



NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE COLHEITA¹

A. A. Ascoli², F. B. T. Hernandez³, P. C. Sentelhas⁴, A. H. C. Teixeira⁵,
E.C. Amendola⁶, R.T. Ascoli⁷

RESUMO: A cultura da cana-de-açúcar destaca-se na região Noroeste Paulista, mas devido ao déficit hídrico, sistemas de irrigação tornam-se alternativa adequada para garantir e incrementar a produtividade da cana-de-açúcar, sendo que a determinação da necessidade de água da cultura é um dos principais pontos a serem avaliados visando a correta utilização destes sistemas. Assim, este trabalho quantificou o déficit hídrico e a necessidade de irrigação ao longo do ciclo anual da cultura da cana-de-açúcar, a partir do Balanço Hídrico (BH) mensal, na região de Pereira Barreto - SP, com colheitas entre março e novembro nas safras 2014/2015 e 2015/2016. A precipitação e a evapotranspiração de referência calculada pela equação de Penman-Monteith foram provenientes da Estação Bonança pertencente a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista da UNESP. Com a análise do BH concluiu-se que é necessária a utilização de sistemas de irrigação no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar de ciclo anual em todas as épocas de colheita, ressaltando que as exigências por irrigação são maiores ao longo do ciclo da cultura quando a colheita acontece nos meses de abril e maio e menores quando a colheita ocorre nos meses de julho e agosto.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço hídrico, déficit hídrico, evapotranspiração

WATER SUPPLY IN THE SUGAR CANE CROP IN FUNCTION OF THE HARVEST TIME

SUMMARY: The sugarcane crop stands out in the Northwest region of São Paulo, but due to the water deficit, irrigation systems become an adequate alternative to guarantee and increase the productivity of sugarcane, and the determination of the need for Culture water is one of the

¹ Apoio financeiro da FAPESP Processo nº 2.009/52.467-4.

² Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia na UNESP Ilha Solteira, Avenida Brasil, nº 56, Centro, CEP: 15385000, Ilha Solteira, SP. Fone: (18) 3743-1077. E-mail: aaascoli@yahoo.com.br.

³ Professor Titular, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - DEFERS, UNESP Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

⁴ Professor Associado, Departamento de Engenharia de Biosistemas - LEB, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

⁵ Pesquisador EMBRAPA Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.

⁶ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia na UNESP Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

⁷ Engenheiro Agrônomo responsável pelo Departamento Técnico da Usina da Pedra, Serrana, SP.

main points to be evaluated aiming at the correct use of these systems. Thus, this study quantified the water deficit and the need for irrigation during the annual cycle of sugarcane cultivation, from the monthly Water Balance (WB), in the region of Pereira Barreto - SP, with harvests between March and November in the 2014/2015 and 2015/2016 seasons. The precipitation and reference evapotranspiration estimated by the Penman-Monteith equation came from the Bonança Weather Station belonging to the Northeastern São Paulo State Weather Network of UNESP. With the analysis of the WB it was concluded that it is necessary to use irrigation systems in the development of the sugarcane crop of annual cycle in all the times of harvest, emphasizing that irrigation requirements are higher throughout the crop cycle when the harvest occurs in the months of April and May and lower when the harvest occurs in the months of July and August.

KEYWORDS: Water balance, water deficit, evapotranspiration

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é cultivada em diversos países, constituindo-se como uma das principais culturas do cenário mundial. O Brasil é o maior produtor e o Estado de São Paulo destaca-se no âmbito nacional com 40% da área agricultada (Martins et al., 2013).

Na safra 2014/2015 foram colhidas 634,7 milhões de toneladas em aproximadamente 9 milhões de hectares cultivados com cana-de-açúcar no Brasil (CONAB, 2015), verificando-se a ocorrência de significativa expansão das áreas agricultadas, de modo que na região Noroeste do Estado de São Paulo houve a instalação de inúmeras usinas produtoras de açúcar e etanol (Rudorff et al., 2010).

No Estado de São Paulo, é o Noroeste Paulista que apresenta a menor precipitação média anual, com valores inferiores a 1.300 mm (Nery, 2008), sendo que o inverno é seco e ameno e o verão é quente e úmido, com as maiores taxas evapotranspiratórias do Estado (Hernandez et al., 1995; Hernandez et al., 2003; Santos et al., 2010).

De acordo com o clima da região aonde é cultivada, a cana-de-açúcar precisa, em média, de 1500 a 2500 mm de chuva, uniformemente distribuídas ao longo do ano (Doorembos & Kassam, 1994). Além disso, a cana-de-açúcar é fisiologicamente favorecida quando agricultada em regiões com estações climáticas definidas, necessitando de uma estação quente e úmida para obter as condições ideais para o crescimento e o desenvolvimento vegetativo e uma estação seca e fria que favoreça a sua maturação fisiológica (Miocque, 1999).

A região Noroeste Paulista apresenta clima com período de déficits hídricos naturais que pode chegar, em média, a oito meses por ano, podendo limitar a capacidade produtiva de inúmeras culturas (Santos et al., 2010), podendo também serem altas as probabilidades de ocorrência de veranicos críticos para as diferentes culturas agrícolas, concluindo-se que o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação pode ser considerada uma atividade de alto risco (Hernandez et al., 2003).

Implementar a irrigação das culturas pode ser alternativa adequada para minimizar os riscos na produção agrícola no Noroeste Paulista (Schutze et al., 2013). Para a utilização eficiente da irrigação em cana-de-açúcar, é necessário se verificar para cada região produtora, a necessidade de água da cultura e a necessidade de irrigação, para que se possa obter em cada fase do ciclo de cultivo, o máximo em produtividade.

O balanço hídrico é um dos métodos empregados para se estimar a necessidade de água e a necessidade de irrigação das culturas. Portanto, a utilização do balanço hídrico é de suma importância para o planejamento e para a execução, no que diz respeito à escolha das épocas de plantio e do manejo da cana-de-açúcar (Pereira et al., 2011). Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo quantificar o déficit hídrico e a necessidade de irrigação no decorrer do ciclo anual da cultura da cana-de-açúcar, a partir do Balanço Hídrico (BH) mensal, na região de Pereira Barreto - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

As variáveis agroclimatológicas foram coletadas no município de Pereira Barreto - SP, obtidas pela Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP de Ilha Solteira (UNESP, 2017) nas coordenadas geográficas de 20°40'23" Sul e 51°02'02" Oeste e altitude de 357 metros em relação ao nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com temperaturas variando entre 21,2 e 26,8°C e precipitação média anual de 1.128 mm (Campos et al., 2007).

Os dados de entrada se referem a oito diferentes épocas de colheita, realizadas nos meses de março a novembro, para as safras 2014/2015 e 2015/2016 e o balanço hídrico foi determinado pelos dados médios mensais de precipitação (P) e evapotranspiração da cultura (ETc), estimada a partir da evapotranspiração de referência (ETo) pela equação de Penman-Monteith, conforme a metodologia preconizada por Allen et al. (1998) e Allen et al. (2007). O coeficiente de cultura (Kc) da cana-de-açúcar utilizado foi adaptado de Teixeira et al. (2015) (Figura 1), uma vez que os valores dos coeficientes de cultura (Kc) propostos pela FAO para a

cana-de-açúcar não são os mais adequados para as regiões tropicais (Silva et al., 2014) e a análise se deu em condições de sequeiro, enquanto que a evapotranspiração atual (ETa) foi obtida como resultado do balanço hídrico realizado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), em planilha eletrônica de acordo com ROLIM et al (1998).

A CAD (Capacidade de Água Disponível) é a diferença entre a umidade volumétrica na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente, multiplicada pela profundidade efetiva do sistema radicular (Hernandez, 1999), sendo considerada adequada para a cultura da cana-de-açúcar a utilização de uma camada de solo de 0,6 metros de profundidade, resultando em uma CAD média de 60 milímetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico realizado para as safras 2014/2015 e 2015/2016 (período de 24 meses compreendidos entre os 36 meses dos anos de 2014, 2015 e 2016), considerando-se oito épocas distintas de colheita da cana-de-açúcar (abril a novembro) (Figura 2), resultou em valores médios com diferentes magnitudes quanto à ETa, ETc e aos déficits e excessos hídricos e ainda necessidade de irrigação, no que se refere ao cultivo de “cana de ano”, evidenciando que ocorre interação entre o clima e o desenvolvimento da cana-de-açúcar, conforme descreve Gava et al. (2011), uma vez que o balanço hídrico fornece as estimativas da evapotranspiração da cultura e da deficiência.

Em relação à análise da evapotranspiração atual e da cultura para a cana-de-açúcar colhida de abril a novembro (Figura 3), observou-se que a cana-de-açúcar colhida nos meses de abril a junho e de outubro a novembro apresentou ciclo anual subsequente com maiores diferenças entre a evapotranspiração atual e a evapotranspiração da cultura do que a cana-de-açúcar colhida nos meses de julho a setembro. A diferença entre estes valores reflete diretamente no potencial de produtividade proporcionado pelo adequado armazenamento e disponibilidade de água no solo e estes resultados refletem que para épocas de colheita de abril a junho e de outubro a novembro a necessidade hídrica da cultura nos 12 meses seguintes é menos atendida pela precipitação pluviométrica do que a cana-de-açúcar colhida de julho a setembro, ressaltando-se que de acordo com resultados obtidos por Donzelli & Costa (2010) a cultura da cana-de-açúcar necessita para obter estimativas de produtividade de 100 a 120 toneladas de cana ha⁻¹ (TCH) em condições de campo, uma demanda hídrica de 3,3 mm.dia⁻¹ de água.

No que se refere aos déficits e aos excessos hídricos, verificou-se que houve excesso no ciclo subsequente da cultura da “cana-de-açúcar de ano” para todos os doze meses de colheita.

Porém, deve-se ressaltar que as precipitações pluviométricas podem ser concentradas, proporcionando períodos no decorrer do ano em que a cultura não fica adequadamente suprida em suas necessidades hídricas, ocorrendo maior ou menor déficit hídrico. Observou-se déficit hídrico mais acentuado nos doze meses seguintes, para os meses de colheita de abril a junho e de outubro a novembro e menor déficit hídrico nos doze meses subsequentes, para os meses de colheita de julho a setembro (Figura 4). Os resultados estão de acordo com Gomes et al. (2010) que relatam que o excesso hídrico foi maior do que o déficit hídrico em todo o ciclo da cultura de cana-de-açúcar, ressaltando que a precipitação pluviométrica daria para ter suprido as necessidades da cultura se fosse bem distribuída e que o déficit hídrico no início do ciclo de cultivo prejudicou o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

Em relação à necessidade de irrigação na cultura da cana-de-açúcar, observou-se que para os meses de colheita de abril a junho e de outubro a novembro são maiores as exigências quanto ao fornecimento de água via irrigação nos doze meses seguintes a colheita, do que se verifica nos meses de colheita de julho a setembro, onde a necessidade de água via irrigação para os doze meses subsequentes a colheita é bem menor (Figura 5), isso evidenciado pela diferença entre ET_c e ET_a . O adequado suprimento hídrico via irrigação para a cultura da cana-de-açúcar está de acordo com Doorenbos & Kassan (1979), que indica que o manejo correto da irrigação não permite a ocorrência de déficits hídricos prejudiciais à rentabilidade econômica das culturas.

Quanto a escolha das épocas de colheita, se analisada levando-se em consideração apenas o benefício que o sistema de irrigação pode proporcionar com acréscimos na eficiência produtiva da cultura da cana-de-açúcar irrigada em face a cana-de-açúcar de sequeiro, as épocas de colheita mais adequadas para a cana-de-açúcar irrigada seriam nos meses de outubro, novembro e dezembro, proporcionando incremento na produtividade anual da indústria, com aumentos na média de toneladas por hectare em uma época do ano em que a cana-de-açúcar de sequeiro produz baixas médias de produtividade.

Porém, a época de colheita da cultura da cana-de-açúcar, tanto para as usinas como para os fornecedores, é definida levando-se em consideração diversos aspectos. No caso da cana-de-açúcar irrigada, além do custo da irrigação durante o ciclo da cultura e da procura pela maior eficiência produtiva, outros fatores devem ser observados pela usina e pelos fornecedores, para que ocorra adequada tomada de decisão em relação a escolha do momento da colheita. Assim, para as usinas, os meses de abril e maio seriam os mais adequados para que a cana-de-açúcar irrigada estivesse à disposição da área industrial, uma vez que o começo de safra é sempre um período conturbado e muito importante para o planejamento da moagem. Ter a cultura em

quantidades suficientes para a colheita nessa época é fundamental para que a usina possa implementar um ritmo de moagem seguro e desejável. Já para os fornecedores a preferência seria entregar a cana-de-açúcar na usina nos meses de junho e julho, período de colheita favorável para o manejo, pois a colheita acontecerá com o solo apresentando baixa umidade e pouco risco de causar pisoteio na cultura. A época de colheita de outubro e novembro é complicada para a usina e para os fornecedores, por ser período de elevados índices de precipitação pluviométrica, o que pode ocasionar danos na cultura durante a colheita proporcionando redução na longevidade do canavial, sendo a compactação o maior dos problemas, contudo, Freitas et al. (2009) ressaltam que o manejo da cana-de-açúcar irrigada pode ser um meio apropriado para incrementar a rentabilidade e a operacionalidade do sistema de produção da cultura e deve ser considerado caso a caso.

Outra questão fundamental é analisar o tipo de solo em que a cultura da cana-de-açúcar vai ser instalada. Deve-se ressaltar que os solos da região Noroeste do Estado de São Paulo têm predominância arenosa, e nestas condições as melhores épocas de colheita para a cana-de-açúcar irrigada seriam de setembro a novembro, uma vez que o período de crescimento vegetativo da cultura ocorre nos meses de junho a agosto, ocasião de elevados déficits hídricos em que a utilização da irrigação pode fazer toda a diferença em termos de aumento de produtividade. Segundo Freitas et al. (2009), o uso da irrigação na cana-de-açúcar será mais necessário quanto maior for o período de déficit hídrico e se fará mais conveniente quanto mais arenoso for o solo onde a cana estiver cultivada, uma vez que estes têm menor capacidade de retenção e armazenamento da água das chuvas.

CONCLUSÕES

Com a análise do BH concluiu-se que é necessária a utilização de sistemas de irrigação no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar de ciclo anual em todas as épocas de colheita, ressaltando que as exigências por irrigação são maiores quando a colheita acontece nos meses de abril e maio e menores quando a colheita ocorre nos meses de julho e agosto.

A tomada de decisão para quando deve ser estipulada a época de colheita em um cultivo de cana-de-açúcar irrigada, deve levar em consideração, além do custo operacional com o sistema de irrigação, aspectos importantes como o tipo de solo em que a cultura está sendo cultivada e o sistema de produção na qual a cana-de-açúcar irrigada encontra-se inserida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 2.009/52.467-4) e à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - 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.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; MONTANARI, R.; CAMARGO, L.A. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto - SP. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.519-529, 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v.1 - Safra 2014/15, n.4 - Quarto Levantamento, Brasília, p.1-29, abr. 2015.

DONZELLI, J.L.; COSTA, V.M. Workshop - Impacto da produção de etanol no balanço hídrico nas regiões de expansão. CTC - Centro de Tecnologia Canavieira, p.1-2, 2010.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, 1979.193p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB. 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FREITAS, R.G.; BAFFA, D.C.F.; BRASIL, R.P.C. Aumento na produtividade da cana-de-açúcar através da irrigação. Nucleus, Edição Especial, P.15-30, 2009.

GAVA, G.J.C.; SILVA, M.A.; SILVA, R.C.; JERONIMO, E.M.; CRUZ, J.C.S.; KÖLLN, O.T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.3, p.250-255, 2011.

GOMES, A.R.A.; SÁ, L.A.; LIMA, R.A.S.; MOURA, A.B.; OLIVEIRA, F.J.A.; MAIA, A.V.V.S.; TEODORO, I.; Souza, J.L.; BARBOSA, G.V.S.; LYRA, G.B. Balanço hídrico e produtividade da cana-de-açúcar em cultivo de sequeiro. XVI CBMET - Congresso Brasileiro de Meteorologia, p.1-5, 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. Irrigação na figueira. In: I Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Figueira. Ilha Solteira - SP. 1999. Disponível em <http://www.agr.feis.unesp.br/figo_txt.htm>. Acesso em 29 de março de 2017.

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V.; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, Estado de São Paulo. Engenharia Agrícola, v.23, n.1, p.21-30, 2003.

MARTINS, V.A.; BUENO, C.F.R.; CASER, D.V.; HYAKAWA, E.H. Comparison of estimates of area in production of sugarcane in São Paulo state. ICAS VI - Sixth International Conference on Agricultural Statistics, p.697, 2013.

MIOCQUE, J. Avaliação de crescimento e de produtividade de matéria verde da cana-de-açúcar na região de Araraquara - SP. Revista da STAB, v.17, n.4, p.45-47, 1999.

NERY, J.T. Anomalias de la precipitación pluvial de São Paulo. Investigaciones Geográficas, n.46, p.179-190, 2008.

PEREIRA, J.C.R.; HERNANDEZ, F.B.T.; NEALE, C.M.U.; TEIXEIRA, A.H.C. Planejamento do plantio da cana-de-açúcar no noroeste paulista baseado no balanço hídrico. XXI CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2011.

ROLIM, G.S., SENTELHAS, P.C., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n.1, p.133-137, 1998.

RUDORFF, B.F.T.; AGUIAR, D.A.; SILVA, W.F.; SUGAWARA, L.M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M.A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. Remote Sensing, v.2, n.4, p.1057-1076, 2010.

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.

SCHUTZE, I.X.; HERNANDEZ, F.B.T.; FEITOSA, D.G.; SILVA, Y.F. Balanço hídrico no noroeste paulista em 2012. XLII CONBEA - Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2013.

SILVA, V.P.R.; BORGES, C.J.R.; ALBUQUERQUE, W.G. Necessidades hídricas da cana-de-açúcar cultivada em clima tropical. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.2, p.625-632, 2014.

TEIXEIRA, A.H.C.; ANDRADE, R.G.; LEIVAS, J.F.; RONQUIM, C.C.; VICTORIA, D.C. Indicadores hídricos para a cultura da cana-de-açúcar obtidos com imagens MODIS e dados agrometeorológicos no Estado de São Paulo. XVII SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p.755-762, 2015.

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 DIÁRIOS. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br>>. Acesso em 29 de março de 2017.

ANEXOS

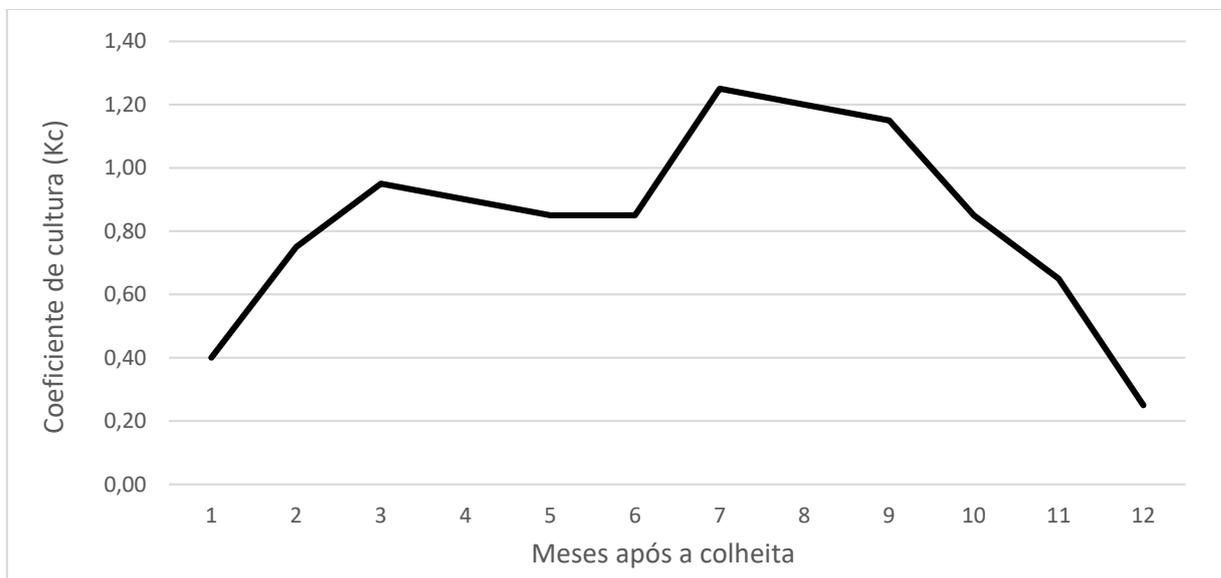


Figura 1. Coeficientes de cultura da cana-de-açúcar em razão dos meses após a colheita (adaptado de Teixeira et al., 2015).

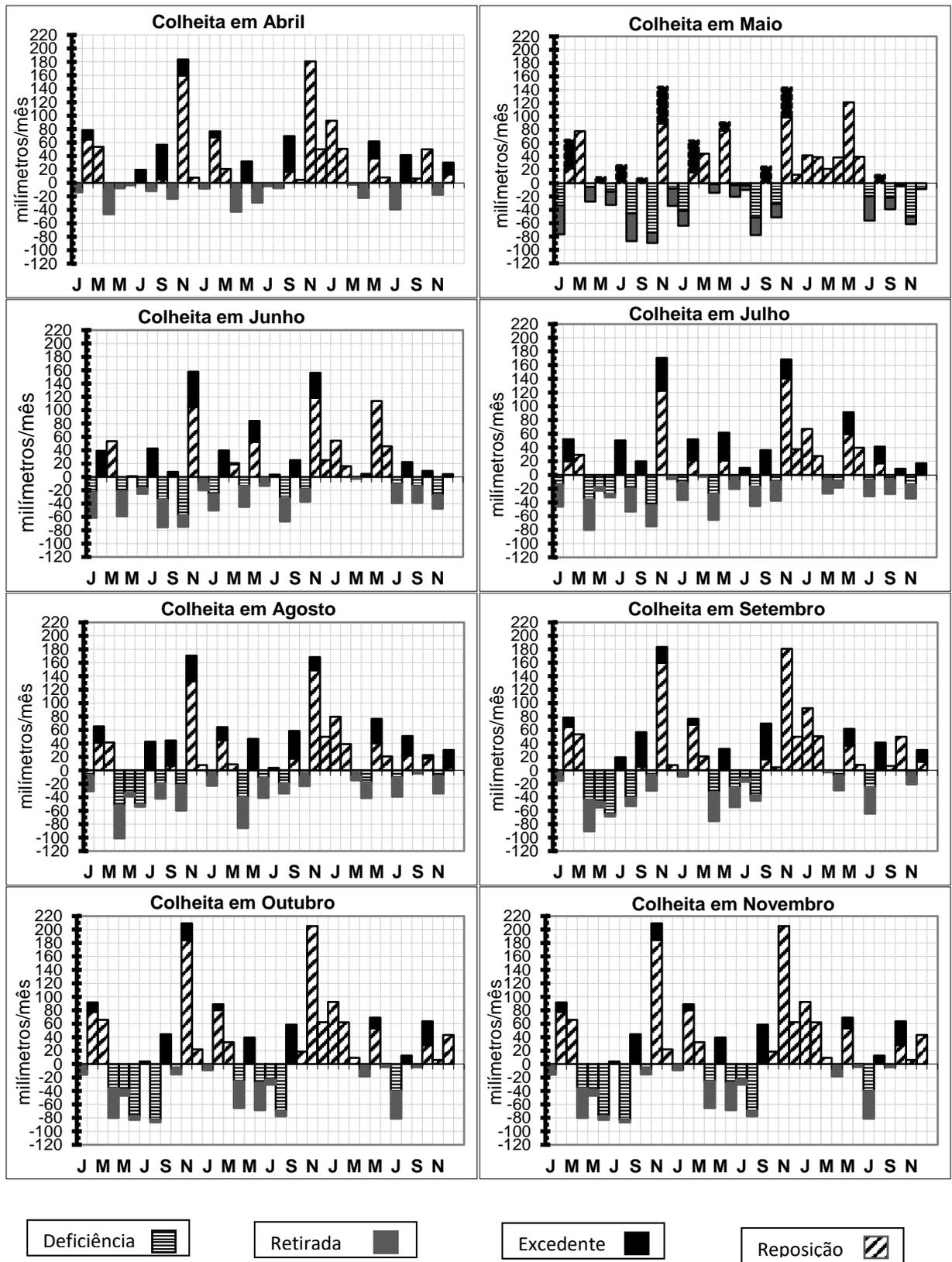


Figura 2: Balanço hídrico realizado nos 36 meses referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016, englobando os 24 meses do período das safras 2014/2015 e 2015/2016 em oito épocas de colheita, com deficiência, retirada, excedente e reposição hídrica na cana-de-açúcar em Pereira Barreto - SP.

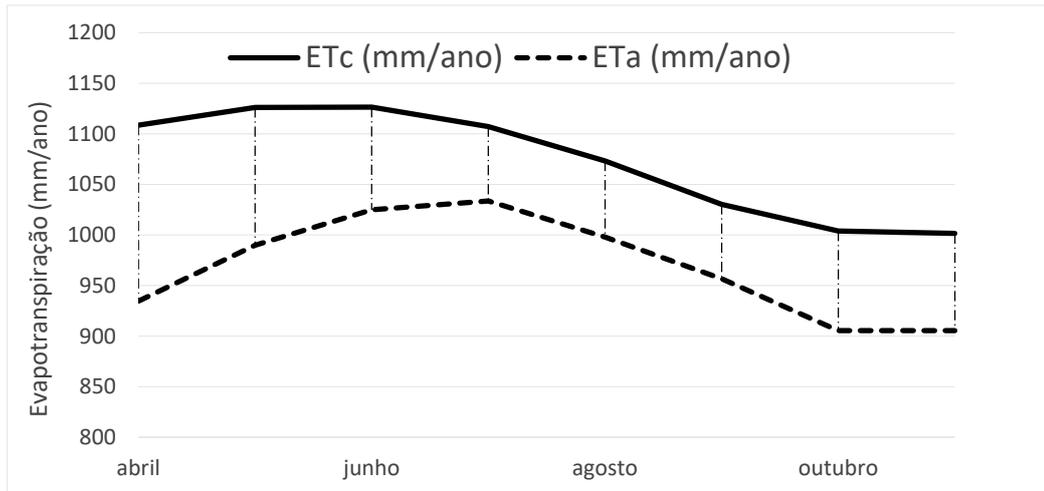


Figura 3. Evapotranspiração atual e da cultura.

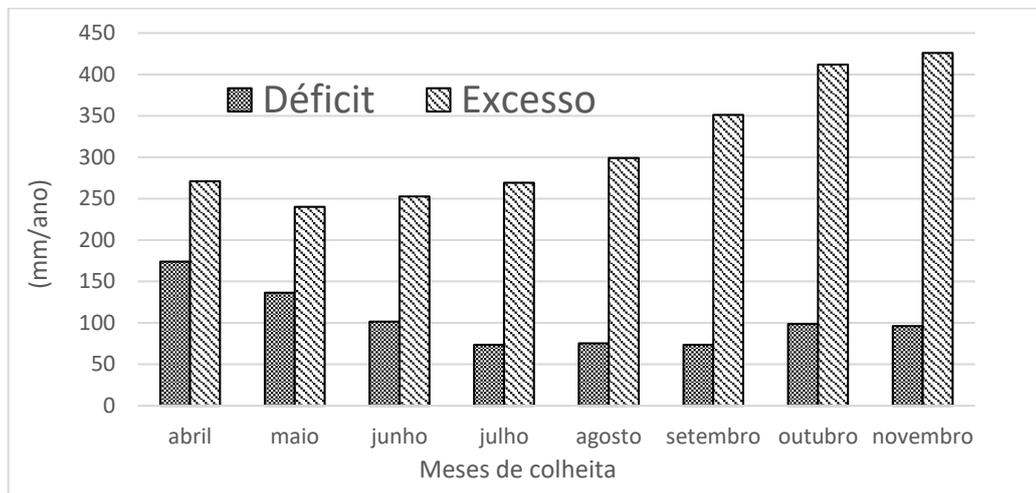


Figura 4. Déficits e excessos hídricos com base nos meses de colheita.

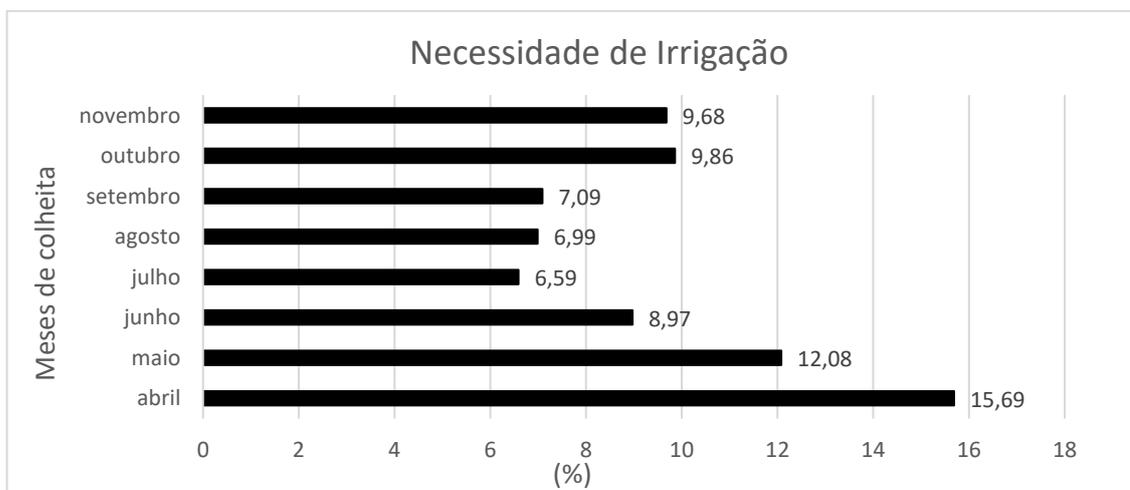


Figura 5. Necessidade de irrigação de acordo com os meses de colheita.