

## PLANEJAMENTO AGRÍCOLA PARA O FEIJOEIRO BASEADO NO BALANÇO HÍDRICO NO NOROESTE PAULISTA

Mara Lúcia Cruz de Souza<sup>1</sup>, Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>2</sup>, João de Jesus Guimarães<sup>3</sup>, Amanda Maria de Almeida<sup>4</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi planejar a melhor época de semeadura para o feijoeiro na região de Pereira Barreto, com base na demanda hídrica utilizando o balanço hídrico diário (BHD). Para o BHD utilizou-se uma série histórica (2012 a 2018) com dados diários de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e precipitação. Realizou-se simulações para diferentes épocas de semeadura para o dia 15 de cada mês (março, abril, maio, junho, julho e agosto), sendo considerado o período de 2012 a 2018 e também para o ano de 2019. Os meses de março e abril são indicados para o plantio do feijoeiro para a região de Pereira Barreto, sendo estes que exigem menor uso da irrigação, reduzindo custos energéticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** demanda hídrica, *Phaseolus vulgaris* L., agroclimatologia

## AGRICULTURAL PLANNING FOR BEAN GROWTH BASED ON THE WATER BALANCE IN NORTHWEST OF SAO PAULO

**ABSTRACT:** The goal of this work was to plan the best sowing time for beans in the Pereira Barreto region, based on water demand using the daily water balance (DWB). For DWB, a historical series (2012 to 2018) was used with daily reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) and precipitation data. Simulations were carried out for different sowing times for the 15th of each month (March, April, May, June, July and August), considering the period from 2012 to 2018 and also for the year 2019. The months of March and April are indicated for the planting of beans for the Pereira Barreto region, which require less use of irrigation, reducing energy costs.

**KEYWORDS:** water demand, *Phaseolus vulgaris* L., agroclimatology

1 Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), CEP 18610-034, Botucatu, SP. Fone (14) 3880-7165. e-mail: mara.lucia@unesp.br

2 Professor Titular, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. Fone (14) (18) 3743-1142. e-mail: fernando.braz@unesp.br

3 Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), CEP 18610-034, Botucatu, SP. Fone (14) 3880-7165. e-mail: joao.jesus@unesp.br

4 Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), CEP 18610-034, Botucatu, SP. Fone (14) 3880-7165. e-mail: amanda.maria@unesp.br

## INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado umas das principais espécies de leguminosas para o consumo humano, sendo reconhecido como uma importante fonte de proteínas, carboidratos, fibras e minerais (PETRY et al., 2015). O cultivo geralmente é realizado por pequenos produtores em regiões propensas a estresses abióticos, principalmente deficiência hídrica (MUKESHIMANA et al., 2014).

O balanço hídrico aplicado é uma ferramenta indispensável para o planejamento agrícola de diversas culturas, por fornecer informações dos períodos mais propícios à escassez hídrica que devem ser repostas pela irrigação, garantindo o potencial produtivo destas em uma dada região.

Os avanços tecnológicos no setor agrícola têm se expandido em grande escala nas últimas décadas, porém o desenvolvimento e produção das culturas continuam sendo dependentes dos fatores climáticos, cerca de 80% da variabilidade da produção agrícola é causada pelas condições climáticas locais (ADAPTACLIMA, 2019). Os sistemas agrometeorológicos são ferramentas indispensáveis à produção agrícola, visando uma maior produção, sem perdas devido à variabilidade climática (JONES et al., 2016).

O ciclo produtivo do feijoeiro é em torno de 90 dias, assim pode ser cultivado em sucessão, consórcio e rotação de culturas ao longo do ano (MYERS & KMIETIK, 2017). O feijoeiro apresenta como principal característica sua sazonalidade, podendo ser cultivado praticamente o ano todo. De acordo com Posse et al. (2010), o feijão é cultivado em três safras: primeira safra ou “safra das águas”, segunda safra ou “safra da seca” e terceira safra ou “safra de inverno”. O cultivo da primeira e segunda safra é realizada principalmente por pequenos produtores, em sua maioria, por agricultores familiares, já a terceira safra é realizada com alta tecnologia com o uso da irrigação por grandes produtores (RICHETTI & ITO, 2015).

Devido a sua sazonalidade, o feijoeiro está sujeito as diversas condições ambientais, sendo os fatores que mais afetam a produção dessa cultura: temperatura, escassez hídrica e radiação solar. Segundo MAPA (2012), temperaturas elevadas e baixas influenciam todo o ciclo da cultura, principalmente no florescimento e enchimento dos grãos. A escassez hídrica causa efeito direto na produção dos grãos, limitando o crescimento e desenvolvimento da cultura (MARCO et al., 2012).

Neste contexto, O objetivo deste trabalho foi planejar a melhor época de semeadura para o feijoeiro na região de Pereira Barreto, Estado de São Paulo com base na demanda hídrica da cultura e a oferta de chuvas históricas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho teve como objetivo o município de Pereira Barreto, região Noroeste do Estado de São Paulo, que segundo Campos et al. (2007) apresenta clima classificado por Köppen como tropical chuvoso, tipo Aw com chuvas de verão e estiagem de inverno, apresenta ainda, precipitação média anual de 1.228 mm e temperatura média ar variando de 21,2 a 26,8°C.

Foram utilizados dados diários médios no período de 2012 a 2018 de precipitação e evapotranspiração de referência ( $ET_o$  - Penman-Monteith) oriundos da Estação Bonança, localizada no município de Pereira Barreto (Latitude: 20 40' 23.1" Sul e Longitude: 51 2' 2.1" Oeste e altitude de 357 metros), pertencente a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, operada pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Ilha Solteira. Para a realização do balanço hídrico diário assumiu-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 30 mm, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular do feijão de 30 cm e a CAD unitária de  $1,0 \text{ mm cm}^{-1}$  predominante dos argilosos na região de estudo (REICHARDT, 1987).

Para a determinação da demanda hídrica considerou-se 100% para a capacidade de campo (CC) e 60% como esgotamento crítico com base no fator “p” de 0,40, além destes, foi calculado a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) utilizando valores de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) inicial de 0,4, médio 1,2 e final de 0,55, conforme Equação 1, apresentados por Allen et al. (1998).

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (1)$$

Em que:  $ET_c$  = Evapotranspiração da cultura  $ET_o$  = Evapotranspiração de referência  $K_c$  = Coeficiente de cultura (simples)

Para tanto, foram realizadas irrigações para que o armazenamento de água no solo fosse mantido entre a CC e o esgotamento crítico, realizando-se simulações para diferentes épocas de semeadura para o dia 15 de cada mês (março, abril, maio, junho, julho e agosto), sendo considerado o período de 2012 a 2018. Por fim, foi realizado a simulação para as mesmas épocas de semeadura, porém, considerando apenas o ano de 2019 e o ciclo do feijoeiro é de 95 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O armazenamento de água no solo médio no período de 2012 a 2018 está apresentado na Figura 1 (A a F, segundo o mês de semeadura). Na Figura 1A observa-se que para a semeadura realizada em 15 de março, o ciclo da cultura foi beneficiado por uma distribuição de chuva regular, com 232 mm no período analisado, sendo que em apenas cinco dias durante todo o ciclo da cultura foi necessária a irrigação, totalizando 40 mm, e comportamento similar para a semeadura em 15 de abril, quando foram necessárias apenas seis irrigações, totalizando 44 mm.

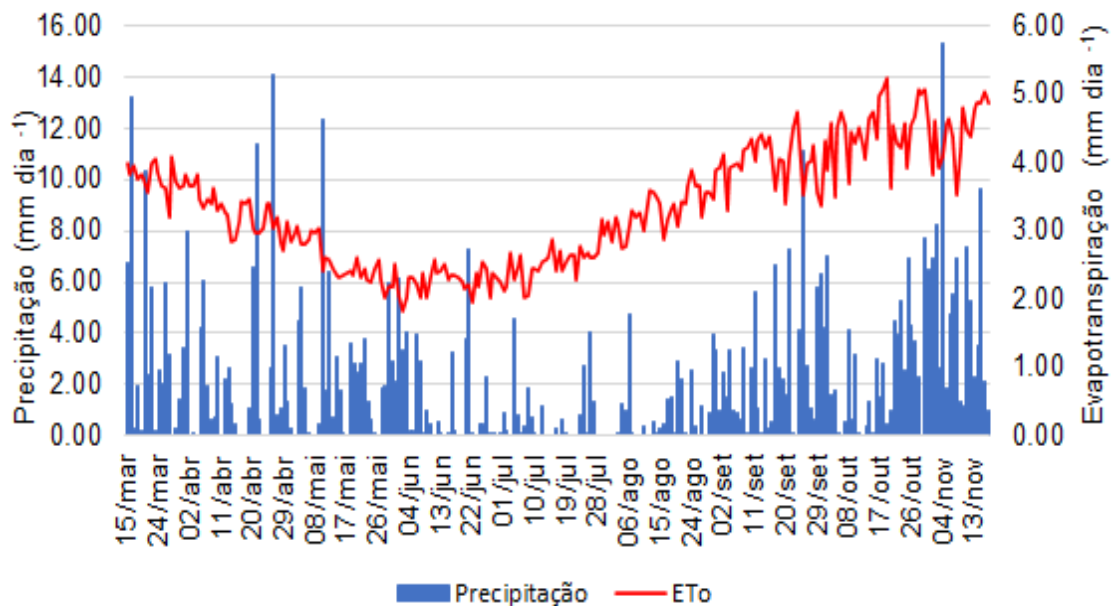
Os plantios realizados nos meses de maio, junho, julho e agosto tiveram influência pela escassez de chuva na região e foram necessárias inúmeras irrigações ao longo do período com lâminas variando de 6 a 12 mm, totalizando 110, 159, 168 e 144 mm, para os meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente, o que impacta em um custo de produção mais elevado e a irrigação, uma obrigatoriedade. Segundo Silva Júnior et al. (2018) o período de maiores deficiências de água no solo na região do Noroeste Paulista concentra-se nos meses de abril a outubro, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Na Figura 2 estão apresentados os valores de ETo e precipitação para as diferentes épocas de semeadura podendo ser observado que a maior ETo e precipitação se concentraram nos períodos de janeiro a maio e de agosto a novembro da série histórica estudada, sendo estes os meses de maior demanda hídrica pela cultura. De modo geral, as melhores épocas para a semeadura do feijoeiro para a região são aquelas que se iniciam no dia 15 dos meses de março e abril, pois nesse período o armazenamento de água no solo é maior devido as maiores precipitações, o que implica no menor uso da irrigação e conseqüentemente, menores custos energéticos.

A Tabela 1 traz o resumos das demandas hídricas (ETo e ETc), as chuvas e a necessidade de irrigação para a produtividade potencial nas diferentes épocas de semeadura para o ano de 2019 em comparação à série histórica utilizada, podendo ser observado que este ano se comportou de modo atípico em relação ao esperado na médias dos últimos 7, como decorrência do menor volume de chuvas na região no ano de 2019, principalmente nos meses de julho e agosto, os quais apresentaram decréscimo de 41 e 56%, respectivamente, quando comparada à série. Em relação a demanda por ETo e Etc verifica-se comportamento similar entre a série histórica estudada e o ano de 2019.



**Figura 1.** Armazenamento de água no solo em semeadura do feijoeiro em (A) 15 de março; (B) 15 de abril; (C) 15 de maio; (D) 15 de junho e (E) 15 de agosto, a partir de médias diárias do período de 2012 a 2018.



**Figura 2.** ETo e precipitação para as diferentes épocas de semeadura para o período de 2012 a 2018.

**Tabela 1.** Necessidade de irrigação em diferentes épocas de semeadura do feijoeiro para o ano 2019 e histórica.

Semeadura	ETo	ETo	ETc	ETc	Precipitação	Precipitação	Irrigação	Irrigação
	(mm) histórica	(mm) 2019	(mm) histórica	(mm) 2019	(mm) histórica	(mm) 2019	(mm) histórica	(mm) 2019
15 - março	280	273	223	214	232	181	40	109
15 - abril	241	242	186	188	167	107	44	119
15 - maio	241	251	187	197	106	100	110	161
15 - junho	288	297	226	231	102	93	159	207
15 - julho	344	360	276	284	148	88	168	273
15 - agosto	394	409	316	334	268	117	144	293

Evapotranspiração da cultura (ETc); Evapotranspiração de referência (ETo).

A Tabela 2 apresenta as demandas hídricas (ETc) para as fases de desenvolvimento nas diferentes épocas de semeadura. Comparando a série histórica utilizada em relação com ano de 2019, observa-se que os cultivos realizados nos meses de março, abril, julho e agosto apresentaram maior demanda nas fases de desenvolvimento em relação a demanda encontrada nos meses de maio e junho

**Tabela 2.** Demanda hídrica (mm) para as fases de desenvolvimento nas diferentes épocas de semeadura do feijoeiro para o ano 2019 e histórica

Semeadura	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 1	Fase 2	Fase 3
	histórica	histórica	histórica	2019	2019	2019
15 - março	15.4	184.8	21.5	14.8	178.0	21.3
15 - abril	12.7	152.9	21.9	12.2	153.5	22.6
15 - maio	9.5	148.9	28.5	9.0	159.5	28.1
15 - junho	9.0	180.3	36.5	9.5	182.6	39.3
15 - julho	10.4	227.3	38.7	11.6	228.1	44.6
15 - agosto	13.5	262.2	40.2	12.7	281.1	40.3

Fase 1 – inicial; fase 2 – desenvolvimento; fase 3 – final.

Os fatores climáticos influenciam diretamente o desenvolvimento, a qualidade e a produtividade das culturas agrícolas em todo o mundo. Analisar a relação existente entre clima e agricultura é essencial para determinar o estabelecimento de culturas em uma específica região, definir melhores técnicas de cultivo e adotar estratégias adequadas para garantir o sucesso do sistema produtivo (BALDISERA & DALLACORT, 2017). Para ter rendimento satisfatório na produção agrícola, é necessário considerar as condições do meio ambiente e suas interações com a cultura, desde o período que antecede o plantio, a colheita e a pós-colheita.

As estimativas climáticas indicam modificações significativas nos padrões de temperatura do ar e precipitação nas regiões do Brasil, sendo assim, afetando a disponibilidade dos recursos hídricos (MILHORANCE et al., 2019). Além disso, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) informa que vários são os fatores que podem afetar os padrões climáticos, desta forma, estes padrões não serão iguais em um intervalo de tempo para outro, ou seja, apresentando variações a curto, médio e longo prazo (CONTI, 2005).

## CONCLUSÕES

De acordo com a série histórica estudada, os meses de março e abril são indicados para o plantio do feijoeiro para a região de Pereira Barreto, sendo estes que exigem menor uso da irrigação, reduzindo custos energéticos. O ano de 2019 diverge da série histórica, evidenciando mudanças nos índices pluviométricos, necessitando do uso da irrigação.

## 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

ADAPTACLIMA. **Plataforma de conhecimento em adaptação à mudança climática.** Ministério do meio ambiente. Agricultura no contexto da mudança do clima. Brasil. 2019.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.

BALDISERA, R. S; DALLACORT R. Influência das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera em regiões agricultáveis do Brasil. **Revista de Ciências Agroambientais** v. 15, n. 2, 2017.

CAMPOS, M. C. C.; JÚNIOR, J. M.; 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, n. 3, p. 519-529, 2007.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 70-75, 2005.

JONES, J. W.; ANTLE, J. M.; BASSO, B.; BOOTE, K. J.; CONANT, R. T.; FOSTER, I.; GODFRAY, H. C. J.; HERRERO, M.; HOWITT, R. E.; JANSSEN, S.; KEATING, B. A.;

MUNOZ-CARPENA, R.; PORTER, C. H.; ROSENZWEIG, C.; WHEELERK, T. R. Brief history of agricultural systems modeling. **Agricultural systems**, v. 155, p. 240-254, 2016.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Perfil do feijão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 16 de maio de 2014.

MARCO, K.; DALLACORT, R.; JÚNIOR, C. A. F.; FREITAS, P. S. L.; VILLELA, T. G. Aptidão Agroclimática e Características Agronômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra – MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 160, 2012.

MILHORANCE, C.; MENDES, P.; MESQUITA, P.; MORIMURA, M.; REIS, R.; RODRIGUES FILHO, S. O desafio da integração de políticas públicas para a adaptação às mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 175-195, 2019.

MUKESHIMANA G.; BUTARE L.; CREGAN P. B.; et al. Quantitative trait loci associated with drought tolerance in common bean. **Crop Sci**, v. 54, p. 923–938, 2014.

MYERS J. R.; KMIETIK K. (2017) Common Bean: Economic Importance and Relevance to Biological Science Research. In: Pérez de la Vega M., Santalla M., Marsolais F. (eds) **The Common Bean Genome**. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63526-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63526-2_1)

PETRY, N.; EGLI, I.; GAHUTU, J. B.; TUGIRIMANA, P. L.; BOY, E.; HURRELL, R. Stable Iron Isotope Studies in Rwandese Women Indicate That the Common Bean Has Limited Potential as a Vehicle for Iron Biofortification. **The Journal of Nutrition**, p. 492-497, 2015.

POSSE, S. C. P. et al. (Coord.) Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. Vitória: **Incaper**, 2010. 245 p. (Incaper. Documentos, 191).

REICHARDT, K. **A água nos sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

RICHETTI, A.; ITO, M. A. **Viabilidade Econômica da Cultura do Feijão-Comum, Safra da seca de 2016**, em Mato Grosso do Sul. EMBRAPA. 2015.

SILVA JÚNIOR, J. F.; HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, I. P. F.; REIS, L. S.; TEIXEIRA, A. H. C. Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do



balanço hídrico. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 2, p. 122-131, 2018.