

Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto

Waldir Aparecido Marouelli⁽¹⁾, Rômulo Pitangui Abdalla⁽²⁾, Nuno Rodrigo Madeira⁽¹⁾, Aureo Silva de Oliveira⁽³⁾ e Rodrigo Fernandes de Souza⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Brasília, DF. E-mail: waldir@cnph.embrapa.br, nuno@cnph.embrapa.br ⁽²⁾Faculdade da Terra de Brasília, Quadra 203, Área Especial, Lote 32, CEP 72610-300 Recanto das Emas, DF. E-mail: romulo@cnph.embrapa.br, rodrigo@cnph.embrapa.br

⁽³⁾Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Caixa Postal 28, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: aureo@ufrb.edu.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sistema de plantio direto (PD) sobre diferentes quantidades de palhada, na eficiência de uso da água e na produção de repolho. Foram utilizadas quatro quantidades de palhada de milho sobre um Latossolo Vermelho de textura argilosa (0,0, 4,5, 9,0, 13,5 Mg ha⁻¹ de matéria seca), com o sistema de plantio convencional (PC) como controle. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. O estande de plantas, a produtividade, a massa de matéria fresca, o diâmetro, a altura e a compactidade de cabeças de repolho não foram afetados significativamente pelos tratamentos. Houve uma redução de até 13% na lâmina líquida de água aplicada durante o ciclo do repolho cultivado em sistema de PD com palhada, quando comparada à utilizada em tratamentos sem palhada. Durante os primeiros 30 dias após o transplante de mudas, a economia de água chegou a 28%. O índice de produtividade da água em sistema de PD apresentou incremento linear com o aumento da quantidade de palhada utilizada, e foi até 21% maior que no sistema de PC.

Termos para indexação: *Brassica oleracea*, economia de água, irrigação, cultivo mínimo, plantio convencional.

Water use efficiency and cabbage production under no-tillage using different rates of crop residues

Abstract – The objective of this work was to assess the effect of no-tillage production system (PD) using different rates of crop residues on cabbage water use efficiency and yield. Four rates of corn crop residues (0.0, 4.5, 9.0, 13.5 Mg ha⁻¹ of dry matter) were tested in a clayed Latossolo Vermelho (Rhodic Haplustox), using the conventional tillage system (PC) as control. A completely randomized block design, with three replications was used. Cabbage stand, yield, fresh matter mass, diameter, height, and head compactness were not significantly affected by treatments. The total water depth applied along the entire crop cycle in PD treatments was up to 13% smaller than the treatments without residues. Water savings during the 30 days following transplanting reached 28%. The water productivity index increased linearly with crop residue rates under PD conditions, and was up to 21% higher than in the PC treatment.

Index terms: *Brassica oleracea*, water savings, irrigation, reduced tillage, conventional tillage.

Introdução

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) é a espécie de maior importância socioeconômica da família Brassicaceae. É uma das hortaliças mais eficientes na produção de alimentos, em face de sua alta taxa de crescimento e excelente valor nutritivo, destacando-se como fonte de vitamina C (Silva Júnior, 1989).

A produção de repolho é favorecida por condições de clima ameno, mas mesmo em regiões com esse tipo de clima, a produção é comumente realizada sob irrigação, notadamente por aspersão (Silva Júnior, 1989).

O sistema de produção de repolho tradicionalmente utilizado no Brasil é baseado no preparo de solo por meio de aração e gradagens sucessivas, muitas vezes seguidas de encanteiramento, mesmo em terrenos

declivosos. O uso de enxada rotativa e de encanteirador, apesar de proporcionar bom preparo do terreno, pode resultar em sérios problemas, como pulverização excessiva da estrutura do solo, aceleração da mineralização da matéria orgânica, espelhamento e compactação da camada abaixo da profundidade de ação das lâminas de corte, e proliferação de espécies invasoras (Prado et al., 2002; Denardin & Kochhann, 2007; Silva et al., 2009). Segundo Carvalho (2008), sistemas convencionais de produção proporcionam, a longo prazo, a degradação dos recursos naturais, e comprometem a sustentabilidade ambiental e produtiva das propriedades rurais.

Em comparação ao sistema de plantio convencional (PC), o plantio direto (PD) apresenta como principais vantagens: redução no uso de máquinas, diminuição das variações da temperatura do solo, melhoria da estrutura do solo, aumento da infiltração e da retenção de água no solo, redução das perdas de água por evaporação e por escoamento superficial, melhor desenvolvimento do sistema radicular da cultura, melhoria no controle de plantas invasoras, redução dos processos erosivos e aumento da eficiência do uso de água pelas plantas (Gilley et al., 1990; Derpsch et al., 1991).

Técnicos e produtores de brássicas no Brasil, especialmente em regiões serranas de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo, relatam que o cultivo em PC tem resultado em sérios problemas de erosão. Segundo Diver (2002) e Rogers et al. (2004), vários estudos têm demonstrado a potencialidade do uso do sistema de PD na produção de repolho e brócoli.

A maior conservação de água no solo em sistema de PD se deve à manutenção da palhada sobre a superfície do solo, que age como uma barreira, reduzindo a perda de água por evaporação (Derpsch et al., 1991). Segundo Stone & Moreira (2000), a palhada atua na primeira etapa do processo de evaporação de água do solo, pela redução da taxa de evaporação. Para Allen et al. (1998), em um cultivo com 50% de cobertura da superfície do solo por palhada, a evapotranspiração da cultura pode ser reduzida em 25%, durante o estágio inicial da cultura, e entre 5 e 10%, quando o dossel vegetativo atinge o máximo crescimento. Estudos realizados por Marouelli et al. (2006, 2008a), na região do Cerrado do Brasil Central, quantificaram redução de 10 e 19% na

necessidade de irrigação de tomateiro para processamento e de cebola, cultivados em sistema de PD, respectivamente.

Diante da carência de tecnologias específicas para o PD de hortaliças em condições irrigadas, observa-se que tanto os intervalos entre irrigações quanto as lâminas aplicadas têm sido comumente semelhantes aos utilizados em sistema de PC (Marouelli et al., 2006, 2008a). Tal prática acarreta, normalmente, aplicação excessiva de água e favorece maior incidência de doenças. Na cultura do repolho, não foram localizados estudos na área de irrigação em sistema de PD, mesmo na literatura internacional.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sistema de PD em diferentes quantidades de palhada, na eficiência de uso da água e na produção de repolho, nas condições edafoclimáticas da região do Cerrado do Brasil Central, tendo como comparativo o sistema de PC.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante os meses de junho a setembro de 2008, no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF (15°56'S, 48°8'W, altitude de 997 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido com inverno seco e verão quente. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, típico, fase cerrado e textura argilosa (Santos et al., 2006).

A percentagem volumétrica de água retida ao solo (θ) entre 0 e 40 cm de profundidade, no intervalo de potenciais mátricos (Ψ_m) de -5 a -1.500 kPa, foi ajustada à equação de van Genuchten:

$$\theta(\Psi_m) = 23,0 + 14,8 / \{1 + [(0,057 \times (-\Psi_m))^{1,743}]^{0,429}\}.$$

Os tratamentos consistiram de quatro quantidades de palhada em sistema de PD (PD_{0,0}, 0,0 Mg ha⁻¹ de matéria seca; PD_{4,5}, 4,5 Mg ha⁻¹; PD_{9,0}, 9,0 Mg ha⁻¹; e PD_{13,5}, 13,5 Mg ha⁻¹) e um tratamento controle com uso do sistema PC, sem palhada. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições.

A área onde o experimento foi instalado vem sendo conduzida em sistema de PD desde 2004, sendo que, durante a estação seca de 2007, de maio a setembro, a área foi cultivada com cebola. Após a colheita da cebola, permitiu-se a ocorrência de vegetação natural

em toda a área. Na formação de palhada para a instalação do experimento com repolho, foi semeado milho sem uso de adubação química em março de 2008, exceto nos tratamentos sem palhada. Nessas parcelas, a vegetação natural existente foi triturada e retirada manualmente, tendo-se mantido a área livre da infestação de invasoras até o plantio do repolho, pelo uso do herbicida glyphosate a $3,0 \text{ L ha}^{-1}$.

Para a obtenção das diferentes quantidades de palhada, a semeadura do milho foi feita variando-se as densidades de plantio nas parcelas. As plantas de milho foram trituradas dez dias antes do transplante do repolho ainda no estágio de enchimento de grãos. O ajuste final da quantidade de matéria seca foi realizado após amostragem e avaliação da palhada produzida, adicionando-se ou retirando-se palha das parcelas. Quando necessário, foi utilizada palha retirada da bordadura do experimento. As quantidades utilizadas de palhada nos tratamentos PD proporcionaram uma cobertura aproximada do solo, estimada por três avaliadores, de 0, 30, 60 e 90%, para cada tratamento, respectivamente. Nessa estimativa, os avaliadores utilizaram uma escala de notas de 0 (ausência de cobertura) a 10 (cobertura total).

O preparo do solo nas parcelas do tratamento PC consistiu de uma passada de grade aradora e duas de grade niveladora. Restos de palhada e de vegetação existentes nas parcelas do tratamento PD_{0,0} foram retiradas manualmente da área com o mínimo de distúrbio ao solo. Nos tratamentos PD, o herbicida dessecante glyphosate ($3,0 \text{ L ha}^{-1}$) foi aplicado antes do transplante das mudas.

A área total de cada parcela foi de $39,6 \text{ m}^2$, correspondente a dez fileiras com onze plantas cada ($6,0 \times 6,6 \text{ m}$). As covas, com 8–10 cm de diâmetro e profundidade, foram adubadas dois dias antes do transplante, com 15 g por cova da formulação NPK 04–30–16. O coveamento foi realizado manualmente no espaçamento de $0,6 \times 0,6 \text{ m}$, obtendo-se um estande de 27.777 plantas por hectare.

Utilizou-se o híbrido de repolho Astrus, por apresentar elevado potencial produtivo, uniformidade no desenvolvimento e ótima aceitação pelos consumidores. As mudas foram produzidas em bandejas com 128 células, em casa de vegetação, e levadas a campo 28 dias após a semeadura.

A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após o transplante, com 15 g por cova da formulação NPK 20–00–20. Seis aplicações foliares de molibdato

de sódio ($0,5 \text{ g L}^{-1}$) foram feitas ao longo do ciclo do repolho.

As irrigações foram realizadas utilizando-se microaspersores em espaçamentos de $2 \times 2 \text{ m}$ e intensidade de aplicação de $16,3 \text{ mm h}^{-1}$, com 100% de molhamento da área. O sistema por microaspersão, usado para reduzir o tamanho da área experimental, apresentou uniformidade de distribuição de água entre 80 e 90%, conforme as condições de vento.

O manejo de água no repolho foi realizado de forma independente para cada tratamento, sendo as irrigações realizadas sempre que o potencial matricial de água no solo, avaliado a 50% da profundidade efetiva do sistema radicular, atingia valores entre -40 e -50 kPa (Marouelli et al., 2008b). O potencial matricial de água no solo foi estimado por tensiômetros instalados em todas as parcelas experimentais, nas seguintes profundidades: 8 cm, até 25 dias após o transplante; 12 cm, dos 25 aos 50 dias após o transplante; e 17 cm, dos 50 dias até a colheita. A profundidade efetiva correspondeu a cerca de 80% das raízes, tendo sido avaliada pelo método do perfil reticulado (Atkinson & Mackie-Dawson, 1991), em trincheiras abertas perpendicularmente às fileiras de plantas. A lâmina de água aplicada em cada irrigação, determinada a partir da equação de retenção de água no solo, foi suficiente para que o solo retornasse à condição de capacidade de campo (-6 kPa) na camada correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular.

Por ocasião da colheita, realizada aos 88 dias após o transplante de mudas, foram avaliadas as seguintes variáveis: estande de plantas, taxa máxima de cobertura do solo pelas plantas, produtividade comercializável, massa de matéria fresca, diâmetro, altura e compacidade de cabeças. Para avaliação das variáveis de produção, foram colhidas sete plantas de seis fileiras centrais de cada parcela experimental ($3,6 \times 4,2 \text{ m}$).

A avaliação da taxa de cobertura do solo pelas plantas de repolho foi realizada por três avaliadores, uma semana antes da colheita, utilizando-se uma escala de notas de 0 (ausência de cobertura) a 10 (cobertura total). A compacidade do repolho foi determinada cortando-se transversalmente todas as cabeças colhidas e utilizando-se uma escala de notas de 1 (baixa compacidade) a 5 (alta compacidade). A compacidade das cabeças de repolho de cada parcela experimental foi representada pela nota média de dois avaliadores. O diâmetro, a altura e a massa média de cabeças foram obtidos

avaliando-se todas as cabeças colhidas. As cabeças não comercializáveis apresentavam massa menor que 250 g ou danos graves, causados pelo ataque de pragas ou decorrentes de podridões, rachaduras e má-formação (Vidigal et al., 2007).

O índice de produtividade da água foi determinado pela relação entre a produtividade comercializável de repolho e o volume total de água efetivamente aplicado à cultura via irrigação, por unidade de área (Jensen, 2007). A lâmina total de irrigação aplicada à cultura foi determinada com base no somatório das médias das lâminas obtidas em quatro coletores. Os coletores foram instalados na diagonal de duas das parcelas experimentais de cada tratamento, acima do dossel das plantas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, considerando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso. As variáveis afetadas pelo grau de cobertura do solo em PD foram analisadas por regressão linear pelo método de polinômios ortogonais. Para confrontar as médias do tratamento PC (controle) em relação às médias dos tratamentos PD, foi utilizado o teste t de comparação múltipla de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A precipitação pluvial durante o período do experimento foi de 19 mm, ocorrida nos quatro dias anteriores à colheita, o que seguramente não teve efeito sobre os resultados obtidos. Nos tratamentos PD, foram realizadas entre 26 e 32 irrigações ao longo do ciclo da cultura, enquanto no PC foram realizadas 32 irrigações (Tabela 1).

A lâmina total de água de irrigação aplicada durante o ciclo do repolho variou de 459 mm a 533 mm, entre os tratamentos PD, enquanto no tratamento PC foram

recebidos 526 mm (Tabela 1). Comparativamente ao PC, a economia de água nos tratamentos PD variou entre 8 e 13%, sendo que a lâmina de água aplicada no tratamento PD_{0,0} praticamente não diferiu daquela aplicada no tratamento PC. Tais resultados estão de acordo com Landers (1995) e Allen et al. (1998), que relatam redução média na demanda de água para irrigação em 15%, em sistemas PD com diferentes culturas. Diferentemente, Pereira et al. (2002) observaram economia de água aplicada de 29% em feijoeiro cultivado em sistema de PD, com 100% de cobertura do solo.

A economia de água verificada com o plantio direto do repolho também está de acordo com a observada por Marouelli et al. (2006, 2008a), em tomateiro para processamento e em cebola, nas mesmas condições edafoclimáticas. Contudo, enquanto a economia de água no repolho foi de no máximo 13%, no tomateiro e na cebola foi de 10 e 19%, respectivamente. Como as culturas foram conduzidas em condições edafoclimáticas similares, tais diferenças na economia de água podem ser atribuídas, segundo Allen et al. (1998) e Stone & Moreira (2000), a variações de arquitetura e do padrão de crescimento das plantas, que influenciam diretamente sua capacidade de cobertura do solo. Nesse sentido, como a fração de cobertura do solo pela cultura do repolho é maior que a da cebola e menor do que a do tomateiro, o efeito da palhada na minimização da evaporação na cultura do repolho foi proporcionalmente menor do que o observado em cebola e maior do que em tomateiro (Marouelli et al., 2006, 2008a).

Quando são considerados apenas os primeiros 30 dias após o transplante de mudas, observa-se uma redução de até 28% na lâmina de irrigação demandada nos tratamentos PD, em relação ao PC. Durante os últimos 30 dias do ciclo, no entanto, a economia de

Tabela 1. Número de irrigações, lâmina total de água aplicada e economia no uso de água na cultura de repolho, no sistema de plantio direto (PD) com uso de quantidades crescentes de palhada (0,0, 4,5, 9,0, 13,5 Mg ha⁻¹), em relação ao plantio convencional (PC).

Tratamento	Número de irrigações	Primeiros 30 dias		Últimos 30 dias		Todo o ciclo (88 dias)	
		Lâmina (mm)	Economia (%)	Lâmina (mm)	Economia (%)	Lâmina (mm)	Economia (%)
PD _{0,0}	32	125	1	242	-2	533	-1
PD _{4,5}	28	111	12	231	3	482	8
PD _{9,0}	26	100	21	221	7	468	11
PD _{13,5}	26	92	28	221	7	459	13
PC	32	127	-	238	-	526	-

água foi menor, no máximo de 7% (Tabela 1). A maior economia de água dos tratamentos PD sobre a palhada, durante o estágio inicial do cultivo, deveu-se à pequena fração de cobertura do solo pelas plantas de repolho e ao fato de a evaporação representar nesta fase, a maior parte da evapotranspiração. Já no final do ciclo da cultura, as plantas cobrem maior fração do solo e a transpiração passa a ser predominante, o que reduz a economia de água pelo uso de palhada (Derpsch et al., 1991; Stone & Moreira, 2000).

A lâmina de água aplicada no tratamento PD_{0,0} praticamente não diferiu da aplicada no tratamento PC, tanto durante os primeiros 30 dias quanto durante os últimos 30 dias do ciclo do repolho (Tabela 1). A semelhança na demanda de água para a irrigação do repolho nesses tratamentos, fato também relatado por Marouelli et al. (2008a) na cultura de cebola, indica que a cobertura do solo pela palhada é o fator principal para a economia de água no sistema de PD, e que o não revolvimento do solo, apesar de propiciar maiores valores de microporosidade e capilaridade (Melo Filho & Silva, 1993; Stone & Moreira, 2000), tem, proporcionalmente, efeito reduzido sobre a perda de água por evaporação.

A taxa máxima de cobertura do solo pelas plantas de repolho (média de 84%) não foi afetada significativamente pelos tratamentos. Este resultado indica que a maior economia de água nos tratamentos com mais palhada deveu-se exclusivamente ao efeito da palhada na redução da evaporação do solo (Stone & Moreira, 2000).

A colheita de todas as parcelas experimentais foi realizada aos 88 dias após o transplante de mudas, não tendo havido, portanto, efeito dos tratamentos sobre o ciclo do repolho. Marouelli et al. (2006, 2008a) também não observaram efeito dos sistemas de PC e PD e de diferentes níveis de palhada sobre o ciclo do tomateiro e da cebola.

O estande final de plantas, com média de 2,7 plantas m⁻², e as médias de produtividade (76,3 Mg ha⁻¹), massa de matéria fresca (2,71 kg), diâmetro (22,4 cm), altura (17,6 cm) e compactidade de cabeças de repolho (3,8) não foram afetados significativamente pelos tratamentos PD e PC. A ocorrência de cabeças não comercializáveis também não foi influenciada pelos tratamentos, tendo sido inferior a 1%.

Similarmente ao observado neste trabalho, Moura et al. (2006) também não verificaram variação da

produtividade de repolho irrigado por aspersão, quando cultivado com e sem cobertura do solo por palhada. Produtores de repolho que têm avaliado o sistema de plantio direto no Brasil, por outro lado, muitas vezes têm observado redução de produtividade. Todavia, o manejo de irrigação adotado por eles no sistema de PD na palhada é geralmente igual ao utilizado no sistema de PC sem palhada, estratégia que pode proporcionar condições de excesso de água no sistema de PD, com consequente efeito negativo sobre a produção. Produtores que irrigam suas lavouras no sistema de PC de forma deficitária, geralmente alcançam incrementos de produtividade no sistema de PD quando utilizam a mesma estratégia de manejo. Respostas variáveis de produtividade entre ambos os sistemas também são relacionadas por Rogers et al. (2004).

Uma das principais razões para não se ter observado diferenças significativas nas variáveis de produção de repolho no presente estudo deve-se, em grande parte, ao fato de o manejo da irrigação ter sido realizado individualmente para cada tratamento, com as irrigações sendo realizadas no momento oportuno (potencial matricial de água no solo entre -40 e -50 kPa), e com a quantidade suficiente de água para suprir as necessidades hídricas das plantas, sem excessos ou déficits.

O índice de produtividade da água (iPA) foi afetado significativamente pelos tratamentos avaliados. Pelo teste de Dunnett, o iPA no tratamento PC (14,6 kg m⁻³) não diferiu dos observados nos tratamentos PD_{0,0} e PD_{4,5}, mas foi estatisticamente menor que nos demais tratamentos PD. O iPA nos tratamentos PD aumentou

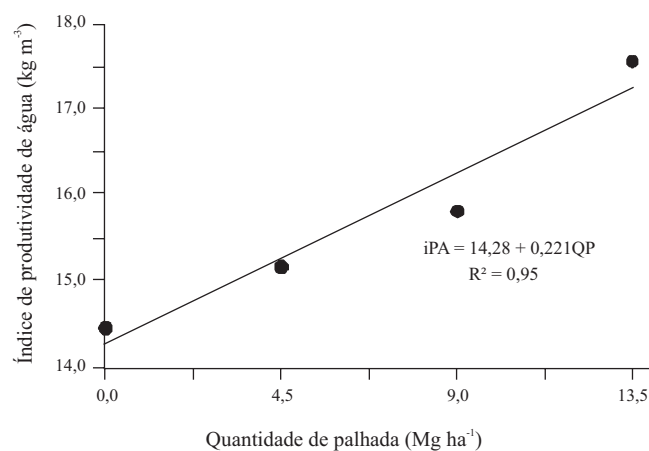


Figura 1. Índice de produtividade da água (iPA) para a cultura de repolho, conforme a quantidade de palhada (QP) utilizada em sistema de plantio direto.

linearmente com o aumento do nível de palhada, tendo variado de 14,5 a 17,6 kg m⁻³ (Figura 1).

O cultivo de repolho em sistema de PD com níveis de palhada entre 4,5 e 13,5 Mg ha⁻¹ possibilitou, respectivamente, aumentos de 4 e 21% no iPA, em relação ao cultivado em sistema de PC. Esses resultados estão de acordo com os observados por Stone & Moreira (2000) e Marouelli et al. (2006, 2008a), que relataram que o sistema de PD na palhada não acarreta redução no rendimento das culturas mas reduz as perdas de água por evaporação.

Portanto, a cobertura do solo pela palhada, no sistema de PD, possibilitou redução efetiva na demanda de irrigação pela cultura do repolho, mantendo-se elevados níveis de produtividade e com considerável aumento no índice de produtividade de água. Por essa razão, além de outros benefícios que o sistema de PD proporciona, como a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, a redução dos processos erosivos, a diminuição do uso de máquinas e a redução do custo de produção (Derpsch et al., 1991; Carvalho, 2008), deve-se privilegiar o sistema de PD na palhada no cultivo do repolho.

Conclusões

1. O sistema de preparo do solo não tem efeito sobre as perdas de água por evaporação, e a cobertura do solo pela palhada é o fator principal para a economia de água.

2. A economia relativa de água pelo uso de quantidades crescentes de palhada está diretamente relacionada à cobertura do solo exercida pelas plantas de repolho, sendo maior em condições de baixa cobertura.

3. Os sistemas de preparo do solo e as quantidades utilizadas de palhada não têm efeito sobre a produtividade, o tamanho e a qualidade de cabeças de repolho.

4. O índice de produtividade da água aumenta linearmente, com a quantidade utilizada de palhada.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro parcial na realização do trabalho.

Referências

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water**

requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ATKINSON, D.; MACKIE-DAWSON, L.A. Root growth: methods of measurement. In: SMITH, K.A.; MULLINS, C.E. (Ed.). **Soil analysis**. New York: Marcel Dekker, 1991. p.447-509.

CARVALHO, A.M. Plantio direto e plantas de cobertura em agrossistemas do Cerrado. In: PARRON, L.M.; AGUIAR, E.M. de S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA FILHO, E.C.; CAMARGO, A.J.A.; AQUINO, F. de G. **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.229-262.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. **Revista Plantio Direto**, v.16, p.16-21, 2007.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R.; BLANKEN, J. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991. 272p. (Sonderpublikation der GTZ, 245).

DIVER, S. **No-till vegetable production: non-chemical methods of cover crop suppression and weed control**. Fayetteville: Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2002. 24p. Disponível em: <attra.ncat.org/downloads/notill_veg.doc>. Acesso em: 13 mai. 2010a.

GILLEY, J.R.; HACKBART, C.A.; STETSON, L.E.; FEYEN, J. Energy management. In: HOFFMAN, G.J.; HOWELL, T.A.; SOLOMON, K.H. (Ed.). **Management of farm irrigation systems**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1990. p.719-746.

JENSEN, M.E. Sustainable and productive irrigated agriculture. 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: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2007. p.33-56.

LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. 2.ed. Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1995. 261p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da; ABDALLA, R.P.; MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, V.R. Water use of onion under no-tillage planting system for different rates of cover crop residue as compared to conventional system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 2008, Iguassu Falls. **Proceedings**. Iguassu Falls: CIGR: SBEA: ASABE, 2008a.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da; MADEIRA, N.R. Uso de água e produção de tomateiro para processamento em sistema de plantio direto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1399-1404, 2006.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L. de C. e; SILVA, H.R. da. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2008b. 150p.

- MELO FILHO, J.F.; SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.291-297, 1993.
- MOURA, E.G. de; REZENDE, K.D.A.; ARAUJO, J.C.; CASTRO, M.F. Efeito de métodos de irrigação e do uso de cobertura vegetal sobre o cultivo de repolho em São Luís-MA. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.410-413, 2006.
- PEREIRA, A.L.; MOREIRA, J.A.A.; KLAR, A.E. Efeitos de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**, v.7, p.42-52, 2002.
- PRADO, R. de M.; ROQUE, C.G.; SOUZA, Z.M. de. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1795-1801, 2002.
- ROGERS, G.S.; LITTLE, S.A.; SILCOCK, S.J.; WILLIAMS, L.F. No-till vegetable production using organic mulches. **Acta Horticulturae**, n.638, p.215-222, 2004.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SILVA JÚNIOR, A.A. **Repolho**: fisiologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1989. 295p.
- SILVA, A.C. da; HIRATA, E.K.; MONQUERO, P.A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.22-28, 2009.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.835-841, 2000.
- VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G.; PEDROSA, M.W. Repolho. In: PAULA JÚNIOR, T.J. de; VENZON, M. (Ed). **101 Culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.655-674.

Recebido em 29 de abril de 2009 e aprovado em 19 de março de 2010