12 a V15	42	53	14,6	16,2	5	5:25	162,08
2C: V16 a VT	54	64	15,7	17,4	4	5:49	174,48

*DAS=dias após a semeadura **LL = lâmina líquida ***LB = lâmina bruta +TR = turno de rega

Figura 18. Resultados apresentados na planilha “Fase 2” para sistema de irrigação (Exemplo: Gotejamento), fases 2A, 2B e 2C, dias após a semeadura (DAS), lâminas líquidas (LL) e brutas (LB), turnos de rega (TR), de acordo com as opções mostradas nos exemplos das Figuras 2 a 11 e 17. Para a Figura 12, f é opção 2 e para a Figura 13, ETo = 3,8 mm/dia, mas utilizando-se a planilha “Fase 2”.

Coeficiente de cultura na fase intermediária+ (Kc-med):	4
opções:	
1,1	1
1,15	2
1,2	3
1,25	4
1,3	5
1,35	6
1,4	7
+ Já selecionado na Fase 2 para a Fase 3	

Figura 19. Célula (em rosa) já previamente definida para o coeficiente de cultura (Kc) da Fase 3 na planilha “Fase 2”.

Planilha “Fase 3”

Há apenas duas células (N5 e Q5) a serem preenchidas nessa planilha. Da mesma forma como na planilha “Fase 2”, os cálculos necessários foram previamente definidos na planilha “Fase 1”. O coeficiente de cultura (Kc) dessa fase também já foi definido na planilha “Fase 2”, conforme já reportado (Figura 19).

Assim como na Fase 1, o fator de disponibilidade (f) e a evapotranspiração de referência (ETo) predominantes nessa Fase 3 estão mostrados nas Figuras 12 e 13, respectivamente. Assim, como discutido para a Fase 2, tanto f quanto ETo podem ser iguais ou diferentes entre as três fases. Após o preenchimento obrigatório das duas células na planilha “Fase 3” obtêm-se à direita a tabela com o sistema de irrigação, a fase 3 com a fenologia (R1 a R4, conforme Magalhães e Durães, 2002), intervalo da fase em dias após a semeadura (DAS), as respectivas lâminas líquida (LL) e bruta (LB), o turno de rega (TR), o tempo de irrigação e o consumo de água por hectare por evento de irrigação para essa fase (Figura 20 e Apêndice III).

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO						
Fase	DAS* nas fases	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	tempo de irrigação (h:min)	Consumo de água/ha por irrigação (m ³)
3: R1 a R4	65 a 96	15,8	17,5	3	5:50	175,00

*DAS=dias após a semeadura **LL=lâmina líquida ***LB=lâmina bruta +TR=turno de rega

Figura 20. Resultados apresentados na planilha “Fase 3” para sistema de irrigação (Exemplo: Gotejamento), Fase 3 com a fenologia (R1 a R4), dias após a semeadura (DAS), lâminas líquida (LL) e bruta (LB), o respectivo turno de rega (TR), tempo de irrigação e consumo de água por hectare por irrigação, de acordo com as opções mostradas nos exemplos das Figuras 8 a 11 e 17. Para a Fase 2, na Figura 12, f é opção 2 e para a Figura 13, ETo = 3,8 mm/dia. Já para a Fase 3, f é opção 2 e ETo = 4,2 mm/dia.

Planilha “Resumo”

Nessa planilha há uma compilação dos resultados obtidos nas planilhas das três fases, portanto não há necessidade de preenchimento de células. São mostrados sinteticamente: o sistema de irrigação, duração do ciclo da cultura, a capacidade de água disponível do solo (CAD), a profundidade máxima do sistema radicular (Z max), a umidade inicial do solo (Ui), a fenologia por fase, o intervalo dos dias após a semeadura (DAS) de todas as fases, as respectivas lâminas líquidas (LL) e brutas (LB), turnos de rega (TR), o fator de disponibilidade (f), a evapotranspiração de referência (ETo), os coeficientes de cultura (Kc), o tempo de irrigação e o aporte de água

por hectare por evento de irrigação de todas as fases (Figura 21 e Apêndice IV).

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO											
Fenologia	Fase	DAS*	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	fator f (%CAD)	ETo (mm/dia)	Kc++	Tempo de irrigação (h:min)	Aporte de água/ha por irrigação (m ³)	
VE	Plantio	0	40,0	44,4	-	-	-	-	14:49	444,44	
V1 a V2	1A	1	11	3,8	4,2	2	50	4,2	0,4	1:24	41,78
V3 a V5	1B	12	21	5,6	6,3	3	50	4,7	0,4	2:06	62,67
V6 a V8	1C	22	32	9,4	10,4	5	50	4,7	0,4	3:29	104,44
V9 a V11	2A	35	41	12,3	13,7	6	50	3,8	0,54	4:35	137,15
V12 a V15	2B	42	53	14,6	16,2	5	50	3,8	0,77	5:25	162,08
V16 a V17	2C	54	64	15,7	17,4	4	50	3,8	1,03	5:49	174,48
R1 a R4	3	65 a 96	15,8	17,5	3	50	4,2	1,25	5:50	175,00	

*DAS=dias após a semeadura
**LL=lâmina líquida
***LB=lâmina bruta
+TR=turno de rega
++Kc=coeficiente de cultura
+f=fator de disponibilidade do solo

Figura 21. Resultados apresentados na planilha “Resumo” compilados dos cálculos realizados nas planilhas das fases. O exemplo mostrado foi obtido com os dados apresentados nas Figuras 2 a 20.

Planilha “Calendário”

Como nas demais planilhas, a entrada de dados é feita nas células de cor amarela.

Caso se deseje obter o calendário de irrigações, a planilha “Calendário” é ativada a partir da entrada de uma data do plantio, desde que as células das planilhas anteriores já estejam preenchidas. O sistema de irrigação também é informado logo abaixo da data de plantio.

A intervenção sobre a irrigação é feita digitando-se o tempo de irrigação nas colunas J (horas) e L (minutos).

Os dados das datas de irrigação são apresentados com a informação “SIM” nas células da coluna com o cabeçalho “Irrigar?”. São apresentados os dados das lâminas líquidas e brutas recomendadas (LLR e LLB), bem como o tempo

de irrigação recomendado para o dia de irrigar.

Além disso, há uma coluna onde se informa a reserva de água no solo antes da irrigação ou chuva (em % da CAD).

Há ainda a possibilidade da entrada de dados diários de precipitação pluviométrica (chuva), em mm. A ocorrência de chuvas altera o manejo de irrigação apresentado originalmente por essa planilha.

O balanço de água para a obtenção da LLR é feito rigorosamente com dados calculados a partir dos dados de entrada para cada fase do ciclo da cultura, portanto, em princípio, não tem como modificá-los, a não ser com a mudança de dados nas planilhas das fases. Entretanto, mudanças poderão ser feitas com entrada de dados de chuva na coluna correspondente. Dados de chuva maiores ou iguais à LLR são incluídos, como a LLR daquele dia. Dados de chuva menores que a LLR não modificam a data da irrigação, mas reduzem a LLR.

É importante frisar que toda LLR apresentada é considerada como se fosse implementada pelo tempo de irrigação para a lâmina bruta recomendada (LBR). Caso se deseje que a irrigação de qualquer dia não seja implementada, então se pode usar o artifício de cancelá-la ao digitar um “x” na célula do dia da coluna correspondente ao seu cancelamento. Somente a LLR da irrigação da data do plantio não pode ser cancelada por esse artifício, a não ser por lâminas de chuva maiores que

a LLR, ou também por modificação da umidade inicial do solo (U_i) na planilha “Fase 1”. No dia em que não houver LLR (ou “SIM” para irrigar), a marcação com “x” não tem efeito algum.

Para cada irrigação implementada também se apresenta o aporte de água necessário por hectare por irrigação (coluna P, em m^3).

Para o caso da irrigação por gotejamento, há colunas (Q e R) que estimam a profundidade e o diâmetro do bulbo molhado, mas aparece somente se a célula opcional referente à textura do solo na planilha “Sistema” for preenchida (célula Q6).

Nas duas últimas colunas da direita há observações para aquela data específica. Há cinco mensagens possíveis que podem ser disparadas na coluna S (OBSERVAÇÃO 1), para algum determinado dia, dependendo da intervenção do usuário sobre a irrigação recomendada (LLR, LBR ou tempo de irrigação recomendado). A descrição das mensagens está no cabeçalho da tabela (célula S7). Na coluna T (Observação 2) também pode ser disparada alguma observação, mas somente em função da formação do bulbo molhado na irrigação por gotejamento.

Na Figura 22 é apresentada a parte superior da planilha com os detalhes descritos e com os exemplos das figuras anteriores, com uma data cadastrada para o plantio. Exemplos também podem ser visualizados nos Apêndices V e VI.

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO												
OBSERVAÇÃO 1												
DATA	TEMPERATURA (°C)	UMIDADE RELATIVA (%)	VELOCIDADE DO VENTO (km/h)	RAZÃO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR (W/m²K)	TEMPERATURA DO VENTO (°C)	TEMPERATURA DO TERRENO (°C)	TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (°C)	TEMPERATURA DO AR (°C)	TEMPERATURA DO VAPOR D'ÁGUA (°C)	TEMPERATURA DO VAPOR D'ÁGUA (°C)	TEMPERATURA DO VAPOR D'ÁGUA (°C)	TEMPERATURA DO VAPOR D'ÁGUA (°C)
30/07/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
31/07/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
01/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
02/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
03/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
04/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
05/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
06/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
07/08/2020	28,0	42,2	44,4	16,89	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Figura 22. Resultados apresentados na planilha “Calendário”, com dados dos exemplos das figuras anteriores e data de plantio de 30/07/2020 (célula K5) e sistema por gotejamento. Detalhes para as colunas do tempo de irrigação (em horas:minutos, colunas J e L), de chuva (em mm, coluna M), da decisão de cancelar a irrigação do dia (coluna O) e das mensagens na OBSERVAÇÃO 1 (coluna S).

Finalmente, na linha 120 são mostrados os totais de: número de eventos de irrigação (coluna D); LLR (em mm, coluna E); LBR (em mm, coluna F); tempo de irrigação (em horas e minutos, nas colunas G e I, respectivamente); chuva (em mm, coluna M) e aporte de água necessário à irrigação por hectare (em m³, coluna P) (Figura 23).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
118																		
119																		
120	TOTAL	30	30,00	40,00	133,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 23. Resultados de totais apresentados na linha 120 da planilha “Calendário”, com dados dos exemplos das figuras anteriores. Detalhes de número de eventos de irrigação (coluna D), lâmina líquida recomendada (em mm, coluna E), lâmina bruta recomendada (em mm, coluna F), tempo de irrigação recomendado (em horas:minutos, colunas J e L), chuva (em mm, coluna M) e aporte necessário de volume de água por hectare (em m³, coluna P).

Planilha “ETo-Sete Lagoas”

Informações de evapotranspiração de referência (ETo), calculadas pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998), são apresentadas para o município de Sete Lagoas-MG, cujos dados médios diários de ETo são mostrados por decêndio e por mês (Apêndice VII). A obtenção de ETo é proveniente de variáveis climáticas obtidas de série histórica. O ideal é que a ETo seja proveniente de dados diários reais, pois os dados históricos não se repetem na escala diária. Para dados reais, sugere-se que o usuário baixe as informações de clima, como as do INMET, da NASA ou outro, para cálculo diário.

Esses dados poderão subsidiar o preenchimento das planilhas para estimar o manejo de irrigação do milho verde para o local e a região.

Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P. Irrigação para o cultivo do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 93-115.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P. **Planilha para o manejo simplificado da irrigação do milho para produção de grãos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 243).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Roma: FAO, 1977. 144 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

HILLEL, D. **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 385 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 662 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Aspectos fisiológicos do milho para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 51-70.

PEREIRA FILHO, I. A. Introdução. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 13-15.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

Literatura Recomendada

ALBUQUERQUE, P. E. P. **Planilha eletrônica para programação da irrigação em sistemas de aspersão convencional, pivô central e sulcos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 97).

Apêndice I

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde – Sistema de Irrigação

Atenção: Preencher apenas as células com a cor amarela >



, conforme o que se pede.

Célula de cor laranja é OPCIONAL >

Sistema de Irrigação:		Espaçamento entre laterais de gotejadores ou de aspersores (m):		Espaçamento entre gotejadores ou aspersores numa lateral (m):		Vazão do gotejador (L/h) ou do aspersor (m ³ /h) na pressão de serviço recomendada:		Eficiência de irrigação (%):		OPCIONAL Textura do solo:	
	opções:	opções:		opções:		opções:		opções:		opções:	
Gotejamento:	1	Gotejamento: valor entre 0,50 e 2,00 m	Aspersão: valor entre 6 e 30 m*	Gotejamento: valor entre 0,10 e 1,00 m	Aspersão: valor entre 6 e 30 m*	Gotejamento: valor entre 0,5 e 5,0 L/h	Aspersão: valor entre 0,2 e 20 m ³ /h	Valor entre 75 e 100%		Fina:	1
Aspersão convencional:	2									Média:	2
										Grossa:	3

* múltiplo de 6

* múltiplo de 6

Sistema

Apêndice II

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde – Fase 1

Atenção: Preencher apenas as células com a cor amarela > , conforme o que se pede.

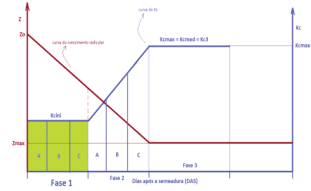
Duração total do ciclo (dias):	opções:	Capacidade de água disponível do solo (CAD) (% volume):	opções:	Umidade inicial do solo (U):	opções:	Profundidade máxima efetiva do sistema radicular (Z) (cm):	opções:	Fator de disponibilidade da água no solo (F):	opções:	Evapotranspiração de referência (ETo)* (mm/dia):	opções:	Coefficiente de cultura inicial (Kc-ini):	opções:
desde a semeadura (de 60 a 110 dias)	60	5%	1	40	1	40% CAD	1	1	1	0,5	1		
	a	10%	2	25% CAD	2	50	2	2	2	0,6	2		
	110	15%	3	50% CAD	3	60	3	3	3	0,7	3		
		20%	4	75% CAD	4			4	4	0,8	4		
				100% CAD	5			5	5	0,9	5		
							6	6	6	1	6		
							7	7	7	1,1	7		
							8	8	8				
							9	9	9				
							10	10	10				

*podem ser usados valores fracionados entre 0 e 10

Fase 1

Fase	DAS* nas fases	LL** (mm)	LB*** (mm)	TRx (dias)	tempo de irrigação (horas)	Consumo de água/ha por irrigação (cm/h)
Planta: VE	0			-		
1A: VE a V2	1	a				
1B: V3 a V5	b					
1C: V6 a V8	c					

*DAS=dias após a semeadura **LL = lâmina líquida ***LB = lâmina bruta +TR = turno de rega



Apêndice III

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde – Fase 2

Atenção: Preencher apenas as células com a cor amarela > , conforme o que se pede.

Duração total do ciclo* (dias):	Capacidade de água disponível do solo (CAD, % volume):	Umidade inicial do solo (U _i)*:	Profundidade máxima efetiva do sistema radicular (D _r) (cm):	Fator de disponibilidade da água no solo (f):	Evapotranspiração de referência (E ₀)** (mm/dia):	Coeficiente de cultura na fase intermediária (Kc-Int, m/d):
opções:	opções:	opções:	opções:	opções:	opções:	opções:
60	5%	1	40	40% CAD	1	1,1
a	10%	2	50	50% CAD	2	1,15
110	15%	3	60	60% CAD	3	1,2
	20%	4			4	1,25
					5	1,3
					6	1,35
					7	1,4
					8	
					9	
					10	

* Já selecionados na Fase 1

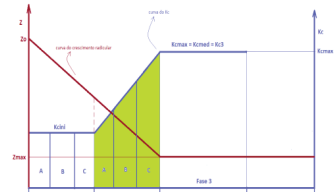
** podem ser usados valores fracionados entre 0 e 10

*** o valor da Fase 3

Fase 2

Fase	DAS* nas fases	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	tempo de irrigação (horas)	Consumo de água/ha por irrigação (m ³)
2A: V9 a V11	a					
2B: V12 a V15	a					
2C: V16 a VT	a					

*DAS=dias após a semeadura **LL = lâmina líquida ***LB = lâmina bruta +TR = turno de rega



Apêndice IV

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde - Fase 3

Atenção: Preencher apenas as células com a cor amarela > , conforme o que se pede.

Duração total do ciclo* (dias):	Capacidade de água disponível do solo (CAD)* (% volume):	Umidade inicial do solo (U)*	Profundidade máxima alcançada sistema radicular (Z)* (cm):	Fator de disponibilidade da água no solo (f):	Evapotranspiração de referência (ETo)** (mm/dia):	Coefficiente de cultura na fase intermediária (mc):
opções:	opções:	opções:	opções:	opções:	opções:	opções:
desde a semeadura (de 0 a 110 dias)	3% 10% 15% 20%	1 2 3 4	30% CAD 25% CAD 50% CAD 75% CAD 100% CAD	1 2 3	40 50 60	1 2 3
					1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,4 1,4

* Já selecionados na Fase 1

** podem ser usados valores fracionados entre 0 e 10

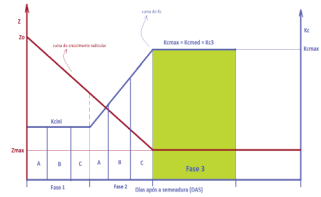
*** Já selecionados na Fase 2

**** Já selecionados na Fase 1

Fase 3

Fase	DAS* nas fases	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR† (dias)	tempo de irrigação (h/dia)	Consumo de água por irrigação (m³)
3: R1 a R4	R1					

*DAS=dias após a semeadura **LL = lâmina líquida ***LB = lâmina bruta †TR = turno de rega



Apêndice V

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde – Resumo

Atenção: Não preencher nenhuma célula.

duração total (dias):	
-----------------------	--

CAD (%volume):	
----------------	--

Z máx (cm):	
-------------	--

Umidade inicial do solo (%CAD):	
---------------------------------	--

Fenologia	Fase	DAS*	LL** (mm)	LB*** (mm)	TR+ (dias)	fator f (%CAD)	ETo (mm/dia)	Kc++	Tempo de irrigação (h:min)	Aporte de água/ha por irrigação (m ³)
VE	Plantio	0			-	-	-	-	:	
VE a V2	1A	1	a						:	
V3 a V5	1B		a						:	
V6 a V8	1C		a						:	
V9 a V11	2A		a						:	
V12 a V15	2B		a						:	
V16 a VT	2C		a						:	
R1 a R4	3		a						:	

*DAS = dias após a semeadura

**LL = lâmina líquida

+TR = turno de rega

++Se o sistema for Gotejamento: Kc x Kr, sendo Kr o coeficiente de redução

Resumo

Apêndice VI

Manejo Simplificado da Irrigação do Milho Verde - Calendário

Atenção: Preencher apenas as células com a cor amarela, conforme o que se pede.

Data do Plantio
(dd/mm/aaaa):

OBSERVAÇÃO 1

MENSAGEM 1: Tempo de irrigação sem efeito. Se necessário, corrigir a umidade inicial do solo.
MENSAGEM 2: Tempo de irrigação sem efeito sobre a LBR* do dia. Para alterar, assinalar X na célula da coluna O correspondente ao dia.
MENSAGEM 3: Excesso de lâmina, pode haver risco de percolação.
MENSAGEM 4: Marcar X somente no dia em que houver indicação de irrigação.
MENSAGEM 5: Tempo de irrigação insuficiente para cobrir a necessidade da LBR* do dia.

* LBR = lâmina líquida recomendada; LBR = lâmina bruta recomendada; NC = não cancelável

DAS	data	Irigar?	LLR* (mm)	LBR* (mm)	Tempo de irrigação recomendado para a LBR* (L/m ² .h)	Tempo de irrigação implementado para a LBR* (h:min)	chuva (mm)	Reserva de água no solo antes da irrigação (NCAD)	Marcar com X se foi cancelado a irrigação do dia	Aporte de água por hectare por irrigação (m ³)	Para GOTEIAMENTO: profundidade do bulbo (cm)	Para GOTEIAMENTO: diâmetro do bulbo (cm)	Observação 2
									NC*	0,00			
TOTAL		0	0,00	0,00	0,00		0,0			0,00			

Calendário

Apêndice VII

decêndio	ETo por decêndio (mm/dia)	mês	ETo por mês (mm/dia)
1	4,29	jan	4,42
2	4,48		
3	4,49		
4	4,57	fev	4,64
5	4,76		
6	4,58		
7	4,37	mar	4,16
8	4,02		
9	4,08		
10	3,87	abr	3,71
11	3,68		
12	3,57		
13	3,28	mai	3,05
14	3,08		
15	2,78		
16	2,77	jun	2,77
17	2,77		
18	2,76		
19	2,86	jul	3,05
20	3,04		
21	3,24		
22	3,63	ago	3,93
23	3,93		
24	4,22		
25	4,41	set	4,54
26	4,7		
27	4,52		
28	4,63	out	4,63
29	4,6		
30	4,66		
31	4,49	nov	4,41
32	4,35		
33	4,38		
34	4,37	dez	4,25
35	4,19		
36	4,18		

ETo-Sete Lagoas

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
 Caixa Postal 151
 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
 Fone: (31) 3027-1100
 Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2020)



Comitê Local de Publicações
 da Unidade Responsável

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva

Elena Charlotte Landau

Membros

Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
 Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
 Maria Cristina Dias Paes

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa

Israel Alexandre Pereira Filho