



ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DAS DEMANDAS DE ÁGUA E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO EM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM COLATINA – ES

Ramon Amaro de Sales¹, Clodoaldo Spadeto Ambrozim², Robson Prucoli Posse³, Evandro Chaves de Oliveira⁴ & Sheila Prucoli Posse⁶

RESUMO: Um dos fatores que pode afetar a produtividade do feijoeiro é a razão da evapotranspiração real e a evapotranspiração da cultura, o qual indica a real quantidade de água que a planta consome em relação à quantidade de água máxima que a planta consumiria, também representada como Índice de Satisfação das Necessidades de Água. Com objetivo de determinar este índice para o feijoeiro, em seus respectivos estágios de desenvolvimento, visando melhorar o manejo de irrigação, ajustando-se à melhor lâmina de irrigação, bem como a máxima produtividade, foram analisadas as cultivares Majestoso e Valente, na região de Colatina-ES, durante o período de 12/07/2012 a 10/10/2012. Uma maior produtividade foi observada em função do aumento dos valores do Índice de Satisfação. A resposta foi a uma função quadrática, havendo um ponto a partir do qual a diminuição dos valores de ISNA reduz a produtividade das cultivares, à medida que reduz a lâmina de irrigação. O cultivar Majestoso apresentou maior tolerância à deficiência hídrica em relação a cultivar Valente, nas condições edafoclimáticas de Colatina/ES.

PALAVRAS-CHAVE: fases fenológicas, evapotranspiração, deficiência hídrica.

SATISFACTION INDEX OF WATER AND PRODUCTIVITY DEMANDS ON BEANS ON DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS IN COLATINA – ES

ABSTRACT: One of the factors that can affect bean productivity is the ratio of actual evapotranspiration and crop evapotranspiration, which indicates the actual amount of water that the plant consumes in relation to the maximum amount of water the plant would consume, also represented as Index Of Water Needs Satisfaction. In order to determine this index for bean, in the respective stages of development, in order to improve irrigation management, adjusting to the best irrigation depth, as well as the maximum productivity, the cultivars Majestoso and Valente in de region of Colatina-ES, during the period from 07/07/2012 to 10/10/2012. Higher productivity was observed as a result of the increase in the Water Need Satisfaction Index, in which, as soil water deficit levels increased with the imposition of irrigation blades away from the sprinkler, ISNA presented lower values and consequently, its productivity, being noticed in the ISNA values below 0.83. The cultivar Majestoso presented greater tolerance to the water deficit in relation to Valente cultivar, in the edaphoclimatic conditions of Colatina-ES.

KEYWORDS: phenological phases, evapotranspiration, water deficiency.

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores utilizando os mais diversos tipos de sistemas em praticamente todas as regiões brasileiras (BISCARO et al., 2010). Dentre as propriedades produtoras, a maior parte pertencente a pequenos produtores que fazem

baixo uso de tecnologias, o que tem baixado a média da produção nacional (TORRES et al., 2013).

Para os brasileiros, o feijão é um constituinte básico da alimentação e o consumo por pessoa varia de acordo com a região, classe econômica e ainda pela preferência da cor dos grãos (ÁVILA et al., 2010). A produtividade nacional na safra 2014/15 foi de 1.059 kg ha⁻¹, sendo que em áreas irrigadas a produtividade alcançou 3.000 kg ha⁻¹. No estado do Espírito Santo a produtividade no mesmo ano foi de 11,0 mil t⁻¹, cultivadas em 13,4 mil ha, alcançando uma produtividade média de 821,0 kg/ha (CONAB, 2015).

Vários são os fatores que afetam o desenvolvimento e a adaptabilidade de culturas, onde os principais são a

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Email: ramonamarodesales@hotmail.com

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. Email: clodoambrozim@gmail.com

³ e ⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina, ES. Email: robson.posse@ifes.edu.br; echoliveira@gmail.com

⁵ Instituto Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica E Extensão Rural, Vitória. Email: sheila@uenf.br

disponibilidade hídrica e a temperatura. Segundo Fenner et al. (2014), um dos fatores que pode limitar a produção do feijoeiro são as condições climáticas, principalmente nas fases de floração e enchimento de grãos. Nestas fases a temperatura e o conteúdo de água no solo podem ser primordiais para a produtividade (SIMIDU et al., 2010). Segundo Ávila et al. (2010), esse período se torna mais crítico pela maior demanda de água, já que, nesta fase, a planta apresenta maior área foliar resultando em maior área fotossintética. No entanto, a utilização correta dos sistemas de irrigação, assim como o manejo e seu uso correto que vise complementar ou suplementar à demanda hídrica da cultura durante todo o seu ciclo, em seus diferentes estádios de desenvolvimento, pode resultar em maiores produtividades (ÁVILA et al., 2010).

Silva et al. (2012), relataram que o efeito do manejo da irrigação para as culturas é de extrema importância para: conhecer os períodos críticos durante os quais a deficiência de água causa sérias reduções à produção; melhor momento de aplicação de água, visando maximizar a eficiência do seu uso, da energia elétrica, do sistema de irrigação mantendo assim condições favoráveis a cultura.

A evapotranspiração real (ET_r), refere-se à quantidade de água que a planta consome em suas condições edafoclimáticas e, quando relacionada ao consumo de água sem restrição hídrica no solo, ou seja, à evapotranspiração da cultura (ET_c), fornece o consumo relativo de água, representado pelo índice ET_r/ET_c, indicando a quantidade de água que a planta consome, em relação à quantidade máxima de água que ela consumiria, sem restrições hídricas, conhecido também como Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), que é de grande utilidade em estudos agrometeorológicos (FERREIRA et al., 2008), e, mais recentemente, sendo utilizado em vários estudos sobre zoneamento agroclimático, podendo assim definir melhores áreas para a produção de grãos (MATZENAUER et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi determinar o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) para duas cultivares de feijão, em seus respectivos estágios fisiológicos, visando melhorar o manejo de irrigação, bem como, a lâmina de irrigação mais apropriada para as condições de clima e solo na região Noroeste do Espírito Santo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) *Campus* Itapina, zona rural do município de Colatina-ES (19° 32' 22" S 40° 37' 50" O 71m). O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação climática de Köppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

Foram avaliadas duas cultivares de feijão: Majestoso (carioca) e Valente (preto). Cada cultivar ocupou um quarto da área experimental, delimitada por carreadores de dois metros de largura separados em equiângulos de 90° (Figura 01). A semeadura foi realizada mecanicamente, adotando-se o espaçamento de 0,50 m entre fileiras e utilizando-se um número de 12 sementes por metro linear.

O preparo de solo foi realizado de forma convencional (aração e gradagem). A adubação de semeadura foi realizada de acordo com as análises de solo do Laboratório de Análises de Solo do Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus* Itapina. A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada aos 30 dias após sua emergência na dosagem de 40 kg/ha de N. Até o pleno estabelecimento da cultura (em média de sete dias), a irrigação foi realizada de forma uniforme em toda a área, fazendo-se uso de quatro aspersores instalados no espaçamento 18 x 18m, para uma emergência uniforme na área experimental, onde após o estabelecimento, foi irrigado a cada sete dias para suprir as necessidades hídricas da cultura.

Após o pleno estabelecimento da cultura, lâminas de água foram aplicadas de forma diferenciada utilizando o sistema de irrigação com um único aspersor – Fonte Pontual (“Point Source”) conforme metodologia descrita por OR e HANKS (1991, 1992). Este sistema foi composto por um aspersor tipo mini-canhão, marca PLONA KS 1500, com diâmetro de bocal de 16 mm, trabalhando a uma pressão de serviço de 40 kPa, localizado no centro da área plantada com feijão. A partir do centro, em torno de 2 m do aspersor e concentricamente até a bordadura, a área foi dividida em oito faixas de 3 m de largura que compreendem as plantas de cada tratamento (Figura 1).

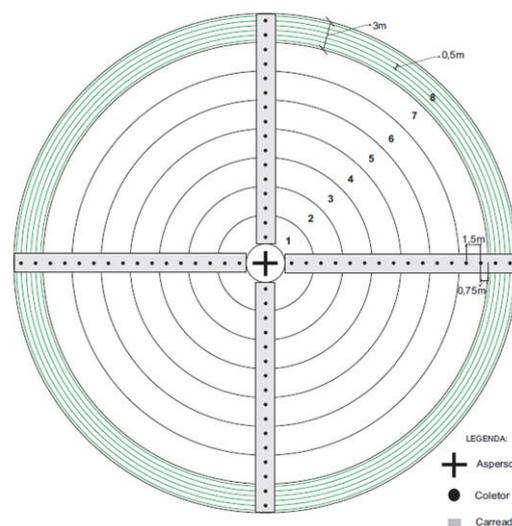


Figura 1 - Diagrama esquemático da área experimental.

As lâminas de água aplicada pelo aspersor foram quantificadas por intermédio de quatro baterias de coletores dispostos nos carregadores que delimita as cultivares de feijão. Os coletores estavam enfileirados a partir de aproximadamente 2,75m do ponto central da área e espaçados de 1,5m entre si até a última parcela (Figura 1). Em cada irrigação, foi utilizada a média dos quatro coletores laterais da parcela para a determinação da lâmina aplicada pelo aspersor. Considerou lâmina total de água recebida em cada parcela, o somatório das precipitações pluviais efetivas na área com as lâminas de água aplicadas pelo sistema de irrigação. Para fins de manejo da irrigação foi utilizado o balanço de água no solo (Equação 1) para determinar a lâmina das irrigações, tomando por base, a Lâmina 3 como o balanço hídrico ideal, sendo ela a reposição da evapotranspiração da cultura. As irrigações foram realizadas de maneira que a disponibilidade de água no solo fosse suficiente para repor o déficit do período de uma irrigação a outra.

$$D_i = D_{i-1} + ET_i - P_i - I_i \quad (1)$$

Sendo que, se $D_i < 0$ então atribui-se $D_i = 0$

Em que:

D_i = déficit hídrico para o dia i , mm;

D_{i-1} = déficit hídrico para o dia anterior $i - 1$, mm;

ET_i = evapotranspiração da cultura para o dia i , mm;

P_i = precipitação pluvial efetiva para o dia i , mm;

I_i = irrigação para o dia i , mm.

Os valores de precipitação pluvial efetiva para o dia i (P_i) bem como a estimativa da evapotranspiração de referência do dia i (ET_{oi}) foram obtidos por uma estação meteorológica automática do IFES (EMAIFES), constituída por sensores de temperatura do ar ($^{\circ}C$), direção do vento ($^{\circ}$), velocidade do vento ($m.s^{-1}$), umidade relativa (%) e radiação solar global ($W.m^{-2}$), localizada próxima ao experimento.

O índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) foi determinado mediante a utilização do balanço hídrico sequencial ao longo do ciclo da cultura (Equação 2).

$$ISNA = ET_r / ET_c \quad (2)$$

Em que: (ET_r) evapotranspiração real para o dia i , mm; (ET_c) evapotranspiração da cultura para o dia i , mm.

A evapotranspiração real foi calculada mediante balanço hídrico sequencial a partir de 10 dias antes do plantio, utilizando capacidade de água disponível de 30 mm em função das características do solo do município (Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho), tipo textura média conforme (SILVA e ASSAD, 2001). Desta forma, a estimativa da evapotranspiração da cultura para o dia i (ET_{ci}) foi determinada segundo a Equação 3:

$$ET_i = ET_{oi} \cdot K_{ci} \quad (3)$$

Em que: (ET_{oi}) evapotranspiração de referência para o dia i , mm; (K_{ci}) coeficiente cultural no dia i . (ET_o) foi a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith Padrão FAO-56 (ALLEN et al., 1998), Equação 06.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (4)$$

Em que: (ET_o) é a evapotranspiração de referência diária ($mm.d^{-1}$); R_n é o saldo diário de radiação ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$); G é o fluxo diário de calor no solo ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$); T é a temperatura média diária do ar ($^{\circ}C$); u_2 é a velocidade média diária do vento a 2 m de altura ($m.s^{-1}$); e_s é a pressão de saturação do vapor d'água média diária (kPa); e_a é a pressão atual de vapor d'água média diária (kPa); Δ é a declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T ($kPa.^{\circ}C^{-1}$) e γ é o coeficiente psicrométrico ($kPa.^{\circ}C^{-1}$).

Os valores do coeficiente cultural (kc), variável com a fase de desenvolvimento da cultura foi de 0,4-0,5 para a fase de estabelecimento (Fase 1), 0,6-0,8 para o desenvolvimento vegetativo (Fase 2), 1,0-1,2 para o florescimento/enchimento de grãos (Fase 3) e de 0,7-0,8 para a maturação (Fase 4). Sendo representado pelos seguintes dias após o plantio (DAP): fase de estabelecimento da cultura de 1 a 23 DAP, para a fase vegetativa de 24 a 41 DAP, para o florescimento/enchimento dos 42 aos 82 DAP e a maturação de 83 a 90 DAP.

Para a classificação dos níveis de índice hídrico ET_r/ET_c , adotou-se os critérios utilizados por Maluf et al., (2001) para o índice de satisfação das necessidades de água: $ET_r/ET_c > 0,60$ – favorável ao cultivo, com pequeno risco climático; $0,50 \leq ET_r/ET_c \leq 0,60$ – intermediária, com médio risco climático; $ET_r/ET_c < 0,50$ - desfavorável, com alto risco climático. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 ilustra a precipitação diária, evapotranspiração da cultura (ET_c), evapotranspiração referência (ET_o) e a lâmina de irrigação aplicada durante o ciclo outono-inverno da cultura do feijoeiro em Colatina-ES.

A precipitação total ocorrida durante o período de avaliação foi de 81,33 mm, sendo que durante a fase mais crítica da cultura (floração/enchimento de grãos), não foi registrada nenhum evento de chuva, sendo adicionado assim um total de irrigação de 112 mm e 118 mm para as cultivares Majestoso e Valente respectivamente, ambos na lâmina 3. O maior evento chuvoso correspondeu a um total de 14,0 mm, tendo

ocorrido aos 42 dias após o plantio, ou seja, no dia 22/08/2012. Simidu et al. (2010), ressaltam que as fases de floração e enchimento de grãos são muito sensíveis ao estresse hídrico, refletindo em uma baixa produção caso submetidas a essas condições. Avaliações realizadas por Silva et al. (2012), com feijão-de-metro, indicaram que a fase fenológica mais sensível às irrigações para esta cultura foi a produtiva na qual o rendimento e a qualidade das vagens foram menores quando comparada com a fase vegetativa.

Verificou-se que os valores da evapotranspiração diária da cultura para as cultivares de feijão analisadas apresentaram flutuações, variando entre 1,14 a 5,91 mm. Na fase de estabelecimento, a evapotranspiração média foi de 1,52 mm.dia⁻¹. Na fase vegetativa a quantidade de precipitação junto a irrigação foi baixa (39,45 mm), o que favoreceu a ocorrência de valores de evapotranspiração menores, com valor médio de 2,19 mm dia⁻¹. Durante a fase de florescimento e enchimento de grãos a quantidade de precipitação junto a irrigação adicionada foram mais elevada, com 162,27 mm água, portanto, um período com maior conteúdo de água no solo onde a evapotranspiração média foi a maior ocorrida dentre todas as fases (3,96 mm dia⁻¹), além de que esta é a fase em que o feijão consome maior volume de água em seus processos fisiológicos.

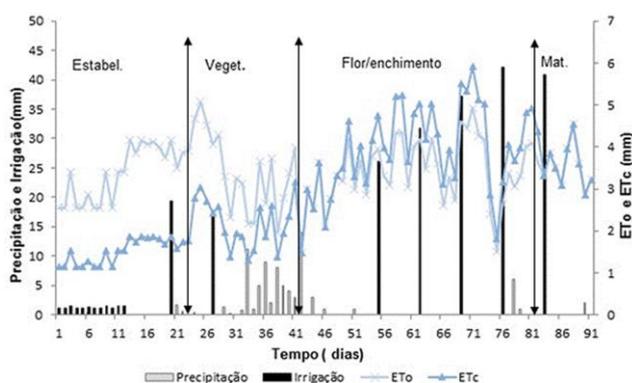


Figura 2 - Precipitação acumulada, evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração referência (ETo) e a lâmina de irrigação durante o ciclo outono-inverno da cultura do feijoeiro em Colatina-ES.

Durante o período que compreende a maturação, o valor médio de evapotranspiração apresentou um leve declínio quando comparado à fase de florescimento e enchimento de grãos (3,55 mm dia⁻¹). Este menor valor de evapotranspiração nesta fase pode ser explicado pelo menor suprimento hídrico (chuva + irrigação) ocorrido durante os dias 01/10/2012 a 10/10/2012, que totalizaram aproximadamente 40 mm para ambas as cultivares. Ressalta-se que, provavelmente, estes valores de evapotranspiração devam ser originados em maior parte da evaporação do solo, já que nessa fase a cultura começa a perder suas folhas.

A evapotranspiração média diária na lâmina 3 para as culturas de feijão avaliadas durante todo o ciclo fenológico foi 2,95 mm dia⁻¹, totalizando 268,72 mm durante todo o ciclo. Resultado semelhante foi obtido por Junqueira, André e Pinheiro (2004) que observaram o consumo de água do cultivar Carioca, em Santa Catarina, valores em torno de 274,01 mm.

Já a ETo foi estimado valor médio de 3,42 mm dia⁻¹ e total de 310,95 mm. Estes resultados foram inferiores aos encontrados por Lima et al. (2011), que avaliando o balanço de energia e evapotranspiração de feijão caupi no município de Areia-PB, percebeu que a evapotranspiração total da cultura foi de 330,7 mm, enquanto que a média foi 3,8 mm dia⁻¹, já a ETo apresentou valor total de 362,1 mm e médio de 4,12 mm dia⁻¹.

Os rendimentos médios de grãos das cultivares (Majestoso e Valente) de feijão em função dos valores de ISNA estão apresentados na Tabela 1. Houve redução dos valores de ISNA e de rendimentos de grãos das cultivares apresentadas à medida que as lâminas de água decresceram nas parcelas. Segundo Ferreira et al. (2008), reduções nas lâminas de água reflete o balanço hídrico no solo, resultante de diferentes níveis de estresse hídrico para as culturas, que está relacionada ao consumo de água pela planta. As maiores lâminas de água (L1) para as cultivares Majestoso e Valente foram de 319,68 mm e 327,74 mm respectivamente, enquanto que a L8 recebeu o menor volume hídrico, em que a cultivar Valente apresentou 103,80 mm e a Majestoso 94,45 mm. Fato este se deve pela maior distância da lâmina 08 do aspersor, reduzindo assim seu volume recebido. Os valores de índice de satisfação das necessidades de água seguiram uma similaridade com o volume de água aplicado por lâminas, onde ocorreu uma leve tendência ao decréscimo dos valores, com a diminuição do volume aplicado.

Os maiores rendimentos de grãos das cultivares analisadas (Majestoso e Valente) alcançaram valores de 3422,19 kg ha⁻¹ para o Majestoso, com lâmina de água de 226,96 mm (L4) enquanto a cultivar Valente alcançou 3797,86 kg ha⁻¹ com lâmina de água de 327,74 mm (L1). Azevedo et al. (2011) concluíram que a produtividade do feijão vigna (cor preta), apresentou respostas mais significativas quando utilizada lâmina estimada com de 592 mm de água, com produtividade média de 2,190 kg ha⁻¹, no entanto, Lacerda et al. (2014), avaliaram o rendimento do cultivar de feijão BRSMG Madrepérola em Santa Teresa, ES, onde sua produtividade máxima foi de 3,045 kg ha⁻¹, com lâmina de 433,26 mm.

De fato, com o uso de lâminas de água superiores a 250 mm, para a cultivar Valente obtiveram maiores valores de ISNA (0,83) e maiores produtividades, diferente do comportamento exposto pela cultivar Majestoso, que mesmo com os maiores valores de ISNA ocorridos com lâminas acima de 250 mm, apresentou maior produtividade recebendo um volume de 226,96 mm. Autores como Tagliaferre et al. (2013), avaliaram o

efeito de diferentes lâminas de irrigação e dosagens de nitrogênio sobre o feijão-caupi perceberam que as lâminas que proporcionaram maiores efeitos na

produtividade foram de 459,40 mm a qual obtiveram valor máximo de produtividade 2820,03 kg ha⁻¹.

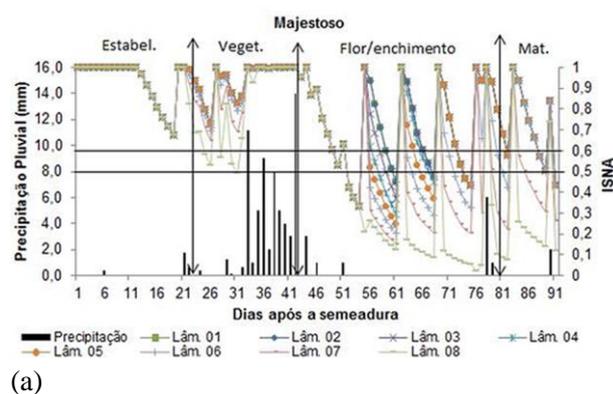
Tabela 1.- Índice de satisfação e necessidade da água (ISNA) e produtividade (kg ha⁻¹) em função das lâminas totais de água (mm), Colatina-ES, Brasil 2012.

Tratamento	Lâmina total de água (mm)		Média do ISNA		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Majestoso	Valente	Majestoso	Valente	Majestoso	Valente
L1 (Lâm 01)	319,68	327,74	0,83	0,83	2703,46	3797,86
L2 (Lâm 02)	284,43	287,06	0,83	0,83	3370,24	3222,20
L3 (Lâm 03)	250,73	259,71	0,83	0,83	2913,28	3215,90
L4 (Lâm 04)	226,96	225,17	0,82	0,82	3422,19	2980,81
L5 (Lâm 05)	203,49	199,15	0,82	0,81	2832,06	3126,04
L6 (Lâm 06)	172,58	165,94	0,80	0,79	3176,65	2106,68
L7 (Lâm 07)	140,92	132,36	0,71	0,71	2429,76	1909,81
L8 (Lâm 08)	103,80	94,45	0,61	0,60	1589,59	818,49

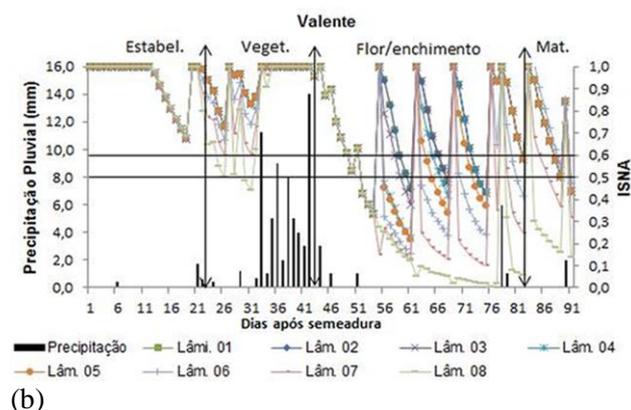
Percebe-se que as irrigações realizadas no período de cultivo junto às precipitações ocorridas na mesma época foram suficientes para manter os valores de ISNA favorável (> 0,6) ao cultivo até o 48º dia após a emergência do cultivar Majestoso, única exceção nesse período ocorreu na lâmina 08, que por receber menor volume de água na irrigação passou por curtos períodos com médio risco climático (Figura 3 a).

A partir do período de floração e enchimento de grãos é possível observar que os valores de ISNA variaram alcançando valores máximos (1,0) em todas as lâminas logo após o período de irrigação, e valor mínimo de 0,1 na lâmina 08 nos dias que antecederam a próxima irrigação.

Todas as lâminas do cultivar majestoso sofreram alto risco climático nas fases de florescimento e enchimento de grãos e na maturação fisiológica, nestas mesmas fases curtos períodos de baixo e médio risco foram encontrados logo após as irrigações, portanto as irrigações não foram suficientes para manter estes índices em níveis ideais para a cultura. A não suficiência se dá pelo longo período adotado pelo turno de rega, no entanto é aconselhável realizar mais de uma irrigação semanalmente.



(a)



(b)

Figura 3 - Caracterização de riscos climáticos por deficiência hídrica (ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades de Água) para as cultivares Majestoso (a) e Valente (b) com ciclo de 90 dias no estado do Espírito Santo, considerando a capacidade de água disponível (CAD) no solo de 30 mm.

Comportamento similar a cultivar majestoso foi encontrado para na cultivar Valente (Figura 3 b). No entanto, no período vegetativo o valor de ISNA alcançou

alto risco ao cultivo (ISNA \leq 0,5), sendo também registradas maiores variações no período de florescimento e enchimento de grãos, indicando que essa cultivar possui uma maior sensibilidade ao estresse hídrico. O uso do ISNA pode proporcionar uma maior maximização dos sistemas agrícolas aumentando sua produção por área, além disso, seu uso vem sendo utilizado mais recentemente para fins de zoneamento climático, indicando melhores épocas de semeadura.

4 CONCLUSÃO

Durante o período que compreende o estabelecimento da cultura até o final da fase vegetativa as cultivares de feijão Valente e Majestoso apresentaram ISNA acima de 0,6 em todas as lâminas de irrigação, exceto para a lâmina 08, em que a cultivar Valente apresentou alto risco e a Majestoso médio risco climático.

A fase de enchimento de grãos apresentou maior exigência na demanda hídrica pelas cultivares analisadas, visto que é nessa fase que ocorre à intensificação das trocas gasosas para uma maior produção de fotoassimilados, tendo como consequência menores valores de ISNA.

Verificou-se também que nas condições edafoclimáticas de Colatina, lâminas de variando entre 250 e 300 mm puderam proporcionar maiores produções as cultivares de feijão Valente e Majestoso e que o uso de um menor turno de rega na fase de floração e enchimento de grãos pode proporcionar uma melhor condição as plantas podendo aumentar sua produção.

5 REFERÊNCIAS

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

ÁVILA, M.R.; BARIZÃO. D.A.O.; GOMES. E.P.; FEDRI. G.; ALBRECHT. L.P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.3, p.221-230, 2010.

AZEVEDO, B.M.; FERNANDES, C.N.V.; PINHEIRO, J.A.; BRAGA, E.S.; CAMPÊLO, A.R. ARAÚJO VIANA, T.V.; MARINHO, A. B. Efeitos de lâminas de irrigação na cultura do feijão vigna de cor preta. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 32, n. 1, p. 152-159, 2011.

BISCARO, G.A.; FREITAS JUNIOR, N.A.; SORATO, R.P.; KIKUTI, H.; GOULART JUNIOR, S.A.R.; AGUIRRE, W.M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 665-670, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/15**. Nono Levantamento – Junho/2015. Brasília: CONAB, 2015 Volume 2, p. 59. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso: 10/03/2016

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FERREIRA, V.M.; JÚNIOR, A.S.A.; SILVA, C.R. da; MASCHIO, R. Consumo relativo de água pelo milho e pelo feijão-caupi, em sistemas de cultivos solteiro e consorciado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 96-106, 2008.

FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P.S.P.; QUEIROZ, T.M.; FERREIRA, F.S.; BENTO, T.S.; CARVALHO, M.A.C. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em mato grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba, v. 15, p. 109-121, 2014.

MALUF, J.R.T.; CUNHA, G.R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; CAIAFFO, M.R. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9 n.3, p. 468-476 2001.

JUNQUEIRA, A.M.; ANDRÉ, R.G.P.; PINHEIRO, F.M.A. Consumo de água pelo feijoeiro comum,cv. ‘Carioca’. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n. 1, p.51-56, 2004.

LACERDA, É.G.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; LEITE, D.M.; HADDADE, I.R. Rendimento do feijoeiro em semeadura direta considerando-se a profundidade de adubação e lâminas de irrigação. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 205, 2014.

LIMA, J.R.S.; ANTONINO, C.D.; LIRA, C.A.B.O.; SOUZA, S.E.; SILVA, I.F. Balanço de energia e evapotranspiração de feijão caupi sob condições de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Recife, v. 42, n. 1, p. 65-74, 2011.

MATZENAUER, R.; MALU, J.R.T.; BARNI, N.A.; RANDIN, B.; ANJOS, C.S. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1363-1369, 2004.

OR, D.; HANKS, R.J. **A Single point source for the measurement of irrigation production functions**. Depto. of Plants, Soils and Biometeorology, Utah State University, Logan, UT, USA, 10p. 1991.

OR, D.; HANKS, R.J.A single point-source for the measurement of irrigation production-functions. **Irrigation Science**, New York, v.13, n.2, p.55-64, 1992.

SILVA, S.C.; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.536-543. 2001.

SILVA, W.G.D.; CARVALHO, J.D.A.; OLIVEIRA, E.C., REZENDE, F.C., LIMA JUNIOR, J.A.; RIOS, G.F.A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 16, n. 9, 2012.

SIMIDU, H.M.; SÁ, E.M.; SOUZA, L.C.D.; ABRANTES, F.L.; SILVA, M.P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, T.J.; SANTOS, L.D.C.; SANTOS NETO, I.J.D.; ROCHA, F.A.; PAULA, A. Características agronômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 242-248, 2013.

TORRES, J.L.R.; SANTANA, J.M.; PIZOLATO NETO, A.; PEREIRA, M.G.; VIEIRA, D.M.S. Produtividade de feijão sobre lâminas de irrigação e coberturas de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 883-841, 2013.