

VIABILIDADE DO CULTIVO DE LÚPULO NA REGIÃO DE SUD MENNUCCI - SP BASEADA NO BALANÇO HÍDRICO

Amanda Maria De Almeida Silva¹, Fernando Braz Tangerino Hernandez², João de Jesus
Guimarães³, Mara Lúcia Cruz de Souza⁴

RESUMO: O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira, perene, dioica e pertence à família das Cannabaceae. Os viveiros de lúpulo procuram aperfeiçoar cultivares com características que os produtores e cervejeiros almejam, visto que há um padrão de qualidade, e a qualidade do lúpulo pode modificar dependendo das condições climáticas, manejo do solo e condições de cultivo. Este trabalho teve por objetivo estimar o melhor período para o cultivo de lúpulo na região do Noroeste Paulista, a partir do balanço hídrico agroclimatológico com base na precipitação e evapotranspiração de referência (ET_o) média no período de 2011 a 2019, Capacidade de Água Disponível no solo (CAD) de 60 mm. As simulações foram baseadas para os meses de agosto, setembro e outubro, estimando-se a evapotranspiração da cultura (ET_c) a partir coeficientes de cultura (K_c) para cada fase fenológica e através do balanço hídrico obteve-se o mês crítico em função do plantio e armazenamento de água no solo, o mês de agosto e como sendo o mais indicado para o plantio de lúpulo, outubro.

PALAVRAS-CHAVE: *Humulus lupulus* L., demanda hídrica, evapotranspiração

FEASIBILITY OF HOP GROWING IN THE SUD MENNUCCI REGION - BASED ON THE WATER BALANCE

ABSTRACT: Hops (*Humulus lupulus* L.) is a perennial, dioic vine and belongs to the Cannabaceae family. Hop nurseries seek to perfect cultivars with characteristics that growers and brewers want, since there is a quality standard, and the quality of the hops can change depending on climatic conditions, soil management and growing conditions. This work aimed at estimating the best period for hop growing in the Northwest Paulista region, from the

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP Botucatu, Av. Universitária, 3780 - Altos do Paraíso (Fazenda Experimental Lageado, CEP 18610-034, Botucatu, SP. Fone (14) 3880-7100. e-mail: amanda.maria@unesp.br

² Professor Titular da UNESP Ilha Solteira. e-mail: fbthtang@agr.feis.unesp.br

³ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP Botucatu. e-mail: joao.jesus@unesp.br

⁴ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP Botucatu. e-mail: mara.lucia@unesp.br

agroclimatological water balance based on reference precipitation and evapotranspiration (ET_o) average in the period 2011 to 2019, Water Capacity Available in the soil (CAD) of 60 mm. The simulations were based for the months of August, September and October, estimating crop evapotranspiration (ET_c) from crop coefficients (K_c) for each phenological phase and through the water balance the critical month was obtained as a function of the planting and water storage in the soil, the month of august and as the most indicated for hop growing, october.

KEYWORDS: *Humulus lupulus* L., water demand, evapotranspiration

INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira, perene, dioica e pertence à família das Cannabaceae. Seu cultivo tem por interesse a inflorescência feminina do tipo cone (estróbilos), de onde são retiradas substâncias de interesse comercial, como alfa e beta ácidos que promovem o amargor e aroma das cervejas (DOODS, 2017).

Um fator importante para o cultivo é o clima, devido as exigências de certos controles de temperatura e umidade relativa do ar (BAMFORTH, 2003), sabendo-se que nem sempre o regime de chuva atende à demanda de água da cultura e, por isso, é necessário o uso da irrigação para se obter maiores produtividades com qualidade e garantia de safra (CARVALHO et al., 2018). Estes autores relatam que o manejo de irrigação adequadamente satisfatório estabelece condições que visam a maximização e a eficiência de uso da água como fator de produção, no entanto, a exigência hídrica e as respostas das culturas à irrigação variam com o tipo de solo, condições climáticas locais e dos estádios de crescimento. Além disso, deve-se quantificar o consumo de água via irrigação, e por isso é necessário estimar o teor de água no solo e avaliar a disponibilidade da mesma durante o ciclo.

A demanda hídrica está diretamente relacionada com a evapotranspiração e o coeficiente de cultura, e com base nesses parâmetros básicos é possível estabelecer a quantidade de água que a cultura necessita em suas fases de crescimento (NETO FRANÇA et al., 2001).

As informações quantitativas para o cálculo do balanço hídrico agroclimatológico são a precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ET_o) e são de extrema importância na avaliação da severidade, distribuição e frequência dos déficits hídricos, elaboração de projetos e manejo de sistemas de irrigação e drenagem (SOUZA et al., 2006; BRUNO et al., 2007; SOUZA FILHO & GOMES, 2008; DOURADO-NETO et al., 2010).

A cadeia produtiva do lúpulo ainda requer ajustes e aprimoramentos e atividades tecnológicas que visem incrementar a produtividade da cultura pois há carência de informações

sobre a tecnologia para a fertilização do solo e poucos relatos sobre o comportamento da cultura em diferentes condições de cultivo, como cultivares, níveis de fertilidade do solo, clima e disponibilidade de água (DINIZ NETO et al., 2009). Portanto a fase inicial na produção de lúpulo é influenciada por vários fatores ambientais, como temperatura, disponibilidade de água, luz, assim como pelo estado fisiológico das mudas (SILVA & DINIZ, 2017), e provavelmente o plantio de uma muda com baixa qualidade genética, fitossanitária e malnutrida prejudica a sua capacidade de adaptação edafoclimática, produtividade e longevidade dos campos de produção e a qualidade do produto (PEREIRA JUNIOR et al., 2020).

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo estabelecer o consumo hídrico para a cultura do lúpulo através do balanço hídrico para a região do noroeste paulista, devido ao fato de que a cultura do lúpulo ainda é recente, havendo inúmeros desafios tanto para os produtores quanto para a pesquisa.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados meteorológicos usados para o balanço hídrico foram obtidos através da Estação Santa Adélia Pioneiros localizada no município de Sud Mennucci - SP, (Latitude 20° 43' 42" Sul, Longitude 50° 57' 35" Oeste e altitude de 350 metros ao nível do mar), disponibilizados através do Canal Clima da UNESP (<http://clima.feis.unesp.br>) pertencente a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista.

O balanço hídrico foi calculado considerando uma Capacidade Água Disponível (CAD) de 60 mm, proporcional a profundidade efetiva do sistema radicular, e considerando a predominâncias dos Argilosos com CAD Média de 1,0 mm.cm⁻¹ de solo (ROSSI, 2017; REICHARDT, 1987).

A evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) foi calculada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) calculada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) pelo coeficiente de cultura - K_c (BERLATO et al., 1986), adotando-se os seguintes valores de 0,3; 0,3; 1,5 e 0,85.

O balanço hídrico foi realizados em planilha eletrônica desenvolvida por Rolim et al. (1998) com médias históricas de chuva e ET_o entre os anos 2011 e 2019, obtendo-se então os valores de evapotranspiração real (ET_r), déficit (DEF), excedente (EXC), retirada (RET) e reposição hídrica (REP) de água no solo para cada mês do ano e o índice de disponibilidade de água para a cultura foi obtido pela relação ET_r/ET_m para os meses de agosto, setembro e outubro (cultivo precoce, normal e tardio).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico aplicado ao cultivo de lúpulo mostrou-se uma ferramenta de extrema importância para o planejamento da necessidade de irrigação, visto que nas épocas de plantio (agosto, setembro e outubro) ocorre déficit hídrico para o pleno desenvolvimento da planta, verificando-se que o armazenamento de água no solo encontra-se abaixo do limite de água disponível, determinando assim a exigência de irrigação para as fases de crescimento rápido e médio. Carvalho et al. (2018) também observou o déficit hídrico para a cultura do lúpulo no Estado do Rio de Janeiro para os referidos meses de plantio.

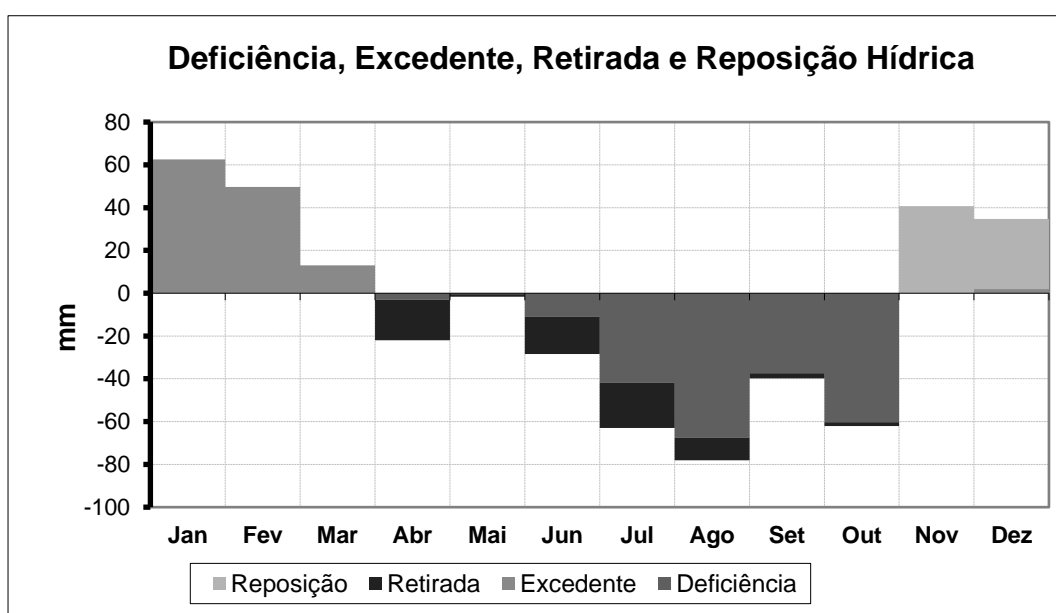


Figura1. Extrato do balanço hídrico mensal normal, para município de Sud Menucci, na região do Noroeste Paulista.

Segundo Hernandez et al. (2003), a região Noroeste Paulista onde o município Sud Menucci está inserido, possui um dos maiores índices de evapotranspiração do Estado de São Paulo, ocorrendo, além de recorrentes meses de déficit hídrico a presença de veranicos, o que poderá afetar a produtividade das culturas, colocando os investimentos em irrigação como fator de sustentabilidade do negócio de se produzir alimentos.

O ciclo da cultura é dividido em quatro fases fenológicas: fase inicial (25 dias), fase de crescimento rápido (40 dias), fase de crescimento médio (80 dias) e fase final (10 dias) e o balanço mensal foi realizado para o plantio precoce em agosto, plantio normal em setembro e para plantio tardio em outubro, e Reichardt (1990) relata que toda vez que a $E_{Tr} < E_{Tm}$, existe restrição de água e a produtividade pode ser afetada, razão pela qual a E_{Tm} é utilizada para se calcular a demanda climática máxima de uma cultura, em projetos de irrigação, dessa forma observou-se que no plantio precoce houve restrição hídrica nos estádio de crescimento rápido

e médio. Bispo et al. (2017) relatam que as precipitações no Noroeste Paulista são mais elevadas no verão principalmente nos meses de dezembro a março, no entanto, nos meses de julho a outubro, há ocorrência de deficiência hídrica mais acentuada no solo.

Através do balanço hídrico diário da cultura do lúpulo foi possível observar com mais precisão o mês crítico para o plantio, estimando assim os riscos nas diferentes fases fenológicas do ciclo. Os resultados da simulação de plantio no mês de agosto, setembro e outubro, mostram que houve precipitação distribuída ao longo do ciclo da cultura, e decréscimo de água disponível para as plantas a partir da fase de crescimento rápido estando de acordo com a razão $E_{Tr} < E_{Tm}$, necessitando assim o uso de irrigação. Bispo et al. (2017) observou que os meses de julho a novembro para o desenvolvimento da cana de açúcar foi desfavorável devido ao risco climático sendo necessário o uso de irrigação. No mês de outubro a água disponível para a planta encontrava-se mais acessível, assim há menor restrição hídrica. Este resultado corrobora com Brito et al. (2016), onde observaram que a partir do mês de outubro a frequência de chuvas aumenta e o solo fica mais úmido, sendo adequado para o cultivo de lúpulo no Estado do Rio de Janeiro.

Neve (1991) destaca que o lúpulo requer um bom suprimento de água durante a estação de crescimento para produzir altos rendimentos, devendo as regiões mais secas usar o suprimento de água através da irrigação, devido os baixos índices de precipitações e as condições climáticas mais quentes e secas, assim a combinação destes proporciona algumas das melhores condições para a produção de lúpulo. Dessa forma o lúpulo pode ser cultivado em uma ampla variedade de climas, incluindo semiárido, marítimo, continental úmido, e regiões subtropicais, com diferentes cultivares sendo mais adaptado às diferentes condições climáticas (TURNER et al., 2011).

Turner et al. (2011) relata que a demanda hídrica do lúpulo é de aproximadamente 700 a 800 mm de água de irrigação em toda a estação de crescimento em climas áridos, mas o tempo e a necessidade podem variar muito entre os locais. Marcos et al. (2011) observou que a demanda hídrica foi de aproximadamente 500 mm na Espanha, na República Checa o lúpulo consumiu 482 mm de água durante a estação de crescimento (RYBÁČEK, 1991), em Portugal a demanda foi de aproximadamente 500mm (CARRILHO, 1981), no nordeste dos Estados Unidos o consumo foi de 597 mm (CALDERWOOD et al., 2017).

É pertinente destacar que a demanda hídrica depende de alguns fatores, como o clima da região (precipitação, temperatura e umidade) e da variedade de lúpulo (GUIMARÃES, 2020).

A preparação para o plantio com base no BHC permite tomar um parecer sobre a necessidade de irrigação para a cultura do lúpulo, visando garantir o pleno desenvolvimento, entretanto evidencia-se que há a necessidade de maiores estudos sobre a cultura do lúpulo.

CONCLUSÕES

O balanço hídrico aplicado à cultura do lúpulo mostrou déficit de armazenamento de água no solo nos meses de agosto e setembro e nas condições da região Noroeste Paulista recomenda-se o início no mês de outubro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro na constituição da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (Processo 2009/52467-4, projeto “Modelagem da produtividade da água em bacias hidrográficas com mudanças de uso da terra”).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.

BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque “classe A” e radiação solar global. **Agronomia Sulriogradense**, v. 22, n. 2, p. 243-259, 1986.

BISPO, R. D. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. Balanço hídrico e estimativa do consumo relativo de água da cultura da cana-de-açúcar na Região Noroeste Paulista. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 94-101, 2018.

BRITO, T. T.; OLIVEIRA JUNIOR, J. F.; LYRA, G. B.; GOIS, G.; ZERI, M. Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, **Brazil. Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 129, n. 5, p. 469-478, 2016.

BRUNO, I. P.; SILVA, A. L.; REICHARDT, K.; DOURADO NETO, D.; BACCHI, O. O. S.; VOLPE, C. A. Comparison between climatological and field water balances for a coffee crop. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 3, p. 215-220, 2007.

CALDERWOOD, L.; CUBINS, J.; VESTY, D.; DARBY, H. Effect of Drive Row Ground Covers on Hop (Rosales: Cannabaceae) Yard Arthropod Pests in Vermont, USA. **Environmental Entomology**, v. 46, n. 2, p. 183–190, 2017.

CARRILHO, F. 1981. **Necessidades do lúpulo do ponto de vista do clima e trabalhos culturais**. Jornadas Técnicas sobre a Cultura do Lúpulo, Braga.

CARVALHO, V. P.; LIMA, E. P.; LYRA, G. B.; RODRIGUES, C.; LYRA, G. B. Balanço de água no solo para o cultivo de Lúpulo no município de Resende, Rio de Janeiro. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, p. 22, 2018.

DINIZ NETO, M. A.; TÁVORA, F. J. A. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; DINIZ, B. L. M. T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I - Componentes da produção e produtividade. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 40, n. 4, p. 10, 2009.

DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q.; METSELAAR, K.; REICHARDT, K.; NIELSON, D. R. General procedure to initialize the cyclic soil water balance by the Thornthwaite and Mather method. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 1, p. 87-95, 2010.

GUIMARÃES, J. D. J. **Comportamento agrônômico do lúpulo (Humulus lupulus L.) em. 2020**. Dissertação - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Botucatu - SP, 2020.

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

MARCOS, J. A. M.; NADAL, J. L. O.; ANDIÓN, J. P.; ALONSO, J. V.; PEDREIRA, J. M. G.; PAZ, J. F. **Guia del Cultivo del Lúpulo**. Galícia, 2011.

NEVE, R. A. **Hops**, 1ed., Springer: London, 1991.

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

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**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 2017.

RYBÁČEK, V. **Hop Production**. New York: Elsevier, 1991.

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, 2009.

SOUZA FILHO, J. L. M.; GOMES, S. Limites na utilização de um modelo de balanço hídrico decidual em função da capacidade de água disponível no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 153-163, 2008.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006.

TURNER, S. F.; BENEDICT, C. A.; DARBY, H.; HOAGLAND, L. A.; SIMONSON, P.; SERINE, J. R.; MURPHY, K. M. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 6, p. 1645-1654, 2011.