

PLANEJAMENTO DO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO NOROESTE PAULISTA BASEADO NO BALANÇO HÍDRICO¹

J. C. R. PEREIRA², F. B. T. HERNANDEZ³, C. NEALE⁴, TEIXEIRA, A.H.C.⁵

RESUMO: O balanço hídrico é uma ferramenta de suma importância para o planejamento e escalonamento no diz respeito às etapas operacionais de plantio e manejo da cana-de-açúcar no município de Ilha Solteira região noroeste paulista. O balanço hídrico foi determinado através do método de Thornthwaite e Mather (1955) com a evapotranspiração de referência (potencial) estimada por Penman-Monteith com base de dados no período de agosto de 1991 a 28 de junho de 2011. A precipitação média anual foi de 1305,9 milímetros e a evapotranspiração de referência média anual de 1.605 milímetros. O balanço hídrico da região caracterizou por apresentar sete meses com deficiência hídrica (abril a novembro) com o total anual de 467,2 mm e excedente hídrico de 168 mm, considerando uma CAD de 60 mm. O plantio de “ano e meio”, apresenta condições hídricas do solo favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura. Para o plantio de “inverno” faz necessário o uso de uma lâmina de irrigação de salvamento a fim de assegurar o investimento inicial e promover condições hídricas do solo favoráveis á germinação, estabelecimento, crescimento e desenvolvimento, expressando o potencial produtivo da cana-de-açúcar. O plantio de ano na prática não tem apresentados resultados satisfatório na região noroeste paulista.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de água disponível, deficiência hídrica; excedente hídrico.

WATER BALANCE IN PLANNING OF SUGAR CANE ISLAND IN THE NORTHWEST REGION SINGLE PAULISTA

SUMMARY:The water balance is a very important tool for planning and scheduling concerns the operational steps of planting and management of sugar cane in the city of Maiden Island northwest of Sao Paulo. The water balance was determined by the method of Thornthwaite and Mather (1955) with the reference evapotranspiration (potential) estimated by Penman-Monteith based data for the period August 1991 to June 28, 2011. The average annual rainfall was 1305.9 mm and average annual evapotranspiration of 1605 mm. The water

¹ Suporte financeiro da FAPESP/FACEPE pelo Projeto “ Modelagem da produtividade da água em bacias hidrográficas com mudanças de uso da terra” (Processo 09/52467-4)

² Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34. CEP 15.3850-000 - Ilha Solteira - SP. Fone: (18) 96867014. Email: zeca julio@ig.com.br

³ Engenheiro Agrônomo e Professor Titular da UNESP Ilha Solteira - DEFERS. fbhtang@agr.feis.unesp.br

⁴ Engenheiro Civil e Professor na Utah State University. christopher.neale@usu.edu

⁵ Engenheiro Agrônomo e Pesquisador na Embrapa SemiÁrido. heriberto@cpatsa.embrapa.br

balance in the region characterized by presenting seven months with water deficiency (April-November) with the total annual water surplus 467.2 mm and 168 mm, considering a CAD 60 mm. The planting cane and a half years, has rainfall and soil moisture conditions conducive to the development of culture. To plant cane winter is necessary to use a water depth of rescue to ensure the initial investment and promoting soil water conditions favorable to germination, establishment, growth and development, expressing the productive potential of sugarcane sugarcane. The planting of sugarcane years in practice has shown satisfactory results in the northwestern region of São Paulo.

KEYWORDS: Available water capacity, water deficiency, water surplus, sugarcane

INTRODUÇÃO

O clima da região noroeste paulista apresenta inverno seco e ameno, e verão quente e úmido com as maiores taxas evapotranspiratórias do Estado, sendo sujeito a veranicos que podem limitar as produtividades devido às deficiências hídricas prolongadas por até oito meses durante o ano (Hernandez et al., 1995; Hernandez et al., 2003; Damião; Hernandez e Zocoler, 2010; Santos, Hernandez e Rossetti, 2010). Hernandez et al. (2003) concluíram que são altas as probabilidades de ocorrência também de veranicos críticos para as diferentes culturas agrícolas, sendo o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação uma atividade de alto risco.

A expansão da cana-de-açúcar é uma realidade em todo o Estado de São Paulo Oliveira (2011) destaca que se atingiu em 2011 a área de 5,18 milhões de hectares cultivados com cana (2011). Em 2007 eram 3,6 milhões de hectares e o crescimento foi de 44%, passando para 4,1 (2008), 4,8 (2009) e 5,0 (2010) milhões de hectares. Já a produção de cana no Estado de São Paulo tem a expectativa de atingir 437,6 milhões de toneladas de cana (2011), no entanto as estimativas de produção foram revisadas para baixo com 364.3 milhões de toneladas de cana para atual safra.

A cana-de-açúcar é uma das culturas que fisiologicamente são favorecidas pelas estações climáticas definidas segundo Miocque, (1999) uma estação quente e úmida aliada a altas temperaturas e luminosidade em um período de (6 meses), promovem condições ideais para crescimento e desenvolvimento vegetativo, e outra estação seca e fria, favorecendo a maturação fisiológica da cana-de-açúcar. De acordo com Silva et al. (2008) o regime de deficiência hídrica de 200 mm anual, seria considerado ideal para o cultivo de cana-de-açúcar. Desta forma o balanço hídrico é uma ferramenta de suma importância para os planejamentos agrícolas (SANTOS, HERNANDEZ E ROSSETTI, 2010), e principalmente no diz respeito

ao escalonamento nas etapas operacionais de plantio e manejo da cana-de-açúcar, o presente trabalho tem por objetivo analisar o balanço hídrico sobre as épocas de plantio na cultura da cana-de-açúcar no noroeste paulista.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Ilha Solteira está localizado na região noroeste paulista, abrigando a Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, de grande potencial energético. Foram utilizados dados climáticos provenientes do banco de dados da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira coletados pela estação climatológica localizada na Fazenda de Ensino e Pesquisa com coordenadas geográficas de 20°25'16" Sul e 51°20'43" Oeste e altitude de 336,9 metros em relação ao nível do mar. O clima da região é classificado segundo Köppen, como do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação pluvial anual média de 1.232 mm e umidade relativa do ar média de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995)

O balanço hídrico foi determinado a partir dos dados médios mensais de precipitação (P) e evapotranspiração de referência ou potencial estimada pela equação de Penman-Monteith, segundo a metodologia preconizada por Allen et al. (1998) e Allen et al. (2007). As variáveis climáticas foram obtidas a partir do datalogger CR - 23X com os sensores Vaisala HM45C (temperatura e umidade relativa do ar), Campbell 030001-L.YOUNG (velocidade e direção do vento), LI- 200X (radiação global), Campbell Q-7.1 (radiação líquida), Campbell CS 105 (pressão atmosférica) e Campbell CS700-L (precipitação).

A CAD (Capacidade de Água Disponível) foi calculada a partir do valor médio dos solos (Argissolos) da região, sendo considerada a CAD média de 60 milímetros.

A partir dos dados iniciais (P, ETo e CAD) foi realizado o balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) apresentado por PEREIRA; ANGELOCCI E SENTELHAS (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico para a região de Ilha Solteira, noroeste paulista está apresentado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 1, com precipitação média anual de 1.305,9mm e evapotranspiração potencial de 1.605,00 mm (4,1 mm.dia⁻¹) resultando em um déficit hídrico de 467,2 milímetros, compreendendo os meses de abril a outubro. O excesso ocorre de dezembro a março totalizando 168,00 milímetros, resultados semelhantes foram obtidos por Hernandez et al., (1995).

A estação chuvosa inicia com precipitação nos meses de outubro - março, acumulando 1.044,2 mm de chuva nesse período com (80%) da precipitação pluviométrica, já para estação de seca se inicia nos meses de abril a setembro favorecendo a maturação fisiológica da cana-de-açúcar. Segundo Silva et al. (2008), para a produção de cana-de-açúcar, a região deve possuir déficit hídrico anual entre 0 e 200 mm.

A cultura da cana-de-açúcar apresenta uma demanda hídrica de 3,5 mm.dia⁻¹ de água em condição de campo para estimativas de produtividade de 100 a 120 (TCH) tonelada de cana ha⁻¹ de acordo com Scardua e Rosenfeld (1987), resultados semelhantes foram obtidos por Donzelli e Costa (2010), com valores médios de 3,3 mm dia⁻¹ de água. Considerando o ciclo da cultura aproximadamente de 12 meses, seriam necessários 1.204,5 mm de anual para perfazer seu ciclo da cultura, considerando estimativas de produtividades de 100 a 120 TCH, sem a ocorrência de elevadas restrições hídricas (MIOCQUE, 1999). O estudo apresentou precipitação média anual de 1.305,9mm satisfazendo a necessidade hídrica da cultura, se não ocorresse uma má distribuição das chuvas, na qual concentram no verão (80% da precipitação).

Em relação ao sistema de plantio da cana-de-açúcar, ocorre em três épocas distintas na região noroeste paulista, a primeira ocorre em março, abril e maio para plantio de cana chamada de plantio de “ano e meio”. A segunda época vai de junho a agosto no sistema de plantio de “inverno” e o terceiro período vai de setembro a novembro no sistema de plantio considerado como de “cana de ano”.

O sistema de plantio de “ano e meio” é o mais utilizado nas usinas e destilarias do Estado de São Paulo. Considerando que a safra inicia-se em abril, a cana tem cerca de 13-15 meses para crescimento dependendo da variedade plantada. As precipitações no noroeste paulista nos meses de março, abril e maio (Tabela 1 e Figura 1) são de 172,2; 66,4 e 60,3 mm, respectivamente, sendo suficiente para a germinação e estabelecimento da cultura. Em junho, julho e agosto, ocorre déficit hídrico mais acentuado no solo. No entanto a demanda e necessidade por água na fase inicial de estabelecimento e perfilhamento são menores, conforme os valores apresentados na Figura 2. Nos meses de setembro a novembro se restabelece o regime pluviométrico, reduzindo o déficit hídrico do solo e da cultura, favorecendo a máxima taxa de crescimento e desenvolvimento vegetativo, convertendo em TCH. (MIOCQUE, 1999; MACHADO et. al, 2009).

O plantio considerado de cana de “inverno”, segunda época, representados pelos meses de junho, julho e agosto são caracterizados pela escassez de água no solo, devido aos baixos índices pluviométricos apresentados nesse período (Tabela 1 e Figura 1), com seus

respectivos valores de 27,9; 14,4 e 26,1 mm, observando-se uma drástica restrição hídrica do solo, e nessas condições, ocorre dificuldade nas operações de preparo do solo e plantio, podendo assim apresentar falha no *stand* desejado e comprometendo o investimento inicial.

Tabela 1. Balanço hídrico do município de Ilha Solteira região do noroeste paulista

| Meses | P | ETo | P-ETP | NEG-AC | ARM | ALT | ETR | DEF | EXC |
|----------------|---------------|----------------|---------------|--------|-------------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| Milímetros/mês | | | | | | | | | |
| Jan | 256,2 | 145,70 | 110,5 | 0,0 | 60,00 | 20,09 | 145,7 | 0,0 | 90,4 |
| Fev | 179,4 | 134,40 | 45,0 | 0,0 | 60,00 | 0,00 | 134,4 | 0,0 | 45,0 |
| Mar | 172,2 | 139,50 | 32,7 | 0,0 | 60,00 | 0,00 | 139,5 | 0,0 | 32,7 |
| Abr | 66,4 | 129,00 | -62,6 | -62,6 | 21,14 | -38,86 | 105,3 | 23,7 | 0,0 |
| Mai | 60,3 | 102,30 | -42,0 | -104,6 | 10,50 | -10,64 | 70,9 | 31,4 | 0,0 |
| Jun | 27,9 | 93,00 | -65,1 | -169,7 | 3,55 | -6,95 | 34,8 | 58,2 | 0,0 |
| Jul | 14,4 | 108,50 | -94,1 | -263,8 | 0,74 | -2,81 | 17,2 | 91,3 | 0,0 |
| Ago | 26,1 | 136,40 | -110,3 | -374,1 | 0,12 | -0,62 | 26,7 | 109,7 | 0,0 |
| Set | 66,6 | 144,00 | -77,4 | -451,5 | 0,03 | -0,09 | 66,7 | 77,3 | 0,0 |
| Out | 101,5 | 161,20 | -59,7 | -511,2 | 0,01 | -0,02 | 101,5 | 59,7 | 0,0 |
| Nov | 140,0 | 156,00 | -16,0 | -527,2 | 0,01 | 0,00 | 140,0 | 16,0 | 0,0 |
| Dez | 194,9 | 155,00 | 39,9 | -24,5 | 39,91 | 39,90 | 155,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totais | 1305,9 | 1605,00 | -299,1 | | 256 | 0,00 | 1137,8 | 467,2 | 168,1 |
| Médias | 108,8 | 133,75 | -24,9 | | 21,3 | | 94,8 | 38,9 | 14,0 |

Obs.: Precipitação média mensal (P), Evapotranspiração potencial (ETo, Negativo acumulado (NAC), Armazenamento de água no solo (ARM), Alteração de água no solo (ALT), Evapotranspiração real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente hídrico (EXC), todos os dados em milímetros

Nesse sistema de plantio por apresentar elevado déficit hídrico é desejada a suplementação de água no solo através de uma aplicação de lâmina de irrigação de 30 a 60 mm, que pode ser feita com vinhaça, vinhaça + água residual ou apenas água, sendo considerada como irrigação de salvamento para a germinação e estabelecimento da cultura. Para esta irrigação utiliza-se tanto caminhões pipa, como reservatórios intermediários, mas sempre com canhões de alta vazão, que mudam de posição em sistemas tipo carretel enrolador ou por tubulações móveis.

O sistema de plantio de “cana de ano” ocorre de setembro, outubro, e novembro apresentam condições favoráveis à germinação e crescimento, porém apresentam condições desfavoráveis ao desenvolvimento vegetativo, sendo pouco recomendado pelos técnicos em condições de campo na região noroeste paulista, por apresentar baixas produtividades e menor longevidade da soqueira.

A interpretação do balanço hídrico permite concluir pela necessidade de irrigação complementar, todavia, a decisão sobre qual sistema adotar, se apenas a chamada irrigação de “salvamento” é suficiente para garantir a germinação, crescimento e por fim a produtividade ou se a irrigação em área fixa em todo o ciclo garantindo a reposição da evapotranspiração da cultura deve ser incentivada, é uma decisão econômica, que deve ser baseada em estudos que levem em consideração a evapotranspiração real da cultura (que deve ser estimada por

técnicas de sensoriamento remoto), variedades, a distância da área à unidade fabril, tipo de solo e investimentos e custo operacional de cada sistema. Assim, estudos devem ser aprofundados nesta direção.

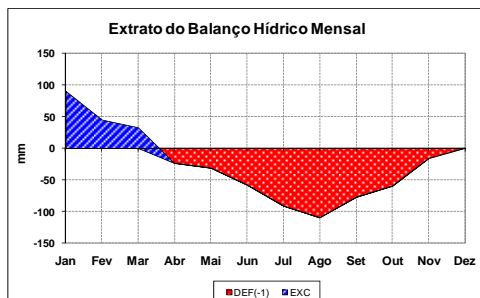


Figura 1. Balanço hídrico do município de Ilha Solteira região do noroeste paulista.

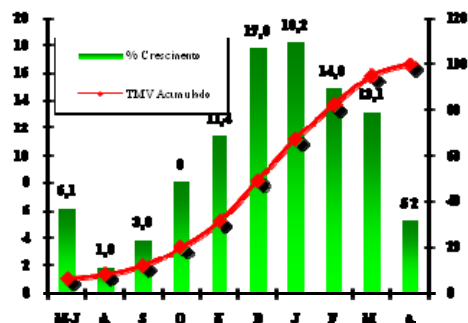


Figura 2. Taxa de crescimento vegetativo e tonelada de massa verde acumulada TCH (MIOCQUE, 1999).

CONCLUSÕES

O balanço hídrico calculado para uma CAD de 60 milímetros caracteriza a região noroeste paulista como de grande deficiência hídrica (abril a novembro) e diante desta situação, o sistema de plantio de “ano e meio” realizado nos meses de março, abril e maio se beneficia de um regime pluviométrico favorável ao desenvolvimento cana-de-açúcar.

Já no sistema de plantio de “inverno” faz necessária a utilização da irrigação por apresentar déficit hídrico do solo nos meses de junho, julho e agosto, enquanto que o sistema de plantio de “cana de ano”, de setembro a novembro apresenta condições favoráveis à germinação e crescimento, porém apresenta condições desfavoráveis ao desenvolvimento, sendo recomendado apenas em condições especiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Cropevapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.

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

DAMIÃO, J. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; ZOCOLER, J.L. **HÍDRICO DA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA, NOROESTE PAULISTA** - CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XX. Uberaba - MG, 6 a 8 de dezembro de 2010.

DONZELLI, J. L.; COSTA, V. M. WORKSHOP - Impacto da produção de etanol no balanço hídrico nas regiões de expansão. **CTC-Centro de Tecnologia Canavieira** -18/06/2010.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p.

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. de; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. 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.

MACHADO, R.S.; RIBEIRO, R.V.; MARCHIORI, P.E.R.; MACHADO, D.F.; MACHADO, E.C.; LANDELL, M.G.A. Resposta biométrica e fisiológica ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fonológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MIOCQUE, J. Avaliação de crescimento e de produtividade de matéria verde da cana-de-açúcar na região de Araraquara - SP. **Revista da STAB**, Piracicaba, v.17, n.4, p.45-7, 1999.

OLIVEIRA, E. Em SP, área plantada de cana cresce 5% em 1 ano. Folha de São Paulo, 2 de julho de 2011,p.B.8.<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me0207201110.htm>

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 478 p.

SANTOS, G.O; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. **Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n. 3, p.142-149, 2010.

SCARDUA, R & ROSENFELD, V. **Irrigação da cana-de-açúcar**. In: PARANHOS, S.B. (coord.). Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, cap.3, p.373-431.

SILVA,F.A. M.; MILLER, A. G.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. H. LOPES, T. S. Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Goiás. Anais :**IX Simpósio Nacional Cerrado; II Simpósio Internacional Savanas Tropical**. Embrapa Cerrados, Brasília-DF, 2008.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.**The water balance**.Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

UNESP. **ÁREA DE HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO:DADOS CLIMÁTICOS DIÁRIO**. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br>>. Acesso em: 27. jun. 2011.