

REPOSIÇÕES DE ÁGUA NO SOLO E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS FOLIARES EM CULTIVARES DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

TAYNARA TUANY BORGES VALERIANO¹; ANA FLÁVIA OLIVEIRA²; MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA³; ISAÍAS ANTONIO DE PAIVA⁴ E DANIEL RUFINO AMARAL⁵

¹ Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, S/N, Vila Industrial – CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil, taynarabvaleriano@gmail.com;

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Rua João Batista Ribeiro, 4000, Distrito Industrial II - CEP: 38064-790, Uberaba-MG, Brasil, anaflavia.agro@hotmail.com;

³ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Rua João Batista Ribeiro, 4000, Distrito Industrial II - CEP: 38064-790, Uberaba-MG, Brasil, marciosantana@iftm.edu.br;

⁴ Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê - CEP: 80035-050, Curitiba-PR, Brasil, paiva.isaiasantonio@gmail.com;

⁵ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Rua João Batista Ribeiro, 4000 - Bairro: Distrito Industrial II - CEP: 38064-790 – Uberaba-MG, danielamaral@iftm.edu.br.

1 RESUMO

A incidência de doenças foliares é um dos principais fatores que interferem na produtividade, e está diretamente relacionada com as lâminas de água aplicadas na cultura do feijoeiro. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das reposições de água no solo sobre a incidência de doenças foliares em cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação, localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM *Campus* - Uberaba). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições, disposto em um esquema fatorial 2x5, sendo duas cultivares: IAC Imperador e IPR Juriti, cinco reposições de água no solo, 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração da cultura (ETc), e cinco repetições. As doenças avaliadas foram cretamento bacteriano e mancha de alternaria, no intervalo de 10 dias. O manejo da irrigação a 100% e 120% de ETc registraram maior severidade de mancha de alternaria e cretamento bacteriano comum para cultivar IPR Juriti. Houve um aumento linear e quadrático da AACPD para cretamento bacteriano comum e mancha de alternaria, respectivamente, com aumento das lâminas de irrigação. As maiores médias de produtividade do feijoeiro, assim como a maior eficiência do uso da água (EUA) foram obtidas com a lâmina de 80% da ETc.

Palavras-chave: fitopatologia, cretamento bacteriano, mancha de alternaria, evapotranspiração.

VALERIANO, T. T. B.; OLIVEIRA, A. F.; SANTANA, M. J. de; PAIVA, I. A.,
AMARAL, D. R.

WATER REPLENISHMENT ON SOIL AND IMPACT OF FOLIARY DISEASES
ON FEIJOEIRO CULTIVARS (*Phaseolus vulgaris* L.)

2 ABSTRACT

The incidence of foliar diseases is one of the main factors that interfere with yield and is directly related to the water depths applied in bean crop. The objective of this work was to evaluate the effect of soil water replenishment on foliar diseases uncommon bean cultivars. The experiment was conducted in a greenhouse located at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM *Campus* - Uberaba). The experimental design was randomized blocks with five replications, arranged in a 2x5 factorial arrangement, two cultivars, IAC Imperador and IPR Juriti, five replenishments of soil water, 40%, 60%, 80%, 100% and 120% of crop evapotranspiration, and five water replacements. Diseases evaluated were common bacterial blight and alternaria spot in the 10-day interval. The irrigation management was carried out by the method of percolating water collection drains. Depth corresponding to 100% and 120% ETC showed higher severity of alternaria and common bacterial blight to cultivar IPR Juriti. There was linear and quadratic increase of ASCPD for common bacterial blight and alternaria spot, respectively, with increased depth. The highest productivity values of common bean, as well as greater efficiency in water use, were obtained with depth of approximately 80% of the ETC.

Keywords: plant pathology, bacterial blight, alternaria spot, evapotranspiration.

3 INTRODUÇÃO

Fonte de proteínas e aminoácidos, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é destaque na agricultura brasileira (CARVALHO et al., 2014). Dados mundiais demonstram que em 2014, o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), superado apenas pela Índia e Mianmar (FAO, 2016). A produção estimada na safra 2016/2017 foi de 3,124 milhões de toneladas, em uma área de 5,934 milhões de hectares e, conseqüentemente, a produtividade média estimada naquela safra foi de 3644 kg ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2016). Dentre as zonas produtoras está o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba microrregiões localizadas em Minas Gerais, a produtividade média estimada para este Estado é de 4114 kg ha⁻¹, na safra de 2016/2017 de acordo com a Conab (2016).

O aumento na produtividade é resultado de pesquisas que visam a melhor adaptação da planta ao ambiente. Um dos fatores primordiais nesta adaptação é a escolha do cultivar a ser implantada e a

adoção de um sistema de irrigação. Os agricultores obtêm maior segurança e estabilidade de produção quando utilizam várias variedades, cada uma adaptada especificamente ao microambiente no qual é cultivada (COSTA et al., 2015).

A irrigação, se utilizada de forma adequada, pode contribuir para garantir rendimentos satisfatórios das culturas. Pelo tanto, torna-se necessário utilizar técnicas de manejo de irrigação que compatibilizem quantidades mínimas adequadas de água, correlacionadas aos requerimentos dos estádios de desenvolvimento.

O déficit hídrico reduz o crescimento das plantas e conseqüentemente a produtividade da cultura. Para Carvalho et al. (2014) a maneira como a deficiência hídrica se manifesta na planta do feijoeiro é bastante complexa, afeta praticamente todos os processos do crescimento, sendo que, os prejuízos causados dependem da duração, do tipo de estresse, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre. Por outro lado, o feijoeiro é uma planta relativamente sensível ao excesso de

água no solo (STONE; MOREIRA, 2001). De acordo com Santana et al. (2009) e Torres et al. (2013), o excesso de água pode favorecer a lixiviação de nutrientes e asfixia de raízes, bem como diminuir a absorção de nutrientes. Portanto, as maiores produtividades do feijoeiro são alcançadas quando se mantêm o solo próximo à capacidade de campo, havendo uma posterior queda da produtividade com aumento da lâmina de irrigação (STONE; MOREIRA, 2001).

A ocorrência de doenças é uma das principais causas de redução da produtividade do feijoeiro, transmitidas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. As doenças, dependendo das condições ambientais, podem causar perda total da produção, depreciar a qualidade do produto ou até inviabilizar determinadas áreas para o cultivo.

A mancha de alternaria do feijoeiro (*Alternaria alternata*) pode ser causada por mais de uma espécie de alternaria, sendo a semente uma das principais fontes de inóculo da doença. O processo de colonização de *A. alternata* em tecidos vivos tem início via a penetração do fungo. Uma vez atingido o interior do tecido, o patógeno começa a liberar uma toxina cuja função é garantir a destruição das células ao redor do ponto de penetração e assim garantir os nutrientes para sua sobrevivência (STUART et al., 2009).

O crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) tem sido uma problemática nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina, Espírito Santo, Rio Grande do Sul e no Centro Oeste, principalmente na safra das águas. Esta doença apresenta

ampla distribuição, ocasionando graves perdas na produção, especialmente em regiões úmidas, com temperaturas de moderadas a altas (RAVA, 2007).

São escassos os estudos que correlacionam essas doenças foliares ao manejo de irrigação de cultivares de feijoeiro comum. Portanto, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a severidade de doenças foliares e a produtividade de cultivares de feijoeiro comum em função de reposição de água no solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do tipo arco, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM *Campus* Uberaba), no município de Uberaba, estado de Minas Gerais localizado a 800 m de altitude, com latitude de 19° 39' 19" S e longitude de 47° 57' 27" W.

Foi realizada a classificação do clima conforme a Thornthwaite (1948), sendo um clima do tipo B_{1r}B_{4a}', úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, megatérmico com evapotranspiração relativa inferior a 48 mm, precipitação anual de 1476 mm e temperatura média de 21,9 °C.

O solo foi caracterizado como Latossolo vermelho distrófico e classificado como Franco areno argiloso (EMBRAPA, 2013). As características químicas deste foram analisadas pelo Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da análise química do solo na camada de 0-0,2 m da área experimental. Uberaba – MG, 2014.

Características	Teores	Características	Teores
pH em água	5,7	SB (cmolc dm ⁻³)	0,7
P (mg dm ⁻³)	1,1	t (cmolc dm ⁻³)	0,8
K (mg dm ⁻³)	14	T (cmolc dm ⁻³)	2,8
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,5	V (%)	25,9
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,2	M.O. (%)	1,4
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,1	P-rem (mg L ⁻¹)	12,4
H + Al (cmolc dm ⁻³)	2,1		

Fonte: Valeriano et al. (2019).

A curva de retenção de água do solo foi determinada no Laboratório de Solos do IFTM em Uberaba, estado de Minas Gerais,

foram obtidos os parâmetros de ajuste da equação Equação 1.

$$\theta = \frac{0,42}{[1 + (1,32 * \psi_m)^{4,6}]^{0,11}} + 0,115 \quad (1)$$

Em que: θ = umidade volumétrica (cm³ cm⁻³) e ψ_m = potencial matricial (kPa).

A densidade média do solo obtida pelo método do cilindro de Uhlund forneceu valores de 1,0 g cm⁻³. A umidade correspondente à capacidade de campo, determinada pelo método de pesagem, foi de 0,23 cm³ cm⁻³ (tensão de água no solo média de 14 kPa). Os dados de temperatura do ar e umidade relativa foram coletados por meio de um termohigrômetro digital instalado no interior da casa de vegetação.

As cultivares utilizadas foram: a) IPR Juriti que tem hábito de crescimento ereto (tipo II), com ciclo médio de 89 dias, pertence ao grupo carioca e resistente a ferrugem (*Uromyces phaseoli*), oídio (*Erysiphe poligoni*) e a mosaico comum (BCMV) e, b) IAC Imperador que tem hábito de crescimento semiereto (tipo I), com ciclo médio de 75 dias, pertence ao grupo carioca e é resistente a antracnose (*Colletotrichum lindemutianum*).

O experimento foi conduzido mediante um desenho experimental delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial de 2 x 5, em que foram

utilizadas as duas cultivares de feijoeiro comum, IAC Imperador e IPR Juriti e cinco lâminas de irrigação (40%, 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração diária da cultura). Foram utilizadas cinco repetições totalizando 50 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de dois vasos de polietileno com capacidade para 14 dm³ e foram dispostas a 0,4 m entre as mesmas e um metro entre os blocos.

Foi realizada a calagem por meio da mistura de 9 g no solo em cada vaso de calcário do tipo Filler, elevando-se a saturação por base para 60%. A adubação do experimento foi realizada segundo recomendações de Malavolta (1980).

A semeadura foi realizada no dia 25 de junho de 2014 e a colheita no dia 29 de setembro de 2014. Foram adicionadas cinco sementes em cada vaso, deixando-se após cinco dias de semeadura três plantas para condução e coleta dos dados.

O início do experimento foi caracterizado por elevar o solo dos vasos à

capacidade de campo (capacidade de recipiente), para isto, o solo foi saturado com água, envolvendo os vasos individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem. Quando cessou a drenagem em aproximadamente 24 horas, os plásticos foram retirados.

Os volumes de água de reposição para cada vaso foram obtidos a partir de um

$$ET = I - D \quad (2)$$

Em que: ET é a evapotranspiração diária (mm); I é a quantidade de água irrigada (mm) e D é a quantidade de água drenada (mm).

A reposição de água foi realizada manualmente e com frequência diária, com proveta graduada a fim de proporcionar a precisão na lâmina desejada em cada tratamento. Se instalando hastes tensiométricas em cada tratamento, para avaliar a tensão de água no solo. O início da diferenciação das reposições foi no segundo dia após semeadura, simulando como foram realizados em campo.

Foram avaliadas a severidade de mancha de alternaria (*Alternaria alternata*) utilizando-se escala diagramática proposta

$$AACPD = \sum_{n-1}^{i=1} \left(\frac{y_i + y_{(i+1)}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

Em que: n = número de avaliações; y_i = severidade da doença na época de avaliação; $y_{(i+1)}$ = severidade da doença observada na época de avaliação; t_i = época de avaliação (DAS); t_{i+1} = época de avaliação.

Foram avaliados ainda, os índices de produtividade, número de grãos por vagem e número de vagens por planta. Por meio da relação entre a produtividade média de cada

$$EUA = \frac{P}{L} \quad (4)$$

Em que: P é a produtividade média de cada tratamento e L é a lâmina aplicada durante o ciclo.

As características foram submetidas à análise de variância, para determinar a

percentual, relativo a cada tratamento, da quantidade de água evapotranspirada diariamente. Para isso foram instalados em dois vasos por tratamento drenos de coleta da água de percolação, possibilitando a Equação 2, do balanço de água no solo (GERVÁSIO; CARVALHO; SANTANA, 2000; SANTANA et al., 2003).

por Godoy et al. (1997) e de crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) conforme proposta de James (1974) e adaptação de Azevedo (1997). As plantas foram avaliadas aos 40, 50, 60, 70 e 80 dias após semeadura (DAS).

Os dados das avaliações de severidade foram analisados com a metodologia da Área Abaixo da Curva de Progressão da Doença (AACPD) por meio da proposta de Campbell e Madden (1990) utilizando-se a Equação 3.

tratamento e a lâmina aplicada durante o ciclo, foi obtida a eficiência do uso da água (EUA), Equação 4.

prova F para aceitar ou rejeitar as hipóteses, sendo os efeitos dos tratamentos estudados

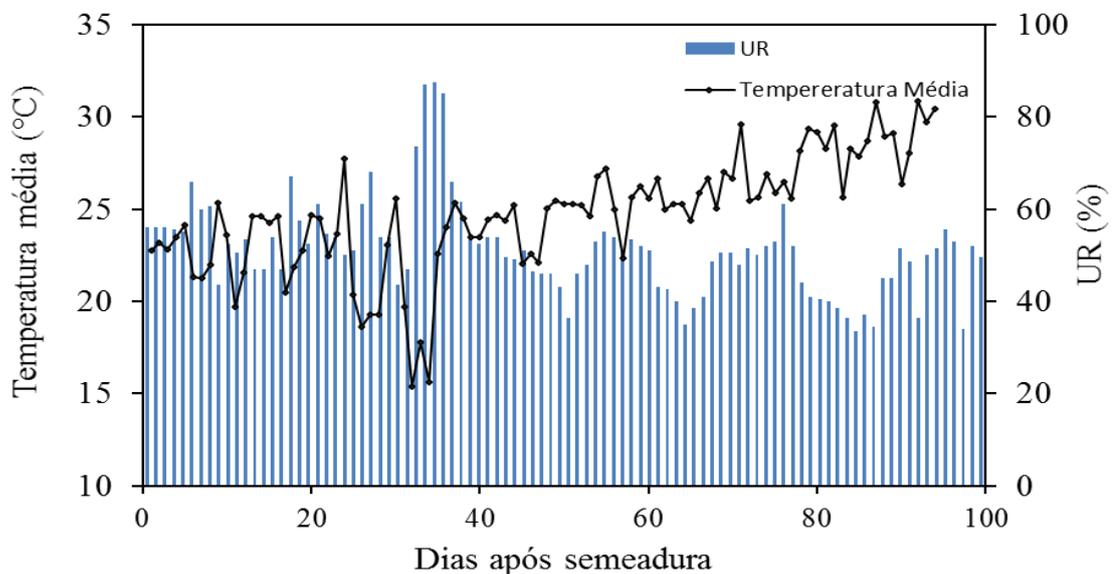
por meio de análise de regressão ou do teste de média Scott-Knott, conforme o caso.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas do experimento estiveram adequadas para a produção de grãos (Figura 1), pois os valores médios de temperatura do ar e umidade relativa (UR) foram de 24,70°C e

51,21 %, respectivamente, de acordo com Barbosa e Gonzaga (2012), temperaturas diurnas e noturnas acima de 30 e 25°C, respectivamente, sobretudo no período de florescimento, são prejudiciais ao pegamento de botões florais e formação de vagens e quanto a umidade relativa (UR), valores superiores a 70% são responsáveis por maiores problemas fitossanitários (VIEIRA, 2001).

Figura 1. Temperatura do ar e Umidade relativa média, registradas durante a condução do experimento.



Fonte: Valeriano et al. (2019)

As lâminas aplicadas em cada reposição de água no solo variaram de 180,4 a 547 mm. As lâminas diárias equivalente a 40% da ETc, corresponderam as tensões médias de água no solo de 41,7 kPa e 35,56 kPa para as cultivares IAC Imperador e IPR Juriti, respectivamente. Enquanto que, as maiores lâminas, 120% da ETc, proporcionaram tensões com valores

próximos a 16 kPa. De acordo com Chieppe Júnior, Klar e Stone (2000) e Cunha et al. (2013) a tensão crítica para o feijoeiro é de aproximadamente 30 kPa. Entretanto Freitas et al. (2012) constataram uma maior produtividade do feijoeiro quando a tensão de água no solo foi igual a 39 kPa (Tabela 2).

Tabela 2. Dados médios de tensão de água no solo e lâminas aplicadas, Uberaba, MG, 2014

Cultivar	Reposição de água no solo (%)	Tensão média de água no solo (kPa)	Lâmina total aplicada (mm)
IAC Imperador	40	41,70	180,40
	60	31,61	271,30
	80	24,80	360,68
	100	16,94	449,91
	120	16,09	547,00
IPR Juriti	40	35,56	180,40
	60	34,51	271,30
	80	26,10	360,68
	100	17,03	449,91
	120	16,00	547,00

Fonte: Valeriano et al. (2019)

De acordo com o teste F ($p < 5\%$), houve diferença significativa entre as reposições de água no solo para todas as variáveis estudadas. Entre as cultivares houve diferença apenas no

número de grãos por vagem. Houve ainda, interação entre os fatores estudados para as variáveis AACPD-mancha de alternaria e o número de grãos por vagem (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para AACPD CB crestamento bacteriano comum, AACPD MA mancha de alternaria, produtividade (Prod.), Número de grãos por planta (NGP) e Número de grãos por vagem (NGV)

FV ¹	GL ²	AACPD CB	AACPD MA	Prod.	NGP	NGV
Reposição de água (R)	4	0,000001 ⁴	0,000001 ⁴	0,001 ⁴	0,001 ⁴	0,001 ⁴
Cultivares (C)	1	0,408 ^{ns}	0,168 ^{ns}	0,098 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,038 ⁵
R x C	4	0,265 ^{ns}	0,0015 ⁴	0,495 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,001 ⁴
Média geral		2861,30	94,45	1090,20 kg ha ⁻¹	19,61	2,94
CV ³ (%)		32,63	31,19	32,71	32,6	25,74

¹ fontes de variação; ² grau de liberdade; ³ coeficiente de variação; ⁴ significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ⁵ significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo pelo teste F. Fonte: Valeriano et al. (2019).

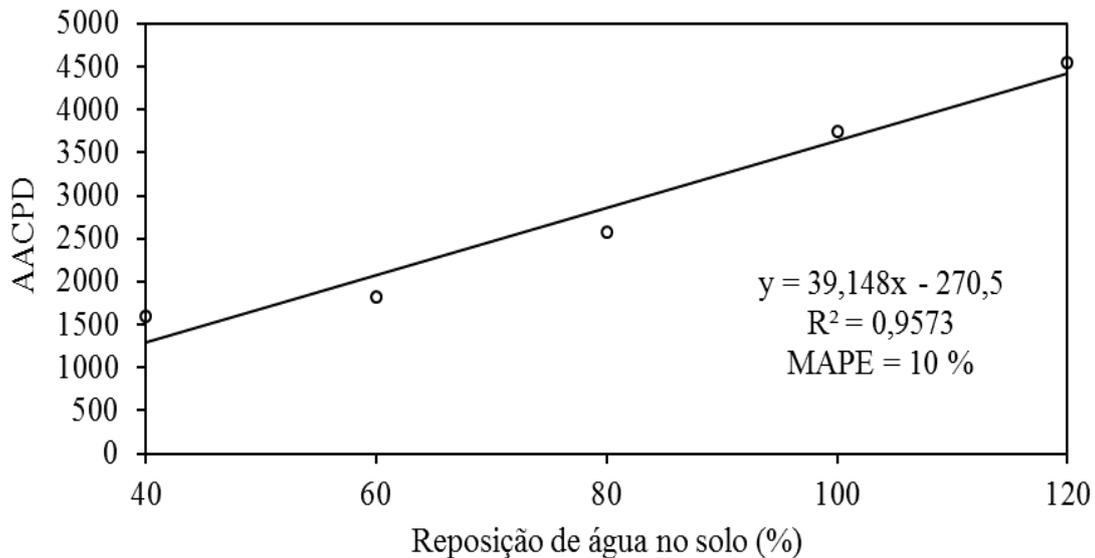
Houve um aumento linear dos valores de AACPD para o crestamento bacteriano comum em função das reposições de água no solo, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,95 e erro percentual médio absoluto (MAPE) de 10% (Figura 2). Em relação a mancha de alternaria, houve interação entre reposições de água no solo e

cultivares, portanto, foi realizado o desdobramento de reposição de água no solo dentro de cada cultivar. Houve um aumento da AACPD até aproximadamente 100% de reposição de água, com posterior decréscimo, para a cultivar IAC Imperador, sendo que a maior AACPD foi obtida, quando se irrigou 105% da ETc, com um R^2 de

0,708 e MAPE de 20%. Para a cultivar IPR Juriti houve um decréscimo da AACPD próximo a 80% com posterior acréscimo, e a maior e menor AACPD

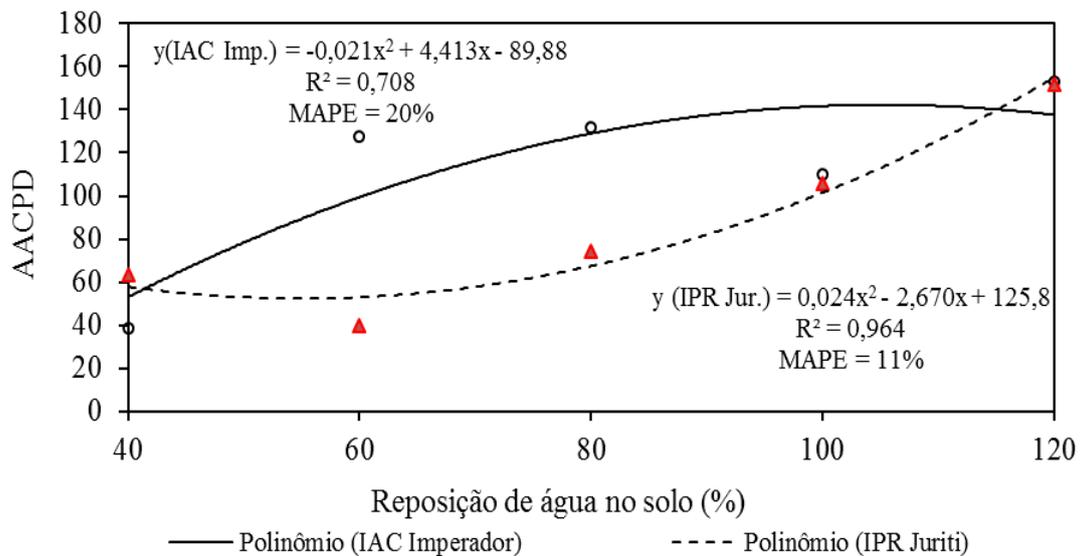
foram observadas com 120% e 55% da ETc, respectivamente, com um R² de 0,96 e MAPE de 11% (Figura 3).

Figura 2. Área abaixo da curva de progresso para cretamento bacteriano comum em função das reposições de água no solo.



Fonte: Valeriano et al. (2019)

Figura 3. Área abaixo da curva de progresso para mancha de alternaria em função das reposições de água no solo para as cultivadas testadas.



Fonte: Valeriano et al. (2019)

Estes resultados evidenciam que a severidade de ambas as doenças, cretamento bacteriano comum e

mancha de alternaria, aumenta conforme as lâminas aplicadas no solo. Costa e Dantas (2014), a influência da

sobrevivência e reprodução do patógeno em seus portadores, pode estar vinculada às condições ambientais. Neste caso, o aumento da severidade das doenças associado as maiores lâminas, está relacionado com o maior molhamento foliar que favorece o desenvolvimento do patógeno. Kobayashi et al. (2016), também evidenciaram o aumento da severidade de mancha angular no feijoeiro conforme a diminuição do turno de rega, ou seja, menor intervalo entre as irrigações, conseqüentemente maior o período de molhamento foliar.

As maiores lâminas proporcionaram ainda uma maior lixiviação dos nutrientes, o que pode tornar a planta mais susceptível a ocorrência de doenças, visto que os

nutrientes são essenciais para o desenvolvimento e manutenção das atividades celulares. Um ambiente deficitário nutricionalmente, pode diminuir a resposta imunológica da planta a ocorrência de patógenos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em relação ao desdobramento das cultivares dentro das reposições de água no solo, para mancha de alternaria, a cultivar IPR Juriti se diferenciou significativamente da IAC Imperador nas lâminas correspondentes a 60 e 80% da ETc, onde obteve menores médias de AACPD, 40 e 74, respectivamente (Tabela 4). Entretanto a interação das diferentes cultivares de feijão com os diferentes patógenos deve ser avaliada em cada local de cultivo (FURLAN et al., 2004).

Tabela 4. Médias da AACPD de mancha de alternaria, para as cultivares dentro das reposições de água no solo

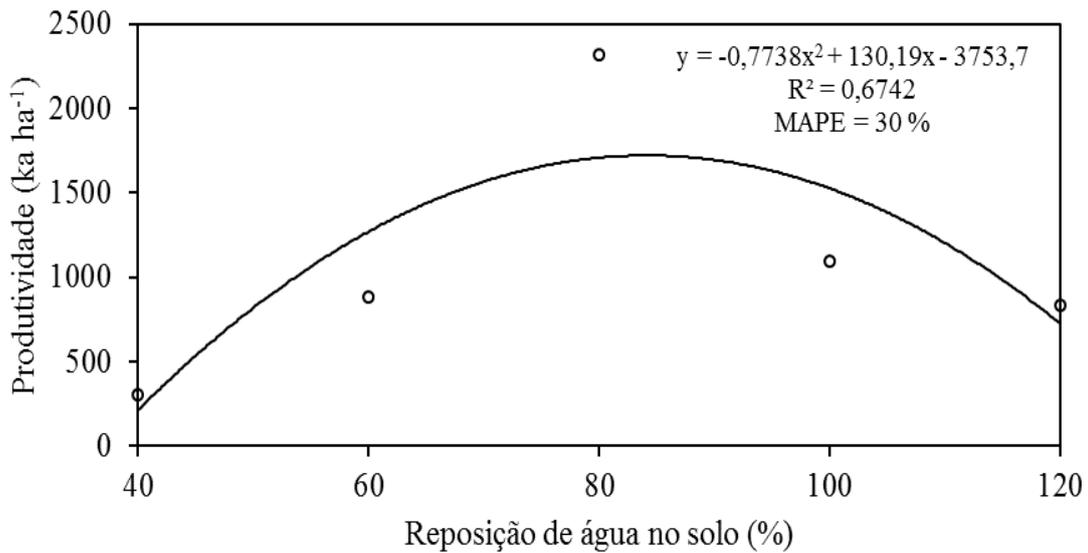
Cultivares	Reposição de água (%)				
	40	60	80	100	120
IAC	38,6 a ¹	127,5 a	131,6 a	110,0 a	153,0 a
Imperador					
IPR Juriti	63,2 a	40,0 b	74,0 b	105,7 a	151,6 a

¹médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente, pelo teste Skott Knott. **Fonte:** Valeriano et al. (2019).

Houve diferença estatística para a produtividade em função das reposições de água no solo, porém não houve diferença estatística em função das cultivares. Este trabalho corrobora com Torres et al. (2013), que também verificaram diferença significativa na produtividade de feijoeiro em função de reposições de água no solo, sendo que a maior produtividade observada foi obtida quando se irrigou uma lâmina equivalente a 100% da ETc. Entretanto, neste trabalho houve um aumento da produtividade do feijoeiro até

aproximadamente 80% da ETc com posterior decréscimo.

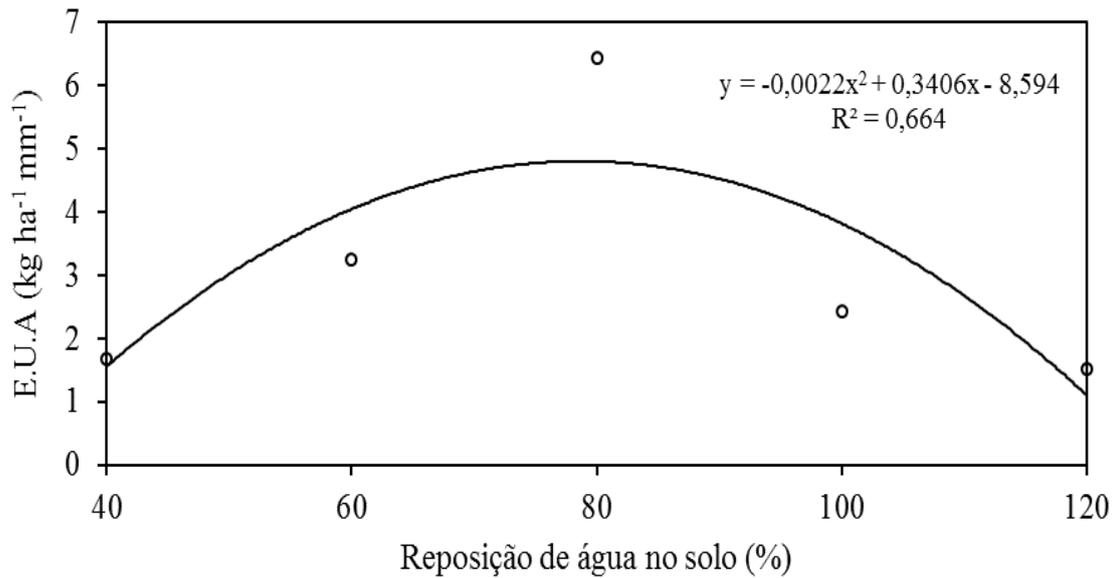
Foi feito um ajuste linear onde foram obtidos os valores de precisão e acurácia de 0,67 (R^2) e 30% (MAPE), respectivamente. O ponto de máxima produtividade foi verificado ao irrigar 84% da ETc, equivalendo uma lâmina estimada de aproximadamente 460 mm e tensão de água no solo de 25kPa, confirmando os resultados de Cunha et al. (2013), de que tensões de água no solo acima de 30kPa são prejudiciais para o desenvolvimento da cultura (Figura 4).

Figura 4. Produtividade média do feijoeiro em função das reposições de água no solo.

Fonte: Valeriano et al. (2019)

Em relação a eficiência do uso da água (EUA), houve um aumento até aproximadamente 80% de ETc com posterior decréscimo. Estes valores divergem dos verificados por Santana (2007) que ressaltou que o conceito de EUA é relativo e não esteve diretamente proporcional aos resultados de produtividade, e que houve aumento da EUA com aumento das lâminas de irrigação. Valeriano et al. (2016), avaliando lâminas de irrigação na cultura da alface, verificaram uma

relação linear, onde a EUA máxima foi próxima aos 60% da ETc e houve um decréscimo a partir de lâminas superiores a esta. A eficiência média do uso da água foi de 3kg ha⁻¹ mm⁻¹, resultado semelhante foi encontrado por Brito et al. (2016), que avaliaram a EUA do feijoeiro sob diferentes coberturas do solo submetido a restrição hídrica, o valor obtido para o sistema sem cobertura e sem restrição foi de 3,95kg ha⁻¹mm⁻¹ (Figura 5).

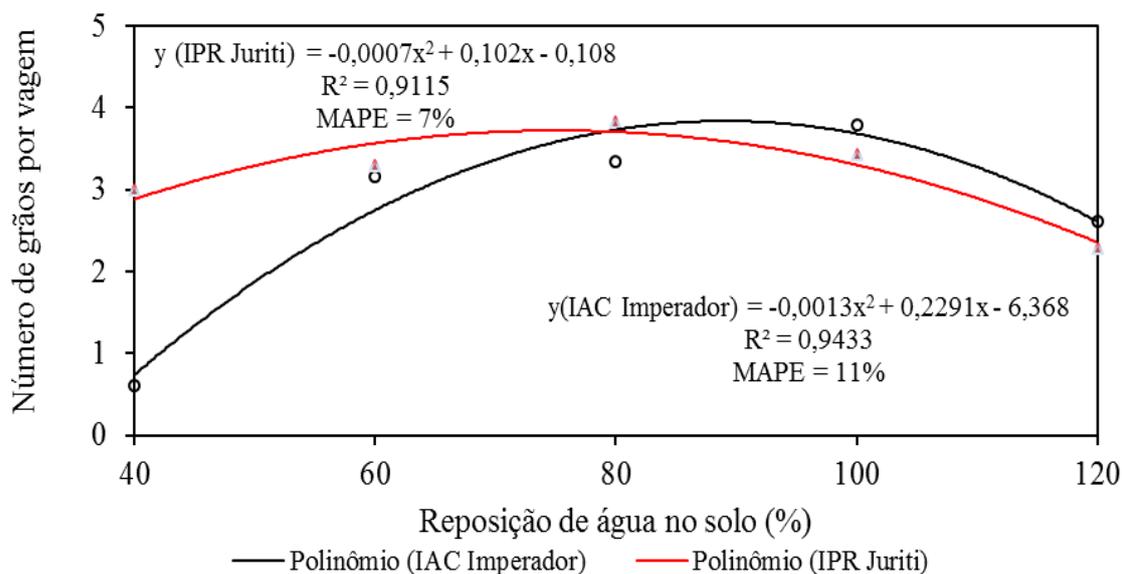
Figura 5. Eficiência do uso da água em função das reposições de água no solo.

Fonte: Valeriano et al. (2019)

Houve interação entre cultivares e reposições de água no solo para a variável número de grãos por vagem. O desdobramento das reposições de água no solo dentro das cultivares, indicou que independente do cultivar, houve um aumento até 80% da ETc com posterior decréscimo, comprovando os resultados de mesma tendência, como a produtividade e EUA. Confirmando que

tanto o déficit, quanto o excesso de água provocam má formação dos grãos, concordando com Arf et al. (2004), que verificaram que o fornecimento de quantidades adequadas de água é um dos fatores fundamentais na produção da cultura do feijoeiro, o excesso e o déficit podem prejudicar o desenvolvimento e a produtividade da cultura (Figura 6).

Figura 6. Número de grãos por vagem, médio, em função das reposições de água no solo para as cultivares IAC Imperador e IPR Juriti.



Fonte: Valeriano et al. (2019)

No desdobramento de cultivares dentro de cada reposição de água, houve diferença estatística apenas quando a irrigação foi efetuada com 40% da Etc. A cultivar IPR Juriti obteve maior de média de grãos por vagem. Os resultados deste trabalho foram inferiores aos encontrados por Arf et al.

(2004), onde a média de grãos por vagem obtida foi de 5,1. Esta diferença pode ser justificada pela diferente cultivar, uma vez que os autores utilizaram a Ouro vermelho. Outra justificativa é as condições edafoclimáticas dos locais de condução do cultivo (Tabela 5).

Tabela 5. Médias do número de grãos por vagem para as cultivares dentro das reposições de água no solo

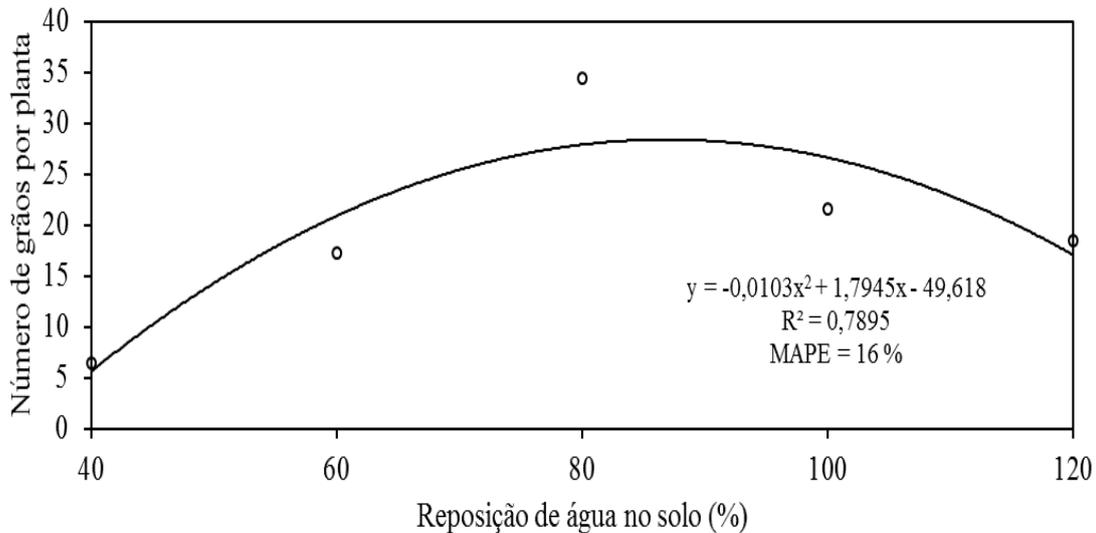
Cultivares	Reposição de água (%)				
	40	60	80	100	120
IAC Imperador	0,66 b ¹	3,10 a	3,34 a	3,42 a	2,28 a
IPR Juriti	3,00 a	3,30 a	3,82 a	3,80 a	2,62 a

¹médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente, pelo teste Skott Knott.

Fonte: Valeriano et al. (2019)

A tendência observada no número de vagens por planta em função das reposições de água no solo foi semelhante às demais, onde houve um acréscimo até aproximadamente 90%

da ETC e posterior decréscimo. Este resultado diverge do encontrado por Santana (2007), que não verificou efeito das reposições de água no solo no número de grãos por planta (Figura 7).

Figura 7. Número de grãos por planta em função das reposições de água no solo.

Fonte: Valeriano et al. (2019)

6 CONCLUSÕES

O aumento das lâminas de irrigação acarretou o aumento da severidade das doenças, crestamento bacteriano e mancha de alternaria. Os maiores valores produtivos assim como a maior eficiência do uso da

água, foram obtidos quando se irrigou 80% da ETc. Portanto, em função da severidade das doenças e os aspectos produtivos, recomenda-se manter a tensão de água no solo próxima aos 25 kPa para as duas cultivares.

7 REFERÊNCIAS

- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, W. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.
- AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo:1997. 114 p.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p.
- BRITO, J. E. D.; ALMEIDA, A. C. S.; LYRA, G. B.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; TEODORO, I.; SOUZA, J. L. Produtividade e eficiência de uso da água em cultivo de feijão sob diferentes coberturas do solo submetido à restrição hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 565-575, 2016.

- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Crop loss assessment and modeling. In: CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**, 1990. v. 14, p. 393-422.
- CARVALHO, J. J.; BASTOS, A. V. S.; SAAD, J. C. C.; NAVES, S. S.; SOARES, F. A. L.; VIDAL, V. M. Teor e acúmulo de nutrientes em grãos de feijão comum em semeadura direta, sob déficit hídrico. **Irriga**, Botucatu - Edição Especial Inovagri, v. 1, n. 1, p. 104-117, 2014.
- CHIEPPE JÚNIOR, J. B.; KLAR, A. E.; STONE, L. F. Efeito de métodos de controle da irrigação no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), sob diferentes tensões de água do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 5, n. 1, p. 9-20, 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2015/2016, sétimo levantamento**, abril de 2016. Brasília, 2016, 146 p.
- COSTA, J. G. C. da; WENDLAND, A.; ABREU, A. G. de; OLIVEIRA, J. P. de; ABREU, B. S. **Reação de variedades tradicionais de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) coletadas no Estado do Paraná aos patótipos de (*Colletotrichum lindemuthianum*)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 43).
- COSTA, De L.; DANTAS, R. T. Incidência da tuberculose associada às características demográficas e ambientais em Campina Grande, PB. **Sodebras**, v. 9, n. 101, p. 19 - 24, 2014.
- CUNHA, P. R.; SILVEIRA, P. M.; NASCIMENTO, Do, J. L.; ALVES JÚNIOR, J. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 735-742, 2013.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306 p.
- ESTEVES, B. S.; MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; SALASSIER, B. Avaliação do Kt para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 274-278, 2010.
- FAO. Statistics Division. FAOSTAT. Roma: FAO, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> Acesso em: 15 fev. 2017.
- FREITAS, W. A. CARVALHO, J. A.; BRAGA, R. A.; ANDRADE, M. J. B. Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 268-274, 2012.
- FURLAN, S. H. **Doenças bióticas e abióticas do feijoeiro: guia de identificação e controle de doenças do feijoeiro**. Campinas: APTO-Instituto Biológico, 2004. 91 p.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IMAUTI, M. T.; PRIA, M. D.; BERGER, L. A.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation, **Journal of Plant Diseases and protection**, Stuttgart, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

JAMES, W. C. Assessment of plant disease and losses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, n. 1, p. 27-48, 1974.

KOBAYASHI, B. F.; GOMIDES, J. E.; SANTANA, M. J. de.; AMARAL, D. R.; BORGES, R. M. Relação do turno de rega com a incidência de doenças foliares em cultivares de feijão irrigado. **Sodebras**, v. 11, n. 127, p. 46-49, 2016.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215 p.

RAVA, C. A. Doenças bacterianas. Embrapa, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, E. L.; MIGUEL, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 443-450, 2003.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 532-538, 2009.

SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação**. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

STUART, R.M.; BASTIANEL, M.; AZEVEDO, F.A.; MACHADO, M. A. Alternaria brown spot. **Laranja**, Cordeirópolis, v.30, p. 29-44, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

THORNTHWAITE, C. W. No approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

TORRES, J. L. R.; SANTANA, M. J.; 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. 833-841, 2013.

VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J.; MACHADO, L. J. M.; OLIVEIRA, A. F. Alface americana cultivada em ambientes protegido submetida a doses de potássio e laminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.

VALERIANO, T. T. B.; OLIVEIRA, A. F.; SANTANA, M. J.; PAIVA, I. A.; AMARAL, D. R. Reposições de água no solo e incidência de doenças foliares em cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**, Botucatu, esta edição, 2019.

VIEIRA, R. F. Comportamento de cultivares de caupi do tipo fradinho em Leopoldina, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 280, p. 729-733, 2001.