



Semina: Ciências Agrárias
ISSN: 1676-546X
semina.agrarias@uel.br
Universidade Estadual de Londrina
Brasil

Pereira Gomes, Eder; Biscaro, Guilherme Augusto; Rizzato Ávila, Marizangela; Silva Loosli, Felipe; Viana Vieira, Camila; Prechlak Barbosa, André
Desempenho agronômico do feijoeiro comum de terceira safra sob irrigação na região Noroeste do Paraná
Semina: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 3, mayo-junio, 2012, pp. 899-910
Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744113005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Desempenho agronômico do feijoeiro comum de terceira safra sob irrigação na região Noroeste do Paraná

Agronomic performance of common bean third crop under irrigation in the northwestern region of Paraná State

Eder Pereira Gomes^{1*}; Guilherme Augusto Biscaro¹; Marizangela Rizzatti Ávila²;
Felipe Silva Loosli³; Camila Viana Vieira⁴; André Prechlak Barbosa⁴

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e os componentes de produção da cultura do feijoeiro de terceira safra sob diferentes lâminas de irrigação na região Noroeste do Paraná. O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Estadual de Maringá, Campus do Arenito, em Cidade Gaúcha – PR. O trabalho foi implantado com seis lâminas de irrigação (0, 104,1, 171,8, 192,4, 222,9 e 333 mm) e quatro repetições, com delineamento de blocos ao acaso e esquema de parcelas em faixas. Foram avaliados o número de plantas por metro (NPM), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG), altura das plantas (AP) e altura de inserção da primeira vagem (AIPV). A produtividade (PROD) e os componentes número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG) responderam de forma linear e crescente às lâminas de irrigação. A maior produtividade, 2224 kg ha⁻¹, foi obtida com aplicação da maior lâmina, igual a 333 mm.

Palavras-chave: Lâminas de irrigação, evapotranspiração da cultura, componentes de produção, *Phaseolus vulgaris* L

Abstract

This research was done to evaluate the yield and yield components of bean third crop under irrigation depths in the northwestern region of Paraná State. The experiment was conducted in Arenito Campus of the State University of Maringá, Cidade Gaúcha city. The research was implanted with six irrigation depths (0, 104.1, 171.8, 192.4, 222.9 and 333 mm) and four replicates with a randomized block design and plot banded. The plants number per meter (NPM), pods per plant number (NVP), grains per pod number (NGV), hundred grains weight (MCG), crop height (AP) and height of first pod (AIPV) were evaluated. The yield (PROD), pods per plant number (NVP), grains per pod number (NGV) and hundred grains weight (MCG) responded significantly to irrigation depths. The highest yield, 2224 kg ha⁻¹ was obtained with application of greater depth, equal to 333 mm.

Key words: Irrigation depths, crop evapotranspiration, yield components, *Phaseolus vulgaris* L

¹ Profs. da Faculdade de Ciências Agrárias, FCA, Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados, MS. E-mail: edergomes@ufgd.edu.br; gbiscaro@ufgd.edu.br

² Pesquisadora da área de propagação vegetal, Unidade Regional de Pesquisa Oeste/Estação Experimental de Santa Tereza do Oeste, Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR. Santa Tereza do Oeste, PR. E-mail: marizangela_rizzatti@hotmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Campus do Arenito. Cidade Gaúcha, PR. E-mail: fsloosli@hotmail.com

⁴ Discentes em Agronomia, UEM, Campus Avançado de Umuarama. Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: camilavianav@hotmail.com; andre_prechlak@hotmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

O Brasil é o maior produtor do mundo de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e na safra de 2009/2010 a produção atingiu 3,8 milhões de toneladas com produtividade de 950 kg ha⁻¹, com área plantada 18% superior em relação a safra de 2008/2009. A produção de feijão de primeira safra (safra das águas) correspondeu a 45% da produção nacional, enquanto a de segunda safra (safra da seca) e terceira safra (safra de outono/inverno) corresponderam a 37% e 18%, respectivamente. Na produção de feijão de terceira safra destacaram-se os estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, predominando o feijão irrigado (CONAB, 2011).

De maneira geral, a necessidade de água do feijoeiro com ciclo de 60 a 120 dias varia entre 300 a 500 mm (DOORENBOS; KASSAM, 1994), no entanto, em alguns casos a máxima produtividade pode ser atingida com consumo hídrico menor que 250 mm (JADOSKI; CARLESSO; MELO, 2003; ARF et al., 2004). Isto acontece devido às condições do clima do local, época de semeadura, cultivares e estádios de desenvolvimento da planta (SILVEIRA; STONE, 2001).

A maior demanda de água pelas plantas do feijoeiro acontece no início do florescimento e se estende até o início do enchimento de grãos, onde a evapotranspiração da cultura pode atingir valores acima de 6 mm dia⁻¹. O déficit hídrico nesta fase reduz o número de vagens por planta e a massa dos grãos. Durante a fase vegetativa de desenvolvimento do feijoeiro, o déficit hídrico tem efeito indireto no rendimento dos grãos, pela redução da área foliar (ARF et al., 2004).

A irrigação tem promovido significativos ganhos de produtividade na cultura do feijoeiro de terceira safra (ÁVILA et al., 2010). Vieira (2006) classifica o cultivo do feijoeiro em quatro níveis tecnológicos, sendo 3 e 4 os níveis que empregam irrigação, onde a principal diferença está na adubação, com doses maiores da ordem de 20 a 30% no nível 4 para N, P₂O₅ e K₂O. Para o nível 3 é esperada uma

produtividade entre 1800 e 2500 kg ha⁻¹ e, para o nível 4, acima de 2500 kg ha⁻¹.

Na maioria dos trabalhos, o feijoeiro irrigado tem alcançado produtividades entre 1800 e 2500 kg ha⁻¹ (STONE; MOREIRA, 2000; STONE; MOREIRA, 2001; JADOSKI; CARLESSO; MELO, 2003; ARF et al., 2004; CHIEPPE JUNIOR et al., 2007; SANTANA et al., 2009). Em alguns casos, o rendimento do feijoeiro sob irrigação é mais expressivo, superior a 3000 kg ha⁻¹ (LEMOS et al., 2004) ou acima de 4000 kg ha⁻¹ (GUERRA; SILVA; RODRIGUES, 2000; FARINELLI; LEMOS, 2010).

O Paraná é o maior produtor brasileiro de feijão, atingindo 32% da produção nacional na safra de 2009/2010 (CONAB, 2011), no entanto, com pouco destaque no cultivo de terceira safra, limitado em função da temperatura, normalmente feito sem irrigação. No Paraná 70% da produção está concentrada na região sul do Estado e apenas 0,3% na região noroeste. A produção de terceira safra no Paraná representa apenas 1,5% da produção total paranaense, com produtividade da ordem de 727 kg ha⁻¹ (SEAB, 2010).

O zoneamento agrícola do Paraná demonstra que a semeadura de feijão de terceira safra para a região noroeste deve-se concentrar principalmente nos meses de fevereiro e março (MAPA, 2010), no entanto, devido à baixa capacidade de armazenamento hídrico dos solos da região (GOMES et al., 2010), isto deve ser feito com uso do plantio direto e/ou irrigação (CARAMORI et al., 2003).

Diante deste cenário, a irrigação praticada de forma suplementar pode se tornar uma opção de garantia de safra, mas o inconstante mercado agrícola e o considerável investimento inicial na aquisição de equipamentos de irrigação têm sido empecilhos à expansão da agricultura irrigada na região. Para atenuar estas questões é necessário que se utilize a tecnologia da irrigação da maneira mais eficiente possível, adotando lâminas adequadas de irrigação.

Assim, este experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produtividade e os componentes de produção da cultura do feijoeiro comum de terceira safra sob diferentes lâminas de irrigação na região Noroeste do Paraná.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2010, em uma área experimental localizada na Universidade Estadual de Maringá, UEM, Campus do Arenito, em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná. As coordenadas geográficas são $23^{\circ}22'29''$ de latitude sul e $52^{\circ}56'57''$ de longitude oeste, a 404 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa (mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco).

O solo da área experimental é classificado como LATOSOLO VERMELHO Distrófico típico com horizonte A de textura arenosa e horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 1999). A análise química do solo na profundidade de 0 a 20 cm apresentou os seguintes resultados: pH de 6,4 (H_2O); P de 20,2 mg dm⁻³; Ca de 1,18 cmol dm⁻³; Mg de 0,58 cmol dm⁻³; Al de 0,0 cmol dm⁻³; K de 0,13 cmol dm⁻³.

Durante o período do experimento a precipitação (P) foi de 305,2 mm e as evapotranspirações de referência e cultura foram iguais a 429,5 e 410,6 mm, respectivamente. A temperatura média foi de 24,6 °C e a umidade relativa média foi de 70,6%. Na Figura 1 estão apresentados os dados de evapotranspiração e precipitação ocorrida no decorrer do experimento.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ET0) e o coeficiente da cultura de cada estádio fenológico (kc). A evapotranspiração de referência (ET0) foi obtida a partir dos dados meteorológicos da estação local e estimada pela equação de Penman-Monteith padrão FAO (ALLEN et al., 1998). Os coeficientes de cultura para cada estádio fenológico foram adotados conforme Silveira e Stone (2006).

A partir dos dados de ETc e P fez-se o balanço hídrico decenal do feijoeiro durante o ciclo experimental (Figura 2) utilizando o programa BHNORM versão 5 (ROLIM; SENTELHAS, 1999). Na Figura 2 estão apresentadas também as médias decenais de temperatura e umidade relativa.

No dia 09 de janeiro de 2010 aplicou-se 2 ton ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Na adubação de semeadura, realizada no dia 09 de fevereiro, aplicou-se 200 kg ha⁻¹ do formulado 0-20-20 com incorporação ao solo por meio de arado de disco reversível e grade niveladora. A adubação foi realizada com nível 3 de tecnologia, segundo recomendação de Vieira (2006). A cultura foi implantada no mesmo dia, no espaçamento entre linhas de 0,5m, densidade de 16 sementes por metro e semeadas a cinco cm de profundidade. Foi utilizada a cultivar IPR Colibri "carioca", grupo de maturação precoce e tipo I.

O trabalho foi implantado com seis tratamentos (lâminas de irrigação) e quatro repetições, com delineamento de blocos ao acaso e esquema de parcelas em faixas, conforme Stone e Moreira (2001). A linha de irrigação, em PVC de 50 mm, foi montada paralela às linhas de semeadura, contendo cinco aspersores espaçados de 6 m (coincidente ao comprimento da parcela). Cada parcela foi constituída por cinco linhas de plantas, totalizando uma área de 15 m² (6 m x 2,5 m).

Perpendicular à linha de irrigação e, no centro de cada parcela irrigada, foi colocado coletor de 10 cm de diâmetro a um metro do solo. Estes coletores foram instalados a 2, 4, 6, 8 e 10 m, representando as lâminas aplicadas: L5, L4, L3, L2 e L1, respectivamente. Além do alcance do aspersor foram instaladas as parcelas testemunhas (L0). Os coletores dispostos a 6 m (L3) foram estabelecidos como referência para o manejo de irrigação. Anterior ao período experimental, com os aspersores em funcionamento, verificou-se o volume destes coletores durante uma hora, obtendo uma intensidade de aplicação de 12 mm h⁻¹.

O manejo de irrigação, iniciado logo após a semeadura, foi feito com base na umidade do solo, determinada apenas no tratamento que recebeu a lâmina de referência (L3), obtida pela diferença entre as umidades volumétricas na capacidade de campo (θ_{cc}) e atual (θ_a), multiplicada pela profundidade efetiva da raiz (Z). As lâminas de irrigação são apresentadas na Tabela 01.

A umidade na capacidade de campo (θ_{cc}), igual a $0,215 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, foi obtida por meio de curva de retenção ajustada pelo modelo de Van Genutchen (1980) e elaborada por Lopes et al. (2007). Adotou-se tensão de água correspondente a solo arenoso, ou seja, igual a 10 kPa, conforme Albuquerque (2010). A profundidade efetiva da raiz foi considerada igual a 200 mm nos primeiros 15 dias e depois igual a 400 mm até o fim do experimento.

Nos dias de irrigação, para determinação da umidade volumétrica atual (θ_a), amostras de solo foram retiradas utilizando trado de 25 mm de diâmetro e encaminhadas ao laboratório, onde foram pesadas em balança analítica com resolução de 0,001g e posteriormente levadas ao forno de microondas, onde permaneceram por 30 minutos sob uma potência da ordem de 1300 W, conforme Gomes et al. (2005). Em seguida, as amostras de solo foram retiradas do forno de microondas e novamente pesadas, obtendo por diferença, a massa de água, que dividida pela massa seca do solo, originou a umidade gravimétrica atual (U_a).

A umidade volumétrica atual (θ_a) foi obtida por meio do produto da umidade gravimétrica atual (U_a) e densidade do solo (Ds), sendo esta determinada por meio de amostras retiradas com o uso de cilindros volumétricos e posteriormente secas em estufa a 105° C durante 30 horas, obtendo um valor médio

na camada de 0 – 40 cm da ordem de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$. Foram coletadas na diagonal da área experimental seis amostras por meio de cilindros volumétricos, três na camada de 0 – 20 cm e três na camada de 20 – 40 cm.

As irrigações foram realizadas duas vezes por semana (segundas e quintas feiras) a partir das 16 horas, para atenuar a influência do vento, exceto em dias que houve precipitação (P). O tempo de irrigação foi obtido pela razão entre a lâmina de referência e intensidade de aplicação. Após as irrigações as lâminas aplicadas foram medidas nos coletores (Tabela 1).

Na adubação de cobertura aplicou-se 110 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de uréia, parcelada em três vezes, aos 15, 25 e 35 dias da semeadura. A adubação de cobertura foi realizada com nível 3 de tecnologia, segundo recomendação de Vieira (2006). Durante o experimento, sempre que necessário, as plantas invasoras foram eliminadas por meio de capinas mecânicas.

Antes da colheita de cada parcela, avaliou-se: altura das plantas (AP), medida do nível do solo até o ápice da planta, utilizando régua milimetrada, sendo que os resultados foram expressos em centímetros; altura de inserção da primeira vagem (AIPV), medida do nível do solo até a inserção da primeira vagem, número de vagens por planta (NVP), obtido pela contagem do número de vagens presentes em cada planta, número de plantas por metro (NPM) obtido pela média das três fileiras centrais. Para as avaliações utilizou-se 10 plantas escolhidas ao acaso na área onde foi realizada a colheita. Destas plantas também se avaliou o número de grãos por vagem (NGV), obtido por meio da média do número de grãos formados em cada vagem.

Tabela 1. Umidade gravimétrica atual (U_a) e lâminas de irrigação (L5, L4, L3, L2 e L1) aplicadas no decorrer do experimento. Cidade Gaúcha/PR, 2010.

| Dia | DAS | U_a (g g^{-1}) | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 |
|-------|-----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 22/02 | 13 | 0,1311 | 13,2 | 10,3 | 7,3 | 6,2 | 5,1 |
| 01/03 | 20 | 0,1145 | 28,0 | 20,2 | 17,3 | 18,0 | 13,5 |
| 05/03 | 24 | 0,1109 | 34,6 | 22,0 | 19,4 | 16,9 | 9,8 |
| 08/03 | 27 | 0,1218 | 20,3 | 15,3 | 12,9 | 11,6 | 6,5 |
| 11/03 | 30 | 0,1104 | 35,2 | 22,3 | 19,7 | 15,8 | 10,3 |
| 18/03 | 37 | 0,1146 | 27,7 | 20,0 | 17,2 | 17,7 | 13,3 |
| 25/03 | 44 | 0,1136 | 32,3 | 22,5 | 17,8 | 15,4 | 9,9 |
| 29/03 | 48 | 0,1000 | 46,5 | 31,8 | 26,1 | 21,3 | 2,2 |
| 01/04 | 51 | 0,1146 | 27,7 | 20 | 17,2 | 17,7 | 13,3 |
| 08/04 | 58 | 0,1136 | 32,3 | 22,5 | 17,8 | 15,4 | 9,9 |
| 12/04 | 62 | 0,1104 | 35,2 | 22,3 | 19,7 | 15,8 | 10,3 |
| Total | | | 333,0 | 229,2 | 192,4 | 171,8 | 104,1 |

DAS – dias após semeadura.

Fonte: Elaboração dos autores.

Terminadas as avaliações procedeu-se a colheita no dia 20 de abril, onde se retirou manualmente as plantas presentes em 1m de cada uma das três linhas centrais de cada parcela, obtendo-se um total de 24 amostras de plantas colhidas secas. Suas vagens foram debulhadas manualmente para a obtenção dos grãos, que posteriormente foram limpos com auxílio de peneiras.

Partindo-se do rendimento de grãos nas parcelas, calculou-se a produtividade (PROD), corrigindo-se a umidade para 13% (base úmida), determinada por meio do método de estufa de 105 °C por 24 horas (BRASIL, 1992). Avaliou-se também a massa de cem grãos (MCG), com o auxílio de balança analítica com resolução de 0,001g.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

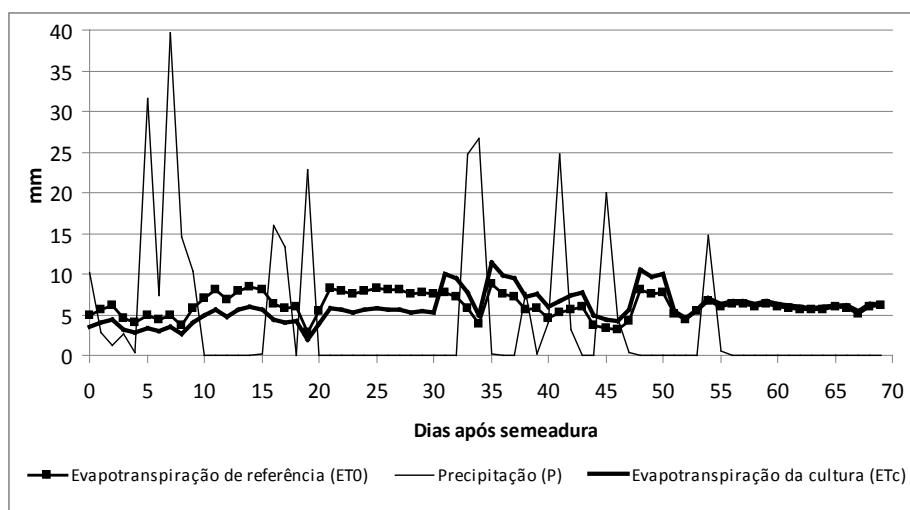
Durante o período experimental, a temperatura média do ar foi de 24,6 °C e a umidade relativa média foi de 70,6%. Segundo Andrade, Carvalho e Vieira (2006) a temperatura média ótima para o feijoeiro está entre 18 e 25 °C, no entanto, no período

do florescimento, a temperatura ideal deve estar numa faixa de 19 a 23 °C. Durante o florescimento a temperatura média foi de 25,2 °C. A precipitação acumulada foi de 305,2 mm, no entanto, 57 % das chuvas (173,2 mm) se concentraram nos vinte primeiros dias (Figura 1), favorecendo um balanço hídrico em excesso nas quatro primeiras semanas (Figura 2). A partir de então, o balanço hídrico foi caracterizado por déficit, justificando a necessidade de irrigação.

As lâminas de irrigação apresentaram efeitos significativos pelo teste F ($P<0,05$) nos componentes número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG). O mesmo resultado não foi encontrado para a altura de inserção da primeira vagem (AIPV), conforme apresentado na Tabela 2.

Segundo Ramos Júnior, Lemos e Silva (2005), NVP, NGV e MCG são as principais componentes que influenciam a produtividade (PROD), que da mesma forma, respondeu de maneira significativa à irrigação. As variáveis altura de plantas (AP) e número de plantas por metro (NPM) não apresentaram respostas significativas (Tabela 3).

Figura 1. Dados de precipitação (P), evapotranspiração de referência (ETO) e evapotranspiração da cultura (ETc) no decorrer do experimento. Cidade Gaúcha/PR, 2010.



Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Quadrados médios da altura de inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG) do feijoeiro comum cultivado na terceira safra em resposta às lâminas de irrigação. Cidade Gaúcha/PR, 2010.

| Fontes de Variação | Quadrado médio | | | | |
|----------------------|----------------|----------|-----------|----------|-----------|
| | GL | AIPV | NVP | NGV | MCG |
| Lâminas de irrigação | 5 | 0,967 ns | 47,575 ** | 2,200 ** | 19,733 ** |
| Blocos | 3 | 1,111 ns | 0,042 ns | 0,556 ns | 0,865 ns |
| Resíduo | 15 | 0,774 | 0,708 | 0,222 | 0,337 |
| CV (%) | | 9,77 | 10,69 | 11,79 | 2,50 |

ns: não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3. Quadrados médios da altura de planta (AP), número de plantas por metro (NPM) e produtividade (PROD) do feijoeiro comum cultivado na terceira safra em resposta às lâminas de irrigação. Cidade Gaúcha/PR, 2010.

| Fontes de Variação | Quadrado médio | | | |
|----------------------|----------------|----------|----------|--------------|
| | GL | AP | NPM | PROD |
| Lâminas de irrigação | 5 | 0,267 ns | 1,742 ns | 1228479,100* |
| Blocos | 3 | 0,889 ns | 3,042 ns | 2013,278 ns |
| Resíduo | 15 | 2,089 | 6,142 | 970,211 |
| CV (%) | | 7,29 | 10,65 | 1,89 |

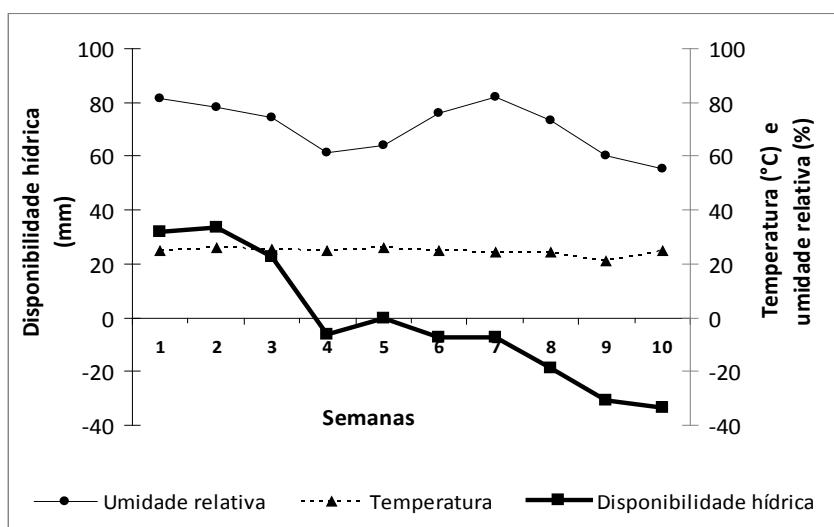
ns: não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

O número de plantas por metro (NPM) também não foi alterado em função das lâminas de irrigação. Isto se verificou porque a diferenciação das lâminas ocorreu depois da cultura já estar estabelecida. Nos

primeiros 30 dias as chuvas mantiveram o balanço hídrico em excesso (Figura 2). Resultado análogo foi obtido observado Stone e Moreira (2001).

Figura 2. Balanço hídrico e médias decendiais de temperatura e umidade relativa ocorridas durante o desenvolvimento do experimento. Cidade Gaúcha/PR, 2010.



Fonte: Elaboração dos autores.

A altura de inserção da primeira vagem (AIPV) não respondeu a irrigação, com valor médio de 8,8 cm, insatisfatório para colheita mecanizada. Resultado semelhante foi observado por Ávila et al. (2010) trabalhando com a mesma cultivar. No entanto, Carlesso et al. (2007) trabalhando com cultivar do tipo II, observaram resposta da AIPV em relação a irrigação.

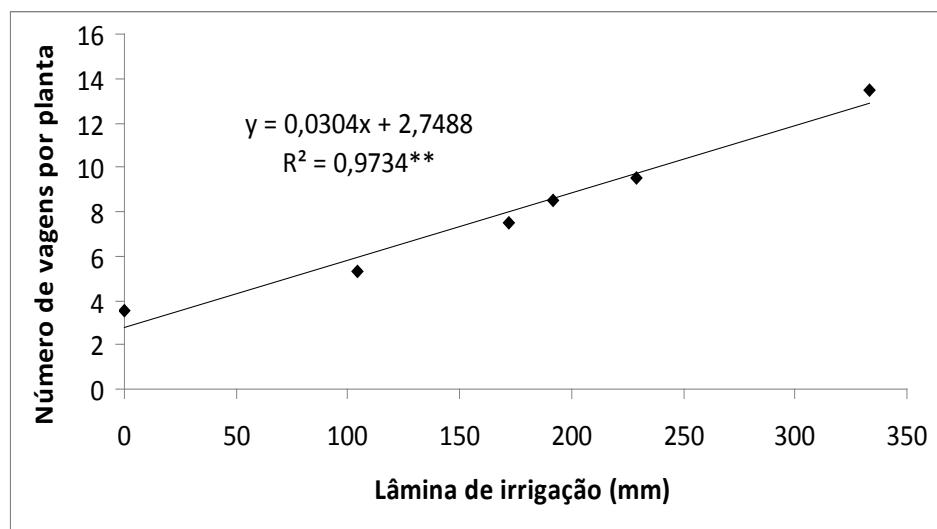
O número de vagens por planta (NVP) apresentou uma resposta linear crescente em relação às lâminas de irrigação (Figura 3). Os valores encontrados são inferiores aos obtidos por Ávila et al. (2010), que utilizando a mesma cultivar obtiveram NVP iguais a 13 e 21, com e sem irrigação. O menor NVP no tratamento sem irrigação (L0) deve estar associado a ocorrência de déficit hídrico no período de floração (Figura 2), por volta dos 30 dias após semeadura, com consequente abortamento e queda de flores. Neste estudo, o menor NVP no tratamento com lâmina máxima de irrigação (L5) pode ser consequência da insuficiência desta lâmina (333 mm) em repor totalmente a capacidade de armazenamento hídrico do solo. Na maioria dos trabalhos, que utilizaram

outras cultivares sob irrigação, o NVP ficou entre 7 e 9 (STONE; MOREIRA, 2000; JADOSKI; CARLESSO; MELO, 2003; ARF et al., 2004; CHIEPPE JUNIOR et al., 2007). Guerra, Silva e Rodrigues (2000), utilizando cultivar Pérola sob irrigação, obtiveram NVP igual a 14. Desta forma, fica comprovado o potencial superior da cultivar IPR Colibri na produção de NVP em situação de não restrição hídrica.

O número de grãos por vagem (NGV) respondeu de forma linear crescente (Figura 4) e o valor sob L5 é semelhante a valores encontrados em outros trabalhos para cultura do feijoeiro sob irrigação, compreendidos numa faixa de 4 a 5,5 (GUERRA; SILVA; RODRIGUES, 2000; STONE; MOREIRA, 2000; ARF et al., 2004; ÁVILA et al., 2010).

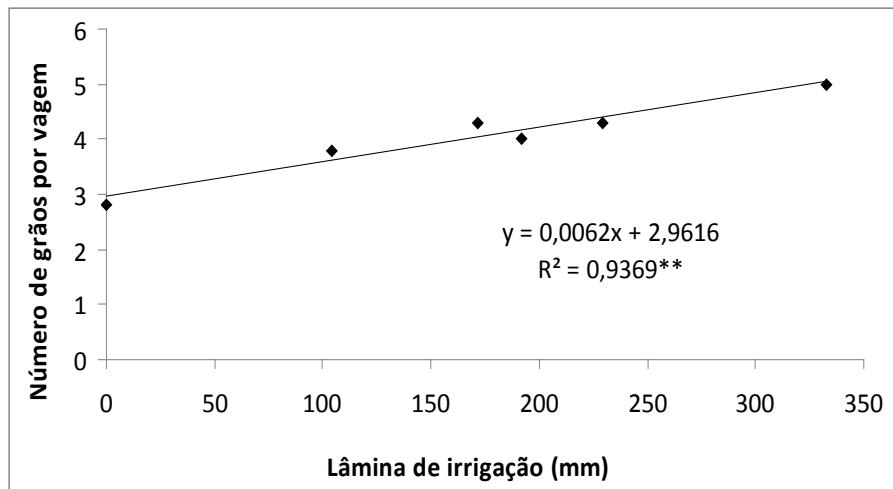
A massa de cem grãos (MCG) respondeu de forma linear crescente à irrigação, com valor de 25,8 g em L5 (Figura 5). A MCG em L5 foi superior a obtida por Ávila et al. (2010), da ordem de 21,5 g, no entanto, segundo IAPAR (2004) a cultivar IPR Colibri tem potencial para obter MCG de 26,5 g.

Figura 3. Número de vagens por planta de feijoeiro comum em função da lâmina de irrigação no cultivo de terceira safra. Cidade Gaúcha/PR, 2010. ** significativo a 1% de probabilidade.



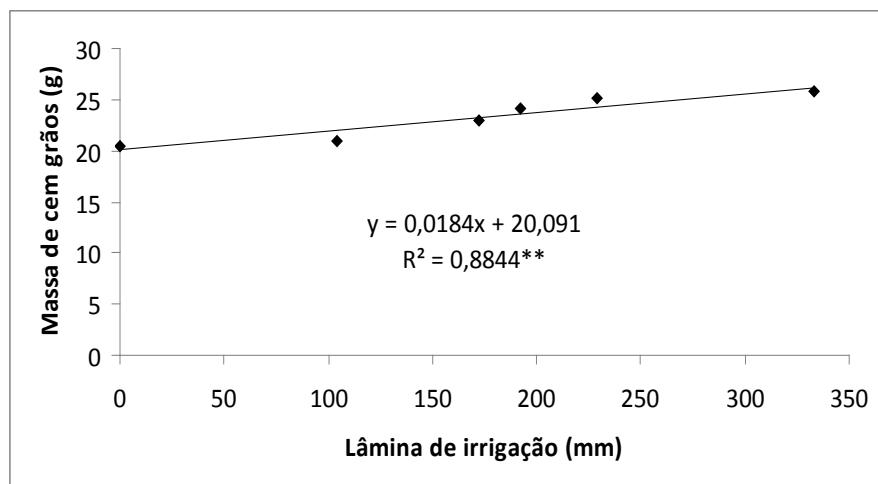
Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 4. Número de grãos por vagem de feijoeiro comum em função da lâmina de irrigação. Cidade Gaúcha/PR, 2010. ** significativo a 1% de probabilidade.



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 5. Massa de cem grãos de feijoeiro comum em função da lâmina de irrigação. Cidade Gaúcha/PR, 2010. ** significativo a 1% de probabilidade.

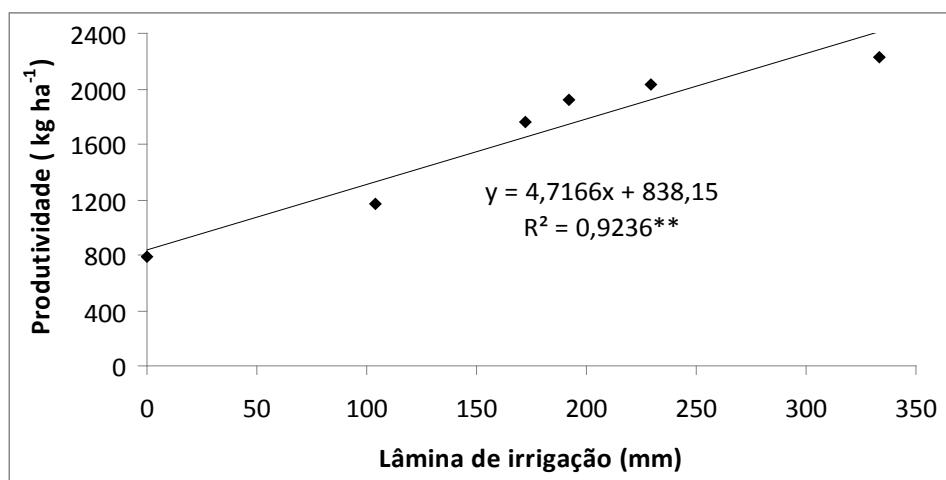


Fonte: Elaboração dos autores.

A produtividade (Figura 6) assim como os componentes NVP, NGV e MCG, responderam de maneira linear crescente às lâminas de irrigação, diferente do comportamento encontrado por Stone

e Moreira (2000) que encontram comportamento quadrático para as mesmas variáveis. Isto demonstra que a maior lâmina aplicada, da ordem de 333 mm não foi suficiente para obter a máxima produtividade.

Figura 6. Produtividade do feijoeiro comum (kg ha^{-1}) em função da lâmina de irrigação. Cidade Gaúcha/PR, 2010. ** significativo a 1% de probabilidade.



Fonte: Elaboração dos autores.

Apesar do comportamento linear, a produtividade obtida pela maior lâmina de irrigação, igual a 2224 kg ha⁻¹, assemelha-se aos valores de feijoeiro irrigado encontrados na literatura, em diferentes regiões do País (STONE; MOREIRA, 2000; STONE; MOREIRA, 2001; JADOSKI; CARLESSO; MELO, 2003; ARF et al., 2004; CHIEPPE JUNIOR et al., 2007). Além do que, está de acordo com a produtividade esperada para o nível 03 de tecnologia, entre 1800 e 2500 kg ha⁻¹ (VIEIRA, 2006). Isto demonstra que a maior lâmina aplicada (333 mm) pode estar próxima do que seria a ideal.

A produtividade obtida sem irrigação (L0), da ordem de 785 kg ha⁻¹, semelhante ao rendimento de terceira safra de feijoeiro comum do Estado (SEAB, 2010), pode ser explicado pelo balanço hídrico caracterizado por déficit a partir da quarta semana. Segundo Arf et al. (2004), o déficit de água no período vegetativo reduz o crescimento das plantas e consequentemente a produtividade. No trabalho conduzido por Ávila et al. (2010), mesmo não havendo mais déficit hídrico a partir do início do florescimento, a produtividade foi inferior em relação ao tratamento irrigado, em função da redução da massa de grãos e de menor número de vagens por planta.

Os resultados obtidos demonstram que a necessidade hídrica durante o ciclo experimental está mais próxima da recomendação de Doorenbos e Kassam (1994), entre 300 e 500 mm, do que os valores encontrados em outras regiões do Brasil (JADOSKI; CARLESSO; MELO, 2003; ARF et al., 2004; CARLESSO et al., 2007), que observaram necessidades hídricas inferiores. Segundo Pereira et al. (2005), na determinação da necessidade hídrica da cultura deve-se levar em consideração, além de fatores edafoclimáticos, o genótipo cultivado.

Conclusões

A produtividade, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de cem grãos do feijoeiro comum responderam de maneira linear crescente a irrigação.

A maior produtividade do feijoeiro comum, 2224 kg ha⁻¹, foi obtida com aplicação da maior lâmina de irrigação, igual a 333 mm.

Referências

- ALBUQUERQUE, P. E. M. Manejo de irrigação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 17-25, 2010.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. FAO Penman-Monteith equation. In: _____. *Crop evapotranspiration (FAO 56)*. Roma: FAO, 1998, p. 39-58.
- ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006, p. 115-142.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.
- ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. Cultivo do feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. *Scientia Agrária*, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 221-230, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; FARIA, R. T.; CAVIGLIONE, J. H.; OLIVEIRA, D.; GALDINO, J.; PUGSLEY, L.; WREGE, M. S. *Zoneamento agrícola do estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2003. 76 p.
- CARLESSO, R.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; PETRY, M.; WOLSHIK, D. Efeito da lâmina de irrigação na senescênciaria foliar do feijoeiro. *Irriga*, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 545-556, 2007.

- CHIEPPE JUNIOR, J. B.; PEREIRA, A. L.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeitos de níveis de cobertura do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro irrigado em sistema de plantio direto. *Irriga*, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 177-184, 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira: segundo levantamento da safra 2010/2011*, novembro, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_09_15_03_02_boletim_2o_levantamento_safra_2011_12.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2011.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. *Efeito da água no rendimento das culturas (FAO 33)*. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, A. A.; MEDEIROS, J. F. Campina Grande: Universidade Federal de Paraíba, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Características agronômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 361-366, 2010.
- GOMES, E. P.; ÁVILA, M. R.; RICKLI, M. E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiuá, Estado do Paraná. *Irriga*, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 373-385, 2010.
- GOMES, E. P.; BIZARI, D.; SOUZA, E. L.; RODRIGUES, S. Proposta de utilização do forno de microondas de uso dosmético como método gravimétrico de determinação de umidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2005, Canoas, RS. *Anais...* Canoas: SBEA, 2005. CD-ROM.
- GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. *Cultivar de feijão IPR Colibri*. Londrina: IAPAR, 2004. 6 p.
- JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R.; MELO, G. L. Manejo de irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. *Irriga*, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2003.
- LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.
- LOPES, R. A. P.; PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SOUZA, E. G. Efeitos de diferentes coberturas vegetais e sistemas de preparo do solo na produção da cultura da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 4, p. 507-515, 2007.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. *Zoneamento agrícola para a cultura de feijão 3ª safra no Estado do Paraná (Portaria 461/2010)*. 2010. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1397849022>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- PEREIRA, A. S.; SANTOS, E. H.; EVANGELISTA, S. R. M.; ASSAD, E. D.; ROMANI, L. A. S.; OTAVIAN, A. F. *Compilação de coeficientes de cultura determinados em condições brasileiras*. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/XIVCBA/CBAgro2005_7.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2010.
- RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. *Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955) – BHNORM V 5.0*. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, 1999.
- SANTANA, M. J.; SILVEIRA, A. L.; CAMARGOS, C. R.; BRAGA, J. C. Tensão de água no solo e doses de nitrogênio para a cultura do feijoeiro comum. *Irriga*, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 518-532, 2009.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ – SEAB. *Produção agrícola Paranaense por Município – últimas cinco safras*. 2010. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo>>. Acesso em: 20 jul. 2010.
- SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006, p. 171-211.
- _____. *Irrigação do feijoeiro*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa/CNPAF, 2001. 230 p.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.

_____. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparamos do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 44, n. 4, p. 892-898, 1980.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006, p. 115-142.