



DEMANDA HÍDRICA DAS CULTURAS DE INTERESSE AGRÔNOMICO

Ivan Ricardo Carvalho¹, Cleiton Korcelski², Guilherme Pelissari³, Airton Dalmir Hanus⁴, Genesio Mario da Rosa⁵

¹Graduando, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil
carvalho.irc@gmail.com

²Graduando, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

³Graduando, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

⁴Graduando, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

⁵Docente Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

Objetivo deste estudo foi expor as necessidades hídricas das principais culturas de interesse agrônomo para o Brasil, relacionar fatores de importância para o desenvolvimento das plantas, evidenciar a importância da água para as culturas. Na cultura do milho (*Zea mays* L.) a demanda hídrica fica em torno de 500 a 800 mm de água. Arroz (*Oryza sativa* L.) varia de 450 a 700 mm durante todo ciclo. A soja (*Glycine max* L.) depende da demanda hídrica entre 450 a 850 mm. Feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) requer cerca de 100 mm mensais. O café (*Coffea arabica* L.) expressa demanda hídrica de 800 a 1200 mm por ciclo de produção. O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) requer em seu ciclo teores entre 450 a 700 mm. A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com demanda hídrica em torno de 1000 e 2000 mm por ciclo de produção.

PALAVRAS-CHAVE: crescimento de planta, rendimento final, ambiente, água.

WATER DEMAND OF CROP AGRONOMIC INTEREST

ABSTRACT

Aim of this study is to expose the water requirements of major crops of agronomic interest to Brazil, relating factors of importance for plant development, highlighting the importance of water for crops. Maize (*Zea mays* L.) to water demand is around 500-800 mm of water. Rice (*Oryza sativa* L.) ranges from 450 to 700 mm during the entire cycle. Soybean (*Glycine max* L.) depends on water demand between 450 and 850 mm. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) requires about 100 mm per month. Coffee (*Coffea arabica* L.) expressed water demand of 800 will be 1200 mm per production cycle. Cotton (*Gossypium hirsutum*) requires in its cycle levels between 450 and 700 mm. The sugar cane (*Saccharum officinarum*) water demand is around 1000 and 2000 mm per production cycle.

KEYWORDS: plant growth, final yield, environment, water.

INTRODUÇÃO

No momento de implantar determinada cultura, o produtor deve compreender a necessidade hídrica, para quantificar o volume de água necessário durante o seu

ciclo de desenvolvimento. Para tal, determinar os períodos em que a cultura encontra-se susceptível a falta de água é em última análise para reduzir perdas de rendimento.

A evapotranspiração e o coeficiente de cultura (K_c) são de grande valia para determinar a demanda hídrica. Essas variáveis estabelecem o momento, e a quantidade de água para a cultura (ANTUNES, 2000; NETO et al., 2001). A evapotranspiração é diretamente influenciada pelas condições climáticas do local, varia com a velocidade dos ventos, intensidade da radiação solar, temperatura do ar (TEIXEIRA & LIMA FILHO, 2004). Umidade relativa, condições de desenvolvimento de cada cultivar, tipo de solo, fertilidade, época de semeadura e práticas culturais adotadas (SILVA, 2004; OLIVEIRA et al., 2007). Coeficiente de cultura (K_c) tende a ser baixo no estabelecimento da cultura, aumenta com o desenvolvimento das plantas, posteriormente estabiliza (OLIVEIRA et al., 2007).

O coeficiente de cultura expressa numericamente à relação entre a evapotranspiração potencial e de referência, este coeficiente é denominado para cada período de desenvolvimento das culturas (SOUSA et al., 2011). Para o autor, através de experimento realizado, o coeficiente de cultura (K_c) demonstra crescimento gradual até o período reprodutivo, posteriormente ocorre à redução da demanda hídrica pelas plantas.

Outra ferramenta para o planejamento de irrigação é o balanço hídrico, caráter de importância para a cultura, depende diretamente da evapotranspiração. Esse parâmetro consiste em apresentar condições hídricas nas diferentes fases do desenvolvimento da planta (GOMES et al., 2008; SILVA, 2008), sendo possível evidenciar a quantidade de água consumida pela cultura e determinar a necessidade de irrigação essencial, no momento exato (LIBARDI, 2000; REICHARDT & TIM, 2004).

Para BRANDÃO (2011), adequado manejo na demanda hídrica é fundamental a compreensão dinâmica da evapotranspiração real (E_{Tr}), em sequeiro ou irrigado. ARAÚJO et al., (2006) afirma que o conhecimento da E_{Tm} (evapotranspiração máxima) é relevante para determinar a necessidade hídrica da cultura, quando existe água em condições adequadas para a planta crescer, desenvolver sem restrições, com teores evaporativos em crescimento e condições ótimas de cultivo. O manejo de irrigação é ferramenta imprescindível para atender as necessidades da cultura, evitar excessos ou a escassez de água. Vários métodos permitem realizar práticas de irrigação, baseados no solo e oriundos de extrações de dados climáticas, permite realizar a combinação dos dois métodos. Por base temos a quantidade de água ser aplicada (GOMES, 2005). Segundo HARMANTO et al., (2005) estudos realizados com propósito de verificar o consumo de água da cultura em sistema de estufa, resultam na economia de água, cerca de 20% a 25%, em comparação ao cultivo realizado em ambiente aberto.

Água absorvida do solo pela cultura em estudo, relaciona-se com a (E_{Tm}), determina-se a água presente no solo e possíveis problemas com estresse hídrico sofrido pela cultura. A (E_{Tr}) é semelhante a (E_{Tm}) onde a água disponível no solo apresenta quantidades suficientes para atender as necessidades da cultura. A quantificação da (E_{Tr}) pode ser realizada para intervalos entre irrigações ou chuvas com intensidade considerável (ARAÚJO et al., 2006).

Na irrigação segundo SOARES (2010) é importante avaliar o sistema planta-solo-atmosfera para obter panorama da situação, tomada de decisão correta de quanto e quando irrigar. SOUSA et al., (2001), realizou estudos sobre o consumo de água, afirmam que a cultura depende da evapotranspiração, principalmente da

quantidade de água armazenada no solo. Para as condições de sazonalidade de chuvas na região, água armazenada no solo, torna-se fonte hídrica em meses sem pluviosidades.

O uso de água para irrigação busca alta produtividade, gerar maior qualidade aos produtos, reduzir perdas causadas por deficiência hídrica. COUTO (2003) constata que a produtividade agrícola encontra-se 2,4 vezes maior em relação à agricultura de sequeiro, no Brasil a agricultura irrigada utiliza três milhões de hectares, distribuídos em todo território brasileiro. Na agricultura o máximo retorno econômico é meta principal, irrigação de forma inadequada aumenta os custos de produção, causa desequilíbrio na relação custo-benefício da área irrigada (CARLESSO et al., 2000).

O objetivo deste estudo é elucidar nesta revisão bibliográfica as necessidades hídricas das principais culturas de interesse agrônomo para o Brasil, relacionar com fatores de importância para o desenvolvimento de culturas como: milho, arroz, soja, feijão, café, algodão e cana-de-açúcar, estas consideradas commodities agrícolas de grande evidência.

CULTURAS DE INTERESSE AGRONÔMICO

MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea originária da América Central, enquadra-se como cereal de amplo espectro para utilização na alimentação humana e animal como fonte energética. A produção brasileira tem ao longo dos anos alcançado aumentos gradativos na produção devido a parâmetros como: acréscimos em área semeada, tecnologias de produção e condições edafoclimáticas favoráveis (CONAB, 2012). Por outro lado, o Brasil possui grande extensão territorial, com variabilidade climática, períodos de déficit hídrico em algumas estações do ano.

O milho expressa alta sensibilidade a estiagens, logo a ocorrência de períodos com redução do aporte hídrico às plantas em períodos críticos do desenvolvimento da cultura, florescimento à maturação fisiológica, pode ocasionar redução direta no rendimento final (BERGAMASCHI, et al., 2004). Causando por exemplo, segundo BERGAMASCHI et al., (2006), a redução do número de grãos por espiga, este comportamento acarreta em redução gradual do rendimento final de grãos. A deficiência hídrica antecedendo a emissão das anteras pode resultar em redução de 50% no rendimento de grãos e em pleno florescimento ocasiona queda de 20% a 50% em período de 2 a 8 dias, respectivamente (PEGORARE et al., 2009).

Maiores efeitos sobre o rendimento da cultura são evidenciados nas fases de polinização, formação do zigoto e enchimento de grãos, o estresse hídrico neste período é mais danoso à cultura, pois as plantas apresentam elevada transpiração decorrente da máxima expansão da área foliar que ocorre nesse período (BERGAMASCHI et al., 2006).

Fisiologicamente a cultura expressa rotas metabólicas tipo C₄, sendo altamente dependente da arquitetura e expansão foliar, com capacidade de maximizar a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, estes parâmetros em equilíbrio proporcionam a cultura grande rendimento final de grãos, o sucesso deste processo só é possível na ausência de deficiência hídrica (BERGAMASCHI et al., 2004).

A cultura necessita para obter rendimento máximo aproximadamente 650 mm de água (BERGAMASCHI et al., 2001) durante seu ciclo pode variar de 110 a 140 dias em híbridos com ciclo médio. Durante o florescimento a cultura demanda cerca

de 7 mm diários de água disponível no solo para as condições do estado do Rio Grande do Sul (BERGAMASCHI et al., 2001). ALBUQUERQUE (2010) afirma que no território brasileiro a exigência hídrica do milho pode variar de 380 a 550 mm, depende das condições climáticas. O autor ainda comenta sobre o período crítico compreender o embonecamento: em caso de ocorrência de estresse hídrico antes dessa fase pode ser observado reduções de rendimento de 20 a 30%, durante o embonecamento ocorre reduções de 40 a 50% e após ocorre reduções de 10 a 20%.

A ocorrência de estresse desempenha diferentes respostas produtivas, em relação à época de semeadura e intensidade do déficit hídrico, tendem a interferir nos processos de síntese protéica, redução no vigor e altura de plantas, redução na fertilidade do pólen, problemas no sincronismo do florescimento (BERGAMASCHI et al., 2004). ALBUQUERQUE (2010) realizou trabalhos sobre o Coeficiente de Cultura (Kc) do milho e cita que os principais fatores que influenciam são: características do híbrido, época de semeadura, estágio de desenvolvimento da cultura e condições gerais de clima. ALLEN et. al., (1998) em estudo de abrangência mundial sobre o (Kc) do milho, observou quatro fases de seu desenvolvimento em relação ao seu (Kc). O autor cita que o ciclo cultura do milho pode variar de 110 a 180 dias, divididos em quatro fases com diferentes coeficientes de cultura.

Não somente o estresse hídrico pode causar danos à cultura. MAGALHÃES (2006) observou durante estádios iniciais até V5 onde o ponto de crescimento está abaixo da superfície do solo, que alta umidade pode causar morte das plantas, no início da fase reprodutiva o excesso de água inviabiliza os grãos de pólen do milho.

ARROZ

O arroz tem origem na região do Himalaia, todos os materiais cultivados atualmente tanto irrigado como sequeiro caracterizam se como (*Oryza sativa* L.) A área semeada no Brasil compreende cerca de 2,4 milhões de hectares, rendimento superior a 11,3 milhões de toneladas na safra 2012/2013 (CONAB, 2013). Esta cultura é empregada em muitas regiões do país onde seu cultivo é dividido em terras baixas (irrigadas) e altas (sequeiro). O arroz enquadra-se como espécie com grandes necessidades hídricas por unidade de fitomassa produzida (ALONÇO et al., 2005).

Em terras baixas o cultivo ocorre através de lâmina de água permanente, geralmente em solos de várzeas com condições que o solo se encontra em Capacidade de campo com lâmina de água de aproximadamente 15 cm de altura, abaixo disso as dificuldades se tornariam maiores devido aos problemas em sistematizar o solo, ou seja, nivelá-lo de modo a minimizar os efeitos do desnível (EMBRAPA, 2005). No entanto, excesso de água na lavoura em estádios iniciais pode causar redução nas percentagens de germinação, afogamento de plântulas e aborto de afilhos (STONE, 2004). Em terras altas, compreende a maior parte da orizicultura brasileira, plantas em sequeiro é comum ocorrência de estiagem, proporciona grande evapotranspiração entre o ambiente de cultivo e a planta, deste modo é de fundamental importância o uso de irrigação pelos orizicultores a fim de garantir a produção e sustentabilidade da cadeia produtiva do arroz em todas as regiões.

O arroz é altamente dependente da oferta de água durante praticamente todo ciclo, maiores demandas são observadas no período reprodutivo da cultura, sendo considerado período crítico, compreende cerca de 55% de toda oferta de água à cultura (MEDEIROS et al., 2005). A grande demanda hídrica no período reprodutivo

ocorre devido à diferenciação dos tecidos vegetativos em estruturas reprodutivas, emissões de panículas são correlacionadas pelo estresse hídrico, onde períodos superiores à cinco dias acarretam em redução de mais de 70% no rendimento final, fato este provocado pelo decréscimo do número grãos por panícula (HERNANDEZ, 2003). O arroz de terras altas possui demanda hídrica entre 450 a 700 mm durante todo ciclo, comportamento dependente do material e do solo a ser utilizado para o cultivo (RODRIGUES et al., 2004).

A escolha de cultivares estáveis e adaptadas às condições edafoclimáticas proporcionam incrementos no rendimento da cultura. As cultivares de arroz apresentam diferenças na eficiência e demanda hídrica, sendo distintos na resposta fisiológica a estresses abióticos e o melhoramento genético visa desenvolver materiais mais tolerantes ao déficit hídrico, portanto é de suma importância conhecer a fisiologia e as respostas destes materiais ao ambiente (MACHADO, 1996).

A falta de água causa vários distúrbios fisiológicos às plantas, estes efeitos são evidenciados diretamente no rendimento final, essa deficiência hídrica afeta trocas gasosas das plantas com o ambiente, alteram o comportamento na concentração de CO₂, vapor de água, época de ocorrência desse estresse incide sobre a produção de fitomassa pelas plantas, o que influenciará economicamente a atividade (MACHADO, 1996). A interação planta e atmosfera promove fluxo de gases, processo é amplamente influenciável pelas condições ambientais, onde as relações células do mesófilo e estômatos tendem a regular a transpiração da planta controla a perda de água para a atmosfera, processo importante em condições de baixa demanda de água a cultura (BATISTA, 2011). Este parâmetro é compreendido como processo de regulação da planta com as condições externas do ambiente (MELLO et. al., 2007).

Estudos indicam que a radiação fotossinteticamente ativa, disponibilidade de água no solo e umidade relativa do ar são responsáveis pelo mecanismo de regulação estomática, portanto as variações ambientais estão diretamente ligadas à perda de água pelas plantas, o aumento deste caráter acarreta em acréscimos na demanda hídrica a cultura (MACHADO, 1994).

Efeitos notáveis na redução do desenvolvimento das plantas em déficit hídrico são atribuídos também ao solo, à elevada compactação da camada superficial influência no menor crescimento e desenvolvimento das raízes, compactação reflete no aumento da densidade do solo, tende a reduzir sua porosidade, conseqüentemente o armazenamento de água. É de suma importância à descompactação destas áreas a fim de minimizar os efeitos no período seco (GUIMARÃES, 2001). A demanda hídrica do arroz é influenciada pelo acréscimo de fertilizantes, efeitos são observados com adição de nitrogênio, onde o aumento deste componente promove rápido crescimento das plantas e expansão foliar, este fato implica em maior necessidade hídrica neste período de desenvolvimento (FARINELLI et al., 2004).

O coeficiente de cultura para o arroz pode variar durante seu ciclo (STONE et al., 2006). O desenvolvimento do arroz de terras altas pode ser dividido em quatro períodos: na emergência até o afilhamento o (Kc) se localiza em torno de 0,58. Do afilhamento até a emissão da panícula o (Kc) aumenta para 0,72. Da emissão da panícula até grão pastoso o (Kc) observado é de 1,34 e para a fase final grão pastoso á maturação fisiológica (Kc) diminui para 0,67.

SOJA

A cultura da soja botanicamente enquadra-se como família Fabaceae,

subfamília Faboideae, espécie (*Glycine max* L.), nativa da Ásia. Originária da China, de latitudes de 30° a 45° N, nas regiões norte e central (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). O Brasil cultiva aproximadamente 27,3 milhões de hectares, perspectivas de colheita em torno de 81,3 milhões de toneladas desta oleaginosa. Este índice em 2006 proporcionou liderança no cultivo do país (CONAB, 2013). Segundo, SEDIYAMA (2009) planta com extrema importância mundial, alto teor de proteína (40%) e óleo (20%), utilizados para várias finalidades, como: alimentação humana, desinfetantes, produção de biodiesel, produção de feno, forragem, pastagem e produção de farelo tanto para a alimentação humana quanto para animal.

O rendimento de grãos está associado à variabilidade de fatores como a ocorrência de déficits hídricos e a relação da água no solo. Altos investimentos são aplicados em lavouras de grandes culturas, retrata importância da demanda hídrica para o desenvolvimento completo e eficiente das plantas, principalmente em períodos de estiagem ou veranicos que prejudicam o desenvolvimento das plantas em períodos críticos de maior necessidade hídrica, como floração a maturação fisiológica de grãos corresponde a 7,5 mm/dia (KUSS, 2006). A irrigação suplementar nesta condição edafoclimática é recomendada.

A obtenção de produtividade considerável na cultura da soja durante o ciclo depende da demanda hídrica entre 450 a 850 mm, levando em consideração as variações do clima durante o crescimento da cultura (FRANKE, 2000). A necessidade anual de irrigação varia de 224,2 e 396,9 mm em 80% do tempo com irrigação por aspersão, irrigação por sulco a necessidade anual seria entre 285,3 e 505,0 mm. O manejo de irrigação deve buscar ausência de onerosidade de energia (PEREIRA et al., 2005).

Segundo MICHELON (2005), aumento do uso da irrigação por aspersão ocorre gradualmente nos últimos anos, áreas irrigadas através de pivô central almejam aproximadamente 35 a 40 mil hectares. O uso de modernização e planejamento da agricultura é fundamental. Períodos com déficits hídricos em estádios críticos para soja provocam distúrbios fisiológicos às plantas, queda prematura de folhas e flores, aborto de legumes, enrolamento de folhas e fechamento estomático, estes parâmetros implicam em redução do rendimento de grãos na cultura (EMBRAPA, 1999). Para a cultura da soja, o excesso hídrico causa prejuízos. THEISEN et al. (2009), afirmam que o excesso de água expressa menor viabilidade das sementes, prejudica as plantas e favorece a maior intensidade de doenças. Afirmção semelhante realizada por CASAGRANDE et al. (2001), que observaram que o excesso hídrico pode causar diminuição no *stand* de plantas.

Com o avanço de tecnologias o produtor junto a órgãos de orientação bem como cooperativas (EMATER e EMBRAPA), empresas particulares e demais órgãos, evidenciam expectativas de precipitação para o cultivo da soja com antecedência, fazem uso de manejos eficazes durante os períodos chuvosos ou com menores índices pluviométricos, com isso cultivares com ciclos diferentes são utilizadas para escape destes períodos, ciclos como: precoces, semi-precoces, médias, semi-tardias e tardias (EMBRAPA, 2007). Fator a ser considerado é a época de semeadura, deve ser realizada em condições ideais para o alcance de altos rendimentos de grãos.

Com semeaduras tardias originam estresses em estádios vegetativos e reprodutivos, resultam em redução de produção (NETO, 2010). Segundo KUSS (2006) dentre todos os fatores que influenciam o rendimento da soja, os principais são: irrigação e cultivar. Estes fatores influenciam a interação água-cultura de modo a interferir nas relações de transpiração, evapotranspiração e ciclo. MARTORANO

(2007) objetivou identificar os coeficientes de cultura para soja. Na fase inicial da cultura ou período vegetativo, evidenciou que o (Kc) varia de 0,5 a 0,9. Durante a fase inicial reprodutiva o (Kc) aumenta para 1,13 se mantém estável até R4. Após observa-se que o (Kc) diminui proximamente a valores de 0,68 no estágio reprodutivo R8.

FEIJÃO

Originário da América do Sul, México e Guatemala, o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) principais alimentos disponíveis à população brasileira, especialmente de baixa renda. Na maioria das regiões produtoras ocorre predominância do cultivo dessa cultura por pequenos produtores, principalmente agricultura familiar, uso reduzido de insumos e baixas produções. No Brasil a produção em torno de 2,2 milhões de toneladas, com produtividade média de 910 Kg.ha⁻¹, em sistema irrigado o rendimento gira em torno de 3000 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2013).

Grande importância na alimentação humana, grãos utilizados como componente para rações, enquanto os restos pós-colheita são importantes para melhoria das condições físicas do solo. Considerado cultura altamente exigente em sua nutrição. No período normal de cultivo, a semeadura deve ser realizada entre agosto a outubro, em safrinha a semeadura enquadra-se entre janeiro a fevereiro, ambos para a Região Sul, geralmente após o cultivo de milho ou fumo (BACK, 2001).

Exigente por clima tropical de temperatura média de 25°C (18° a 30°) chuvas mensais de 100 mm de forma distribuída. O feijão é sensível ao estresse hídrico, com reduzida capacidade de recuperação, sistema radicular pouco desenvolvido (BACK, 2001). Ainda FIGUEIREDO et al. (2007), discute que baixos rendimentos do feijão no Brasil são devidos à utilização de tecnologias inadequadas e uso de processos rudimentares. Excesso de água no solo devido à irrigação mal planejada pode resultar em prejuízos para a cultura, cultura sensível ao excesso hídrico, principalmente na fase de florescimento ao enchimento de grãos, sensível à má aeração do solo. Ainda prejudica diretamente a germinação e limita o desenvolvimento das raízes, favorece a incidência de doenças radiculares e reduz a sobrevivência de plântulas.

Da emergência a floração considera-se período crítico da cultura ao déficit hídrico (BACK, 2001). Os efeitos prejudiciais à planta pela deficiência de água são observados na floração, ocorre queda de flores e reduz o número de legumes por planta, trabalhos demonstram que os déficits hídricos por período de 14, 17 e 20 dias, reduzem o rendimento em 20, 38 e 52%, respectivamente (BACK, 2001). Para o uso de irrigação na agricultura, práticas conservacionistas agrícolas devem ser consideradas para economizar recursos hídricos e aperfeiçoar a eficiência de seu uso (ARAÚJO, 2009). Assim o uso da água está interligado ao manejo do solo, evapotranspiração, modificam a energia disponível e água no perfil do solo, troca de vapor entre solo e a atmosfera (HATFIELD et al., 2001).

As irrigações por aspersão em sistemas autopropelido e pivô central são mais utilizadas para o feijoeiro (SILVEIRA & STONE, 2003). O sistema pivô central é apropriado para irrigar áreas individuais maiores, utilizado em terras altas na região dos Cerrados. Diante todas as informações relacionadas e discutidas, visam à importância econômica e social da cultura do feijão para o Brasil, realizam-se estudos com aplicações de técnicas, com intuito de aperfeiçoar, planejar mudanças técnicas e econômicas da irrigação. ALBUQUERQUE et. al., (2004) determinou o coeficiente de cultura para feijoeiro. O desenvolvimento foi dividido em inicial

(vegetativo, médio (florescimento) e final. O (Kc) encontrado para o período vegetativo foi de 0,83. Para o período de florescimento o (Kc) encontrado próximo a 1,14 e o (Kc) final de 0,34.

CAFÉ

O café (*Coffea arabica* L.) cultivado em distintas regiões do Brasil sofre altas variações climáticas entre as mesmas (MELO FILHO et al., 2004). Apresenta avanço de novas áreas em condições adequadas de clima, ganhos de produção tanto quantitativa como qualitativamente (SOUSA et. al., 2001). Destacam-se as regiões: Mogiana Paulista (Nordeste de São Paulo), Sul de Minas, Cerrado de Minas, Matas de Minas, Bahia, Paraná, Espírito Santo e Rondônia (MARQUES, 2004). A cultura apresenta problemas de baixa disponibilidade de água em alguns meses do ano (SOUSA et. al., 2001). Com isso Brunini e Angelocci (1997) afirmam que para estabelecer critérios apropriados para o correto manejo de água fornecida á cultura, considera-se o sistema planta-solo-atmosfera. As ocorrências de variações na disponibilidade hídrica acarretam na redução da qualidade do produto final (ARRUDA ET al., 2000). Em casos de estresse hídrico prolongado observam-se danos à floração, reduz o desenvolvimento de grãos, causa danos aos frutos e morte das plantas (DAMATTA & RAMALHO, 2006). Como em outras culturas observadas, o estresse hídrico afeta principalmente a fase reprodutiva da cultura, ocorre à máxima floração e após a maturação, necessitando grande demanda hídrica. Em casos de excesso hídrico KOZLOWSKI (1997) comenta a redução de energia pela respiração anaeróbica realizada pelas raízes da cultura, devido á condição da redução dos níveis de oxigênio do solo. O autor também cita menores absorções de nutrientes e baixo transporte de íons. Então, LIÃO & LIN (2001) afirmam que devido á essas condições, a planta reduz sua fotossíntese e minimiza seus rendimentos.

SOUSA et al. (2001) afirma que o consumo de água esta relacionado com a evapotranspiração da região, água disponível no solo (CAD) e capacidade da planta em resistir a transpiração. Efeitos da baixa disponibilidade hídrica são variáveis, dependem do estágio fenológico da planta, duração e intensidade, para o café o estresse hídrico acarreta em grandes perdas de produção, sendo crítico á cultura (MELO FILHO et al., 2004; SILVA, 2007).

Estudos realizados por SATO et al. (2007), observaram que o coeficiente de cultura para o café encontra-se entre 0,5 e 1,1 no período de abril á setembro, os mesmos não distinguiram fases de desenvolvimento para esse autor. SANTINATO et al. (1996) determinou o coeficiente de cultura para as diversas fases de desenvolvimento do café, apontam que a fase inicial possui coeficiente de 0,6 a 0,9 enquanto na fase entre 12-36 meses esse coeficiente aumenta, em torno de 0,8 e 1,1 acima de 36 meses o coeficiente chega a 1,0 a 1,3. Fator de importância para determinar a demanda hídrica do café depende do sistema radicular explorar o solo em diversos extratos nos seus diferentes estádios de desenvolvimento, influência nas mudanças da CAD durante o desenvolvimento da planta (PEREIRA, 2005).

A capacidade da planta em resistir á perda de água pelas folhas permanecendo túrgida é conhecida como resistência estomática (NOGUEIRA et al., 2001). OLIVEIRA et al. (2007) afirma que a densidade estomática está relacionada com a intensidade de radiação solar. MORAIS et al. (2003) constatam que plantas de café apresentaram menores números de estômatos quando sombreadas. Devido principalmente á redução da taxa fotossintética e perda de água. De acordo com

BERNARDO (2002) para o café a demanda hídrica em condições normais de desenvolvimento e sem ocorrência de perdas de produtividade, encontra-se em torno de 800 á 1200 mm/ciclo de produção.

ALGODÃO

Busca-se adequar cada demanda hídrica a fim de atingir ao máximo os níveis produtivos dentro de cada sistema. Neste sentido, o algodoeiro apresenta diferentes necessidades hídricas em relação aos estádios fenológicos, observa-se necessidade reduzida nos estádios iniciais e máxima demanda no período da floração.

Desta forma ARAÚJO et. al. (2006), relatam consumo hídrico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) através de lisímetros ou evapotranspirômetros, sendo utilizadas metodologias, como: lâmina de água, balanço hídrico, coeficiente de cultura, tensiômetro e tanque classe "A". Cultura requer maiores teores de umidade no período de floração a formação das maçãs, considerado o período crítico. Segundo ARAÚJO et al. (2006), é tolerável pelas plantas pequeno período de estresse nestas fases, sendo incapaz de afetar consideravelmente o rendimento final da cultura.

Em sistema irrigado recomenda-se realizar pequeno estresse hídrico ao anteceder o florescimento, existem efeitos positivos quando utilizado este método para altura das primeiras folhas na planta em relação ao rendimento final. Fornecimento de água em demasia, nutrientes e temperaturas altas, gera grande quantidade de ramos vegetativos, estes reduzem ramos produtores de maçãs. A cultura do algodão requer índices ideais de água, onde BARRETO et al. (2003a; 2007) afirmam que seu ciclo requer teores entre 450 mm a 700 mm.

O coeficiente de cultura, estudado por BARRETO et al. (2003b) diferencia-se durante o desenvolvimento da cultura do algodão. Na fase inicial a germinação até 20 (DAE) dias após emergência o (Kc) foi determinado em 0,45. Aos 20 a 40 (DAE) o (Kc) sofre aumento, evidencia 0,75. Considerado o período crítico, floração á formação de maçãs (Kc) expresso foi de 1,15 e na fase final, após os 80 (DAE) o (Kc) reduziu a 0,85.

As necessidades hídricas do algodoeiro devem ser supridas pela água do solo, contato do sistema radicular com o mesmo. Estresse hídrico faz com que o desenvolvimento da planta seja afetado, encurta as fibras do algodão, ocasiona queda de flores e frutos (BALDO et al., 2009). Para o mesmo autor, as regiões com maior tradição de produção de algodão no Brasil não apresentam naturalmente as condições de precipitação necessárias para suprir de forma ideal a demanda da cultura. Neste sentido, a irrigação pode ser vista como ferramenta fundamental para alcançar rendimentos suficientemente satisfatórios.

CANA-DE-AÇÚCAR

O Brasil no período de 2008/2009 foi considerado líder na produção de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), produção em torno de 569 milhões de toneladas, onde 90% são produzidas na região do Centro Oeste e Sul do país (UNICA, 2010). Principais problemas no cultivo desta espécie estão associados à variabilidade na distribuição de chuvas, expressa relação direta com o rendimento final e morte das soqueiras (GOMES, 2010). O cultivo é marcado por duas estações, tais como: seca e chuvosa, condições de seca estendem-se de abril-maio até setembro-outubro, resulta em 5 a 6 meses de deficiência hídrica (KELLER FILHO et

al., 2005). Em sequeiro depende diretamente da pluviosidade das regiões produtoras (SILVA et al., 2002; DALRI et al., 2008; FARIAS et al., 2008).

MACHADO et al. (2009) observam que algumas cultivares reduziram fitomassa e sólidos solúveis quando submetidas a estresse hídrico na fase inicial de desenvolvimento. Resultados semelhantes encontrados por NETO (2006) ocorreram perdas de fitomassa e sólidos solúveis no ponto de máximo crescimento da planta. A cana-de-açúcar é altamente influenciada pela baixa disponibilidade hídrica. No processo de fechamento dos estômatos a planta tem a capacidade de resistir à perda da água, evita redução do potencial de água nas plantas e reduz o alongamento celular (INMAN-BAMBER, 2008; MACHADO et al., 2009). A falta de água na cana-de-açúcar causa a senescência e restrição à formação de novas folhas (SMIT & SINGELS, 2006).

O estresse hídrico expressa efeitos diferentes nas fases de desenvolvimento da cultura (RAMESH, 2000; PIMENTEL, 2004; INMAN-BAMBER & SMITH, 2005), o rápido crescimento da planta, completa área foliar, demanda maior necessidade de água, trocas gasosas com a atmosfera e susceptibilidade hídrica (PIRES et al., 2008). INMAN-BAMBER & SMITH (2005) afirmam que a alongação do colmo é o ponto crítico, causa quedas na produção de fitomassa e sacarose. Perdas de água na cana-de-açúcar dependem principalmente da área foliar, estágio fenológico e densidade do sistema radicular (GOUVÊA, 2008). Segundo SILVA et al. (2012) realizou estudos com objetivo de determinar o coeficiente de cultura (Kc), obteve durante o ciclo valores compreendidos entre 0,65 e 1,1 em crescimento máximo, e 0,85 na fase de maturação da cultura, confirma que a cultura é exigente no período de crescimento máximo.

Esta cultura é considerada de alta eficiência no uso da água, possui relação entre a produção e o volume de água utilizado (SILVA et al., 2011). A necessidade hídrica fica em torno de 1780 mm/ciclo (TEODORO et al., 2009). De acordo com BERNARDO (2002), a demanda hídrica varia de 1000 e 2000 mm/ciclo, sendo considerada por WINDEFELD (2004) como cultura altamente exigente em água, no entanto pode apresentar reduções na produtividade, devido ao prolongado do excesso hídrico. Este causa redução na oxigenação das raízes e lixiviação dos nutrientes necessários para a cultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas de irrigação são importantes para garantir a produção perante as regiões mais susceptíveis ao déficit hídrico. Para implantação da irrigação devem ser considerados alguns fatores como: viabilidade econômica, região de implantação e cultura a ser irrigada.

O período de floração à maturação é considerado o período crítico para as culturas estudadas, exceto a cana-de-açúcar que possui seu ponto crítico na alongação do colmo onde seu crescimento se torna máximo.

O quanto e quando irrigar é relevante, pois o estresse hídrico como o excesso da água, causa prejuízos para as culturas e cada fase de desenvolvimento necessita de determinada demanda hídrica. A necessidade do aporte hídrico é crescente de acordo com o desenvolvimento gradual das culturas, estabiliza suas necessidades ao final dos períodos de produção.

A demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo é variável de acordo com a cultura, condições físicas do solo, capacidade de armazenamento de água no solo e condições ambientais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P. **Gestão da água na agricultura: Coeficientes de cultivo (Kc) e de tanque classe A (Kp)**. Revista Irrigação e Tecnologia Moderna – ITEM, ABID, n.63, p.12-19, 2004.

ALBUQUERQUE, P. E. P. **Manejo de irrigação na cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ALONÇO, A. S. et al. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 3 ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica Novembro/2005.

ANTUNES, R. C. B. **Determinação da evapotranspiração e influencia da irrigação e da fertirrigação em componentes vegetativos, reprodutivos e nutricionais do café arábica**. Viçosa: UFV, 2000. 165p. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ARAÚJO, A. E. et al. **Embrapa: Cultivo do algodão irrigado**. Sistemas de produção. Setembro de 2006.

ARAÚJO, A. F. B. **Demanda de água em sistemas de produção agrícola e seus impactos: ambientais e financeiros**. Tese de Mestrado/Universidade Federal do Ceará – Área de concentração: Manejo e conservação de bacias hidrográficas no semiárido. Fortaleza/CE, 2009.

ARRUDA, F. B. et al. **Estudo da influência do clima e do consumo hídrico na produção de cafeeiros (*Coffea arábica* L.) em Pindorama, SP**. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. Resumos expandidos. Brasília: Embrapa Café; MINASPLAN, 2000. p.782785.

BACK, A. J. **Necessidade de irrigação da cultura de feijão no sul do estado de Santa Catarina**. Rev. Tecnol. Ambiente, Criciúma, v.7, n.1, p.35-44, jan/jun. 2001.

BALDO, R. et al. **Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante**. Ciência e Agrotecnologia, vol.33, no.spe, Lavras, 2009.

BARRETO, A. N. et al. **Avaliação da demanda hídrica das culturas irrigadas: estudo de caso - algodão herbáceo, amendoim, girassol e côco**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 73).

BARRETO, A. N. et al. **Cálculo da necessidade hídrica do algodoeiro com base na evapotranspiração de referência (ET_o) e no coeficiente da cultura (K_c) para Barreiras – BA**. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4., 2003. Goiânia, GO. Anais... Goiânia: Embrapa Algodão. 2003. CD-ROM.

BARRETO, A. N. **Consumo hídrico do algodoeiro herbáceo nas diferentes fases**

fenológicas no município de Irecê-BA. In: VI Congresso Brasileiro de Algodão. Agosto de 2007.

BATISTA, T.M.V. **Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e Mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura de solo.** Dissertação de Mestrado em Fitotecnia área de Concentração: Agricultura Tropical, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN, 2011.

BERGAMASCHI, H. et al. **Déficit Hídrico e Produtividade na Cultura do Milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BERGAMASCHI, H. et al. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n.9, p. 831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H. et al. **Estimating maize water requirements using agrometeorological data.** Revista Argentina de Agrometeorologia, v.1, p.23-27, 2001.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação.** UFV: Viçosa – MG. 6 ed., 2002. 656p.

BRANDÃO, N. B. et al. **Estimativa da necessidade hídrica do algodoeiro irrigado usando imagens de satélite.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011. INPE p.0653.

BRUNINI, O.; ANGELOCCI, L. R. Resistência ao fluxo de água no sistema Solo planta e recuperação do potencial da água na folha após estresse hídrico em mudas de cafeeiro. Seção de Climatologia Agrícola - Instituto Agrônômico - C.P. 28, Campinas, SP, 13001-970, 1997.

CARLESSO, R. et al. **Manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura.** Eng. Agric. Jaboticabal, v. 20, n. 1, 2000, p. 15-23.

CASAGRANDE, E.C. et al. **Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.13, n.2, p.168-184. 2001.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em maio de 2012.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira. Grãos Safra 2012/2013. Sétimo Levantamento,** Abril de 2013. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em maio de 2013.

COUTO, L. **Como iniciar e conduzir um sistema produção agrícola sob irrigação.** Apostila de Minicurso. CONIRD, 2003, 23p.

DALRI, A. B. et al. **Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar.** Irriga, Botucatu, v.13, n.1, p. 1-11, janeiro-março 2008.

DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.C. **Impact of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review.** Braz. J. Plant Physiol. 18:55-81, 2006.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil. Sistemas de Produção**, 3 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica Novembro/2005.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000.** Londrina: Embrapa/CNPSo, 1999. p. 2226. (Documentos, 132).

EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO - 2007 - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://www.cnpaf.embrapa.br/>>. Acesso Janeiro de 2013.

FARIAS, C. H. A. et al. **Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. 2008, v.12, n. 4.

FARINELLI, R. **Características agronômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica.** Rev. Bras. Ciência do Solo vol.28 n.3 Viçosa May/june 2004.

FIGUEIREDO, M. G. et al. **Lâmina ótima de irrigação para o feijoeiro considerando restrição de terra e aversão ao risco.** Maringá, v.29, supl., p. 593-598, 2007.

FRANKE, A. E. **Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS.** Pesq. Agropec. Bras. Vol.35 n.8 Brasília, Agosto. 2000.

GOMES, A. R. A. **Balanço Hídrico e Produtividade da Cana-de-açúcar em Cultivo de Sequeiro.** 2010.

GOMES, A. R. M. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da *Alpinia purpurata*.** Revista Ciências Agronômicas, v.39, n.4, p. 481-486, out-dez. Fortaleza-CE. 2008.

GOMES, E. P., TESTEZLAF, R. **Manejo de irrigação na tomaticultura-de-mesa.** Universidade Estadual de Campinas, 2005.

GOUVÊA, J. R. F. **Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba-SP.** Dissertação de Mestrado/Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz. Física do Ambiente, Piracicaba, 2008.

GUIMARÃES, C. M. **Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas.** Pesq. Agropec. Bras. Vol.36, n.4, Brasília, Apr. 2001.

HARMANTO, V. M. et al. **Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment.** Agricultural Water Managemen. n. 71, p.225-242, 2005.

HATFIELD, J. L. et al. **“Managing soils to achieve greater water use efficiency: a**

review".Agronomy Journal, Wisconsin, 93, pp. 271-280. 2001.

HERNANDEZ, F.B.T. et al. **Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'oeste, estado de São Paulo**. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v.23, n.1, P.21-30, 2003.

INMAN-BAMBER, N. G. et al. **Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation**. Australian Journal of Agricultural Research, v.59, p.13-26, 2008.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. **Water relations in sugarcane and response to water deficits**. Field Crops Research, v.92, p.185-202, 2005.

KELLER FILHO, T. et al. **Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil**. Pesq. Agropec. Bras, abril 2005, vol. 40, nº4, p.311-322.

KOZLOWSKI, T. T. **Responses of woody plants to flooding and salinity**.Tree Physiology Monograph, Victoria, n.1,p. 1-29, 1997.

KUSS, R. C. R. **Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja**. Dissertação de Mestrado/Universidade Federal de Santa Maria – Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo. Santa Maria – RS, 2006.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. **Physiological adaptation of crop plants to flooding stress**.Proceedings of the NationalScience Council, v.25, p.148-157, 2001.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. 2ª edição. Piracicaba: P.L. Libardi, 2000. 509p.

MACHADO, E.C. **Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas**. Bragantia. Campinas, 53(2): 142-149, 1994.

MACHADO, E. C. **Trocas gasosas e relações hídricas em dois cultivares de arroz sequeiro, submetidos á deficiência hídrica, em diferentes fases do crescimento vegetativo**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 8(2): 139-147 1996.

MACHADO, R. S. **Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.44, n.12, p.1575-1582, dez. 2009.

MAGALHÃES, P. C. **Fisiologia da produção de milho**. Embrapa Milho e Sorgo/Circular Técnica 76 ISSN 1679-1150. Sete Lagoas, MG. Dezembro de 2006.

MARQUES, B. Regiões produtoras de café no Brasil. Cafeicultura: A revista do agronegócio Café. Agosto de 2004. Disponível em: www.revistacafeicultura.com.br/index.php?mat=3348, acesso em 01 de novembro de 2013.

MARTORANO, L. G. **Padrões de resposta da soja a condições hídricas do sistema solo-planta-atmosfera, observados no campo e simulados no sistema de suporte à decisão DSSAT**. Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de

Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-Brasil (151p.). Janeiro de 2007.

MEDEIROS, R. D. et al. **Efeitos da compactação do solo e do manejo da água sobre os componentes de produção e a produtividade de arroz.** Ciência e Agrotecnologia. Vol.29 n.5, Lavras, Set/Out 2005.

MELLO, H.C. et al. **Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico.** Hoehnea 34 (2): 145-153, 3 tab., 2007.

MELO FILHO, J. F. et al. **Balanço hídrico da água no solo para a cultura do café nas condições do Planalto da Conquista – BA.** 2004.

MORAIS, H. et al. **Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com Guandu e cultivado a pleno sol.** Pesq. Agropec. Bras. Vol.38, n.10, Brasília. Outubro de 2003.

MICHELON, C. J. **Qualidade física de solos irrigados do Rio Grande do Sul e do Brasil Central.** 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A.L. **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Departamento de Plantas de Lavouras, Faculdade de Agronomia, 31 p. 2005.

NETO, A. C. F. et al. **Determinação da evapotranspiração de dois cultivares de café arábica na fase de maturação dos frutos.** In: II Simpósio de Pesquisa de Cafés do Brasil, 2001.

NETO, J. D. **Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.2, p.283–288, 2006. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.

NETO, S. P. da; SILVA, S. A. da. **Plantio da soja na época certa.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

NOGUEIRA, R. J. C. et al. **Alterações na resistência á difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas á déficit hídrico de água.** Rev. Bras. Fisiol. Veg. Vol.13, n.1, Lavras, 2001.

OLIVEIRA, L. F. C. de et al. **Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo da Irrigação.** Pesq. Agropec. Trop. 37(3): 154-162, set. 2007.

PEGORARE, A. B. et al. **Irrigação Suplementar no ciclo de milho “safrinha” sob plantio direto.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Volume 13 n.3 Campina Grande, Maio/Junho de 2009.

PEREIRA, A. R. **Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather.** Bragantia, v.64, n.2, p.311-313, 2005.

PEREIRA, J. R. D. et al. **Consumo de água pela cultura do Crisântemo cultivado em ambiente protegido**. Eng. Agríc. Vol.25 n.3 Jaboticabal Sept./Dec. 2005.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

PIRES, R.C.M. et al. **Irrigação e drenagem**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. Cana-de-açúcar.Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p.631-670.

RAMESH, P. **Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane**. Journal of Agronomy and Crop Science, v.185, p.83-89, 2000.

REICHARDT, K.; TIM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processo e aplicações**. São Paulo: Manole, 2004. 478p.

RODRIGUES, R. A. F. et al. **Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto usando o tanque de Classe A**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.24, n.3, p.546-556, set/dez 2004.

SANTINATO, R. et al. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbórea, 1996. 146p.

SATO, F. A. et al. **Coefficiente de cultura (Kc) do cafeeiro no período de outono-inverno na região de Lavras-MG**. Eng. Agríc. Vol.27 n.2 Jaboticabal, Maio/Agosto de 2007.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**.1. ed. Londrina: Mecenias, 2009.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Cultivo do feijoeiro comum. Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de produção, 2 ISSN 1679-8869. Versão eletrônica, jan de 2003.

SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho**. Tese de Mestrado/Universidade Federal de Santa Maria, Engenharia de Água e Solo. Santa Maria-RS, 2010.

SOUSA, I. F. de. et al. Estudo do coeficiente de cultura do centro da Região Agreste do estado do Sergipe. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. SESC – Centro de Turismo de Guarapari/ES, 2011.

SOUSA, M. B. A. **Estudo de consume de água do cafeeiro em fase de produção, irrigado por pivô central, na região norte do Espírito Santo e Extremo Sul da Bahia**. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória – ES, 2001.

SILVA, C. A. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) á lâminas de irrigação por gotejamento**. Tese de Mestrado/Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2007.

SILVA, E.A. **Influência do local de cultivo e do manejo de irrigação no florescimento, uniformidade de produção e qualidade de bebida do café (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 70p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.

SILVA, M. T. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do amendoim irrigado em condições edafoclimáticas na região do cariri do Estado do Ceará.** Revista de biologia e Ciências da Terra. Vol.8, n.1, 1º semestre de 2008.

SILVA, T. G. F. et al. **Demanda hídrica e eficiência do uso de água da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.12, p.1257–1265, 2011. Campina Grande, PB, UAEA/UFMG.

SILVA, T. G. F. et al. **Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.1, p.64–71, 2012. Campina Grande, PB, UAEA/UFMG.

SILVA, V. P. R. et al. **Modelo de previsão de rendimento de culturas de sequeiro, no semi-árido do Nordeste do Brasil.** Rev. bras. eng. agríc. ambiental. 2002, v.6, n.1, pp. 83-87. ISSN 1415-4366.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. **The response of sugarcane canopy development to water stress.** Field Crops Research, v.98, p.91-97, 2006.

STONE, L. F. **Cultivo de arroz irrigado no estado de Tocantins. Embrapa Arroz e Feijão.** Sistemas de Produção, No. 3 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Nov/2004.

STONE, L. F. et al. **Cultivo do arroz de terras altas no estado do Mato Grosso.** Embrapa Arroz e Feijão Sistemas de Produção, N. 7 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Setembro/2006.

TEODORO, I. et al. **Crescimento e Produtividade da cana-de-açúcar em cultivo de sequeiro nos tabuleiros costeiros de Alagoas.** STAB, Março/Abril, v. 27, n. 4, 2009.

TEIXEIRA, A. H. C; LIMA FILHO, J. M. P. **Sistemas de Produção.** EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. ISSN 1807-0027. Versão Eletrônica Julho/2004.

THEISEN, G. et al. **Manejo da Cultura da Soja em Terras Baixas em Safras com El-Niño.** Embrapa Clima Temperado/Circular Técnica 82 ISSN 1981- 5999. Pelotas/RS Dezembro de 2009.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. 2010. Disponível em <<http://www.unica.com.br/FAQ/>>. Acesso em 17/05/2013.

WIEDENFELD, B. **Scheduling water application on drip irrigated sugarcane.** Agricultural Water Management, v .64, p.169–181, 2004.