



SEMEADURA DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAPURA- SP¹

A. M. A. Avilez², F. B. T. Hernandez³

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo encontrar o melhor período para a semeadura do feijoeiro a partir do confronto entre a ocorrência de chuva e evapotranspiração histórica no município de Itapura visando o menor fornecimento de água pelos sistemas irrigação e assim o menor custo. A partir de fevereiro até junho estimou-se a evapotranspiração de referência por Penman-Monteith, aplicou-se o coeficiente de cultura correspondente (FAO 56) e realizando o balanço hídrico diário chegou-se a data do dia 15 de abril como a mais indicada para a semeadura do ponto de vista de consumo de água pelas plantas e ocorrência e distribuição das chuvas, portanto, com menor custo energético e ainda com vantagens agronômicas, como minimizar possíveis problemas de podridão da raiz por excesso de água no solo e menor probabilidade do ataque por mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Se a semeadura for realizada no período sugerido os custos relativos à irrigação são 33% menores que o máximo, quando semeado em 15 de junho. Ainda, historicamente se colherá com bons preços no mercado para a época da colheita. Plantios a partir do mês de maio até agosto são mais desfavoráveis devido à baixas precipitações e elevadas taxas de evapotranspiração de referência e da cultura, que variam entre 219 mm e 192 mm em maio e 267 mm e 244 mm em junho.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, chuvas, data de plantio

SOWING OF THE BEAN IN THE FUNCTION OF THE WATER AVAILABILITY IN THE SOIL IN THE MUNICIPALITY OF ITAPURA- SP

ABSTRACT: The objective of this work was to find the best period for sowing of common bean from the confrontation between an occurrence of rainfall and historic evapotranspiration in the municipality of Itapura aiming at the lower water supply to irrigation systems and thus the lowest cost. From February to the end of June, point to a reference evapotranspiration by Penman-Monteith, applying the coefficient of cultural correspondence (FAO 56) and

¹ Apoio financeiro da FAPESP Processo 2.009/52.467-4

² Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP Botucatu. E-mail: betomario1494@gmail.com

³ Professor Titular da UNESP Ilha Solteira. Email: fbhtang@agr.feis.unesp.br

performing the daily water balance reached the date of April 15 as indicated for A sowing from the point of view of water consumption in plants and occurrence and distribution of rainfall, therefore, with a lower energy cost and with agronomic advantages, such as minimizing possible problems of root rot by excess of water without soil and less probability of the white-fly attack (*Bemisia tabaci*). If sowing is carried out during the suggested period, the costs related to irrigation are 33% lower than the maximum when sowed on June 15. Still, it will historically be picked at good prices on the market for a harvest time. Plantings from the month of May to August are more unfavorable due to low rainfall and high rates of reference evapotranspiration and cropping, ranging from 219 mm and 192 mm in May 267 mm and 244 mm in June.

KEYWORDS: Evapotranspiration, rainfall, planting date

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de feijão no mundo, juntamente com países como México, Índia, Mianmá e China (FAO, 2014). O feijão representa uma fundamental importância social e econômica para o Brasil, constituindo-se como uma das principais fontes proteicas na alimentação da população (EMBRAPA, 1982). A produção média total para 2016/2017 foi de 2.837,5 2.964,3 e 2.980,8 mil toneladas, na primeira, segunda e terceira safra respectivamente, as quais são semeadas de agosto a dezembro; janeiro a março e de abril a julho, sendo a produtividade média 886 1.048 e 1.048 kg ha⁻¹. (CONAB, 2016).

A produção de feijão vem crescendo cada dia mais, tendo em vista que esta cultura tem um alto consumo *per capita*, gera bons ingressos econômicos e é ideal como cultivo entre safra por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico no solo. Contudo, o subministro de água é uma das grandes restrições para sua produção, sendo que este produto requer bons níveis de água no solo durante o seu ciclo produtivo. O requerimento da água pelas culturas agrícolas depende principalmente das condições físicas do solo, das atmosféricas, do estado nutricional das plantas, de fatores fisiológicos, da natureza genética e do seu estágio de desenvolvimento, por isso a importância de realizar pesquisas para se ter uma melhor compreensão da fisiologia e do manejo da água nos cultivos em climas áridos e semiáridos para assim ter uma maior eficiência no uso da água (STIKIĆ et al., 2003). Cada planta tem suas próprias exigências em relação a quantidade de água que requer para produzir um kg de matéria seca, no caso da cultura

de feijão se requer cerca de 1750 kg de água para a produção de 1 kg de matéria seca e grãos (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

O déficit hídrico na planta é caracterizado por uma redução do seu conteúdo de água e do seu potencial hídrico, resultando em perda de turgescência, fechamento dos estômatos, redução do crescimento e conseqüentemente, redução da produção final. Como a maioria das culturas, o feijoeiro é sensível aos estresses hídricos, seja pelo déficit de água ou pelo seu excesso. Assim, surge a necessidade de propiciar condições ambientais mais favoráveis para otimizar a produtividade da cultura. (ALEXSANDRA et al, 2005). O período mais crítico de ocorrência de déficit hídrico para a cultura do feijoeiro, encontra-se entre o subperíodo do início do florescimento, ao início do enchimento de grãos, sendo esta a fase onde ocorre a maior demanda de água pela cultura, e coincidindo com o maior índice de área foliar, aumentando assim, seus processos transpirativos e sua atividade fotossintética. Desta forma, o déficit hídrico durante este período, acarreta em redução de todos os componentes da produção, e conseqüentemente em menor produtividade (MARIZANGELA et al., 2010)

DOOREMBOS & KASSAM (1979) também analisaram vários experimentos com feijoeiro e notaram que um déficit hídrico de 50% na etapa vegetativa, provoca uma redução de rendimento de 10%. O mesmo déficit na floração reduz a produção em 55%, e durante o enchimento das vagens, em 38%. No entanto, o déficit durante a maturação reduz o rendimento em apenas 10%. E assim, JADOSKI et al. (2003) ensinam que a utilização de sistemas de irrigação é essencial onde a demanda hídrica da cultura não é suprida pela chuva ao longo do seu ciclo, tendo em vista as diferentes necessidades hídricas do feijoeiro em seus diferentes estádios de desenvolvimento, visando assim, ganhos expressivos na produtividade.

Considerando a grande importância econômica e social que o feijão apresenta no Brasil, é fundamental a realização de estudos sobre aplicação de técnicas de otimização para o planejamento da produção sob irrigação, justificado ainda pelo fato de que o feijoeiro é uma cultura de elevado padrão de risco, devido à grande sensibilidade tanto ao déficit hídrico quanto ao excesso de água, tornando-se cada vez mais interessante a tecnificação da produção, utilizando-se de sistemas de irrigação e outras tecnologias alicerçado na planejamento dos recursos ambientais. E assim, neste trabalho utilizou-se informações agroclimatológicas para o planejamento do manejo racional da água no plantio de feijão, no Município de Itapura, Estado de São Paulo, identificando os meses mais ideais para o plantio com o melhor aproveitamento das chuvas e assim, menor gasto de energia e água para a irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados históricos (anos de 2012 a 2016) de chuva e evapotranspiração de referência (ET_o) obtidos e disponibilizados pela Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (<http://clima.feis.unesp.br>) operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira, no município de Itapura (Latitude 20° 38' 28,1" S, Longitude 51° 28' 29,9" W, 335 m de altitude). De acordo com Köppen, o clima da região em estudo é classificado como subtropical úmido, C_{Wa}, definida como um clima tropical úmido, com a estação seca com duração de até oito meses, com precipitação anual média 1261 mm e temperatura do ar entre de 21,4 a 26,9°C e umidade relativa média é de 62,4% (SANTOS et, 2010).

Para as análises de disponibilidade hídricas no solo foram calculados os riscos climáticos que apresenta a região, o requerimento hídrico diário da cultura do feijoeiro para máximos rendimentos em função de simulação de diferentes épocas de semeadura, estimando os riscos nas diferentes fases do ciclo. O balanço hídrico foi simulado para cinco épocas de plantio correspondentes aos dias julianos (DJ) 36 (15 fevereiro), 64 (15 de março), 95 (15 de abril), 125 (15 de maio), 156 (15 de junho), de acordo com a tradição de plantios na região.

As necessidades hídricas da cultura do feijoeiro foram estimadas diariamente utilizando-se a ET_o por Penman-Monteith fornecidas por UNESP (2017) e os coeficientes de cultivo (K_c) sugeridos por ALLEN et al. (1998). O balanço hídrico diário foi iniciado em cada data simulada e o ciclo total foi de 95 dias, com uma CAD - Capacidade de Água Disponível de 30 mm - predominância de Argisolos - e a chuva média histórica para cada DJ e a evapotranspiração da cultura (ET_c) estimada pelo produto entre a ET_o e o K_c variável em função do dia após a semeadura (DAS), sendo 0,4 até 15 DAS chegando à 1,2 aos 40 DAS, permanecendo até 75 DAS e encerrando o ciclo aos 95 DAS com o decréscimo até 0,4.

O planejamento da irrigação considerou a reposição da ET_c acumulada em 10 mm para a reposição e otimização dos custos energéticos, com aproveitamento máximo da tarifa diferenciada e um esgotamento médio em torno de 30% da CAD, garantindo segurança hídrica, uma vez que nas condições climáticas locais e do feijoeiro, Doorenbos e Kassam (1979) recomendam o esgotamento máximo de 50% da CAD (Crítico) para que não haja comprometimento ao potencial produtivo da cultura. A quantidade de água repostada pelo sistema de irrigação em um sistema pivô central existente na região que serviu de base para o trabalho é então a soma das lâminas simuladas de irrigação para se atingir a capacidade de campo. O sistema de irrigação por pivô central com capacidade de irrigar uma área de 93,23 ha, vazão no sistema de 399,58 m³/hr, potência para operar de 163,3 KW

Para a análise econômica, as receitas foram calculadas a partir do preço médio mensal da saca de feijão (60 kg) subministrado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) onde para o

mês de janeiro o preço é de R\$195,15, para fevereiro R\$191,11, março R\$196,55, abril R\$231,39, maio R\$270,75, junho R\$476,75, julho R\$387,94, agosto R\$366,61 e setembro de R\$325,12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da simulação com data de plantio 15 de fevereiro (Figura 1a) mostram uma grande distribuição de precipitações durante o ciclo, os registros das precipitações durante os 48 DAP foram contínuas, desta forma o solo apresentou-se com valores acima da capacidade de campo e sem necessidade de irrigação, a irrigação tornou-se necessária para os 52 e 55 DAP com a aplicação de lâminas de 9 e 8,9 mm. Após a aplicação destas lâminas juntamente com as precipitações a água disponível no solo manteve-se ótima para a cultura até o 65 DAP. Já a irrigação voltou a ser aplicada para os 66, 71, 74, 77 e 83 DAP com lâminas de 7,7, 7,0, 7,0, 6,8 e 8,6 mm para cada dia. Na Figura 1b é representada a data de plantio de 15 de março, com este ciclo apresentando a menor distribuição de chuva e assim aumentando o uso da irrigação, enquanto que os DAP que apresentaram mais ocorrência de chuva foram entre os dias 1 até o 46 e 70 até 85. As irrigações foram aplicadas nos DAP 41, 44, 47, 52, 55, 61, 64, 67 e 70 para manter a cultura sem o déficit hídrico. Para a (figura 1c), data de plantio 15 de maio os dias a serem irrigados aumentaram, precisando aplicação de 12 lâminas entre 6,6 e 9 mm para os DAP 47, 51, 59, 63, 67, 70, 77, 79, 82, 85, 88 e 92. O último ciclo de plantio começando no dia 15 de junho (Figura 1d) mostra como após 44 DAP até os 84 DAP o consumo de água pela cultura deverá ser suprido pela irrigação com a aplicação de 20 lâminas, variando dos 6,3 até os 9 mm para cada uma, sendo assim o ciclo com a maior aplicação de lâminas de irrigação, 21 no total sendo uma lâmina aplicada nos 39 DAP. O terceiro ciclo começando no dia 15 de abril está representado na figura 1e a qual mostra boa distribuição das precipitações ao longo do ciclo e desta forma tendo moderada aplicação da irrigação, sendo aplicada nos DAP 25, 33, 36, 39, 53, 60, 63 e 80.

Os resultados das simulações do ciclo do feijoeiro para as cinco épocas de plantio apresentam na Tabela 2. Os valores da ETc total, da chuva, da irrigação e o número de dias que o solo se encontrou acima da capacidade de campo por excesso de chuvas na região.

O ciclo do feijão que começa no dia 15 de fevereiro apresentou uma maior ETc histórica, com valor equivalente à 246 mm, esse período também teve os valores mais elevados de radiação solar e temperatura do ar sendo comum que as taxas de evaporação e transpiração se elevem, segundo DOORENBOS & PRUITT (1977). A ocorrência de chuvas foi de 328 mm

sendo a maior histórica, com 51 dias acima da capacidade de campo, o alto índice de ocorrência de chuva fizeram com que a quantidade de água aplicada pela irrigação fosse pouca com uma quantidade de 55 mm, sendo esta a mais baixa das cinco simulações, a figura 6, mostra altos índices de precipitação e de evapotranspiração em quase todo este ciclo, sendo um final de verão bastante chuvoso, e assim compensando a alta taxa de evapotranspiração. Para a época de plantio que começou no dia 15 de março a ETc foi de 204,6mm segundo valor mais alto das simulações, a chuva finalizou com 177,6 mm, a ocorrência da precipitação foi concentrada nos primeiros 30 dias (DJ 64 até 94) do ciclo, como mostra a Figura 2, e assim finalizando com 31 dias acima da capacidade de campo, as taxas de evapotranspiração começaram a cair depois dos 30 dias da data de plantio junto com as ocorrências de chuvas pelo que a irrigação aumentou para 67,8 mm em relação à anterior. O ciclo iniciado no mês de abril gerou bons resultados em relação a água aproveitada da chuva e a ETc de 180,3 mm (o menor dos valores encontrados), chuva de 115,2 mm e somente com 19 dias acima da capacidade de campo, demonstrando que a chuva foi bem distribuída e as menores taxas de evapotranspiração, diminuindo diretamente a necessidade de irrigação para 56,2 mm. No quarto ciclo a ETc aumentou com valor de 191,7 mm, a quantidade de chuva foi menor, 96,2 mm, encontrando-se acumulações entre os dias julianos 132-148 e 156-180 (Figura 2.) e aumentando desta forma os dias acima de capacidade de campo para 23, o uso da irrigação também aumentou para 94 mm sendo o segundo valor mais elevado. Já para a simulação do último ciclo com data de plantio no dia 15 de junho a cultura seria submetida a elevada taxa de evapotranspiração, com valores iguais a 244,2 mm e a menor ocorrência de precipitação, sendo esta de 95,7 mm, aumentando desta forma, diretamente a necessidade de água via irrigação, desta forma representando o valor mais alto de todas as simulações, 156 mm.

A Figura 2 representa de forma detalhada como ocorre a distribuição das chuvas e as taxas de evapotranspiração ao longo dos dias que foram simulados os cinco ciclos, nos primeiros 70 dias observa-se elevadas taxas de chuva o que compreenderia para o primeiro ciclo de plantio as fases fenológicas iniciais (germinação), desenvolvimento e parte do enchimento de grãos tendo uma vantagem com respeito aos outros ciclos enquanto ao período de dias chuvosos podendo apresentar problemas como a podridão radicular úmida causada por fungos que se encontram em solos com excesso de água (CARDOSO, J, E, 1990), esta data de plantio também apresenta problemas na região com o ataque da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) que resulta em perdas na produção, falhas no enchimento das vargens, diminuição da quantidade e qualidade dos grãos e do crescimento da planta, podendo ocasionar perdas de 40 a 100% da produção e assim gerando enormes prejuízos econômicos ao produtor (GUSTAVO, 2016). A

segunda data de plantio teria os mesmos problemas fitossanitários nos primeiros 30 dias após o plantio, porém estas datas não são recomendadas para o plantio. Com respeito a data de plantio sendo 15 de abril (figura 1 e) encontrou-se esta como a mais indicada a ser sugerida para o produtor pois apresentou vantagens, na facilitando o manejo agrônômico da cultura evitando problemas de podridão da raiz por excesso de água no solo, sendo o período com quantidade menor de dias acima da Capacidade de Campo (Tabela 1.), chuvas bem distribuídas, e com menores riscos de ataque por mosca-branca. Contudo, de acordo com AZEVEDO & CAIXET (1986), a produção de feijão irrigado é mais alta quando comparada à produção de feijão não irrigado e cultivado em períodos chuvosos. Para manejo da irrigação este ciclo tem as menores taxas de evapotranspiração fazendo com que diminua a necessidade de irrigação e desta forma diminua os custos quando comparados aos outros dois ciclos, já que estes apresentam altas taxas de evapotranspiração e chuvas concentradas em poucos dias.

Considerando a área irrigada pelo pivô usado na simulação do ciclo da cultura, para a análise econômica dos ciclos a data de plantio do 15 de abril também demonstrou os menores custos por produção sendo 33% menor de que o máximo custo que foi sendo para a data de plantio do dia 15 de junho (Tabela 2.) Contudo, ainda assim menor que quando a cultura é plantada em época chuvosa, isto deve-se porque estes períodos chuvosos também são períodos de altas taxas de evapotranspiração, sendo assim os períodos a partir dos meses de maio até agosto são os menos viáveis. Também assim observando que o ciclo recomendado para o produtor plantar o feijão no mês de abril seria coletado no mês de julho onde a saca se encontra com bons preços no mercado segundo dados subministrados pelo IEA, sendo este um ponto positivo para o estudo de mercado da cultura.

CONCLUSÕES

O balanço hídrico diário realizado em diferentes datas de semeadura é uma ferramenta para o planejamento e escolha da data de semeadura visando a diminuição dos custos de produção e aumento da produtividade, e os resultados obtidos se mostraram satisfatórios para a orientação do produtor de feijão - irrigante ou não - na escolha da lâmina de água a ser aplicada, considerando seu nível de aversão ao risco e ainda a metodologia utilizada pode e deve ser empregada em diferentes culturas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Estudos concedida e a FAPESP pelo suporte financeiro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEXSANDRA D. DE OLIVEIRA, A.D.; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T. J. D. **Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.25, p.86-95, abr. 2005.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

CAZEVEDO, J.A; CAIXETA, T.J. **Irrigação do feijoeiro**. Planaltina: Embrapa CPAC, 1986. (Circular Técnica, 20).

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 10, nov. de 2016.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J.O. **Crop water requeriment**. Rome: FAO, 1977. 144 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

CARDOSO, J, E. **Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo**, EMBRAPA – Goiânia ,1990, Doc. 30, 30 pag.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTIC DIVISION. **Production / Crops**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 27 Nov 2016.

GUSTAVO PERES MAIOLO, **Manejo do mosaico dourado em feijão**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, 2016. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/manejo-do-mosaico-dourado-em-feijao-1314>>. Acesso em 23, fev. de 2017.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br>>. Acesso em 20, fev. de 2017.

JADOSKI, S. O., CARLESSO, R., LAVARDA, G., FRIZZO, R, Z. **Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro**. Revista Irriga, v.8, n.1, p.1-9, 2003.

ÁVILA, R, M., BARIZÃO, O, D., GOMES, P, E., FEDRI, G., ALBRECHT, P, L. **Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação**. Scientia Agraria, p. 241-230, jun. 2010.

STIKIC, R., POPOVIC, S., SRDIC, M., SAVIC, D., JOVANOVIC, Z., PROKIC, L., ZDRAVKOVIC, J. **Partial root drying (PRD): a new technique for growing plants that saves water and improves the quality of fruit**. Bulg. J. Plant Physiol. 164-171, 2003.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Acesso à base diária: Canal CLIMA. Ilha Solteira: UNESP - Faculdade de Engenharia - Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos - Área de Hidráulica e Irrigação, 2017. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

ANEXOS

Tabela 1. Histórico de Evapotranspiração da cultura (ETc), Precipitação, Irrigação e número de dias acima da capacidade de campo (CC).

	Histórico			Dias acima CC
	ETc	Precipitação	Irrigação	
	mm/ciclo			
				> 30 mm
15 de fevereiro	246,0	328,0	55,0	57,0
15 de março	204,6	177,6	67,8	36,0
15 de abril	180,3	115,2	56,2	19,0
15 de maio	191,7	96,2	94,0	23,0
15 de junho	244,2	95,7	160,2	37,0

Tabela 2. Tempo de irrigação e consumo de energia em quilowatts-horas (KW.h) e em Reais (R\$)

Data do Plantio	Tempo Irrigação		Consumo de energia elétrica		Consumo de energia elétrica		
	Normal	Diferenciada	Normal	Diferenciada	Normal	Diferenciada	Total
	hrs		KWh		R\$		
15 de fevereiro	64,6	63	10554,02	10287,90	2154,71	630,13	2784,84
15 de março	76,3	81	12459,08	13227,30	2543,65	810,17	3353,82
15 de abril	58,3	72	9525,29	11757,60	1944,68	720,15	2664,84
15 de maio	110,1	108	17983,74	17636,40	3671,56	1080,23	4751,79
15 de junho	182,7	189	29833,20	30863,70	6090,75	1890,40	7981,15

Figura 1. Balanço hídrico diário do feijoeiro para cada data de plantio. **A)** 15 de fevereiro. **B)** 15 de março. **C)** 15 de maio. **D)** 15 de junho e **E)** 15 de abril.

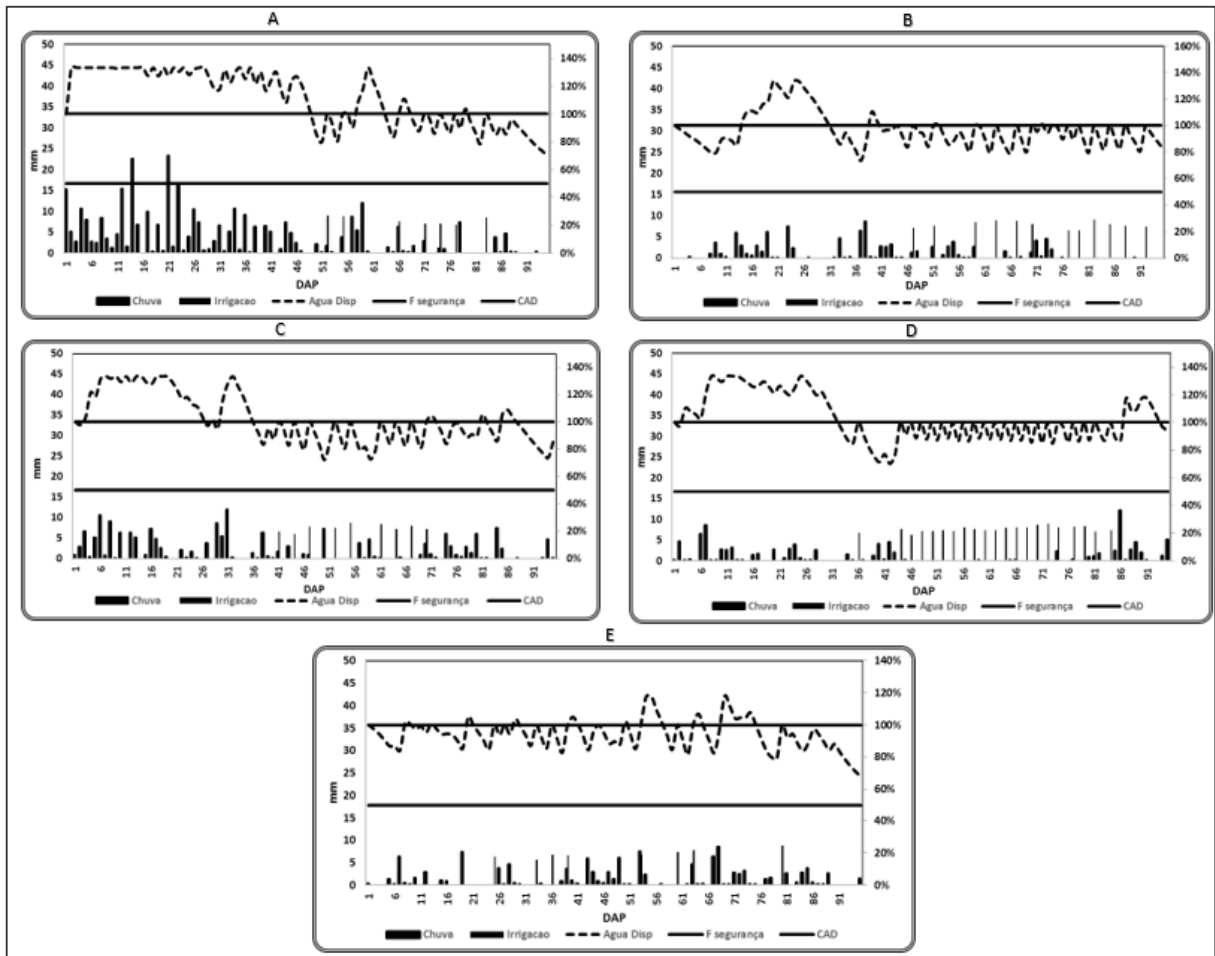


Figura 2. Representação da evapotranspiração e a chuva durante os dias julianos que foram simulados os cinco ciclos.

