

# DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ECÓTIPOS DE FEIJOEIRO CULTIVADOS NA ÉPOCA DAS ÁGUAS, SOB IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR

## DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF COMMON BEAN ECOTYPES GROWN IN THE RAINY SEASON UNDER SUPPLEMENTARY IRRIGATION

**Rener Luciano de Souza FERRAZ<sup>1</sup>; Alberto Soares de MELO<sup>2</sup>;  
Janivan Fernandes SUASSUNA<sup>3</sup>; Rosinaldo de Sousa FERREIRA<sup>4</sup>;  
Pedro Dantas FERNANDES<sup>5</sup>**

1. Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; 2. Professor, Doutor, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Campina Grande, PB, Brasil, [alberto@uepb.edu.br](mailto:alberto@uepb.edu.br); 3. Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil; 4. Graduação em Ciências Agrárias, Departamento de Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, PB, Brasil. 5. Professor, Doutor, Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Campina Grande, PB, Brasil.

**RESUMO:** O cultivo do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., possui grande importância para o Brasil, sobretudo no âmbito econômico e social. Assim, a utilização de ecótipos de feijoeiro promissores associada à otimização dos recursos hídricos configura importante estratégia para a agricultura sustentável em regiões semiáridas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de ecótipos de feijoeiro cultivados na época das águas com irrigação suplementar. O experimento foi no campus Experimental de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Estadual da Paraíba, situada na microrregião de Catolé do Rocha, PB. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em fatorial 3x4, sendo três ecótipos de feijoeiro (Eco<sub>1</sub>= G2227, Eco<sub>2</sub>= BRA 130583 CIAT G6490 e Eco<sub>3</sub>= BAT 477) e quatro lâminas de irrigação suplementar com 50; 75; 100 e 125% da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), em três repetições. As variáveis analisadas foram: percentagem e índice de velocidade de emergência, comprimento da haste principal, taxa de crescimento relativo, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, fitomassa da parte aérea e eficiência fotossintética. Os ecótipos de feijoeiro analisados divergem entre si quanto aos aspectos de germinação, crescimento, componentes da produção (NGV e FMA) e eficiência fotossintética. O ecótipo 1 apresenta melhor desempenho quanto aos componentes da produção observados nas condições de Semiárido.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris* L.. Ecofisiologia vegetal. Rendimento de grãos. Eficiência fotossintética.

### INTRODUÇÃO

O cultivo do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., é um dos mais importantes no Brasil, já que seus grãos são considerados como a principal fonte de proteína para as populações de baixo poder aquisitivo, figurando entre as culturas de grande importância econômica e social (COSTA et al., 2010; ZUCARELI et al., 2011). O feijão, juntamente com o arroz, constitui a base da alimentação dos brasileiros. É preciso que sejam desenvolvidas técnicas que elevem a produtividade com baixo custo para que possa ao mesmo tempo ser rentável ao produtor e acessível a toda população (KANEKO et al., 2010).

Os baixos rendimentos da cultura devem-se, sobretudo, a pouca tecnologia empregada pelos agricultores de base familiar e à ausência de cultivares adaptadas às distintas condições edafoclimáticas (MIRANDA; CAMPELO JÚNIOR, 2010). No entanto, deve-se ressaltar que a melhoria do desempenho produtivo desta cultura associada à obtenção de novas cultivares, com características

agronômicas desejáveis, vem aumentando com o passar do tempo. Tal fato evidencia maior preocupação com a interação entre genótipos e ambientes, com as diferenças no comportamento das linhagens e das cultivares, em diversos locais e épocas de plantio (LEMONS et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2006).

O feijoeiro é muito versátil, podendo ser cultivado em duas épocas distintas: feijão de 1ª safra, denominado de “feijão das águas”, com semeadura em outubro e novembro; e o feijão de 2ª safra, chamado de “feijão da seca” com semeadura em fevereiro e março (CONAB, 2011).

É importante ressaltar que os diversos genótipos de feijoeiro existentes divergem entre si quanto a algumas características fisiológicas e fenotípicas (BERTOLDO et al., 2009). Estes autores reportam que no Brasil a recomendação de novas cultivares de feijão tem sido feita em função de suas características agrônômicas, como produtividade e a capacidade de adaptação aos diversos ecossistemas.

A região semiárida é caracterizada pelas condições climáticas com chuvas mal distribuídas

no tempo e no espaço (ANTONIO et al., 2000), levando o agricultor a optar pelo plantio de sequeiro realizado na época das águas. Entretanto, em virtude da má distribuição pluvial e consequente escassez hídrica para as culturas, podem ser desencadeados diversos problemas metabólicos, que serão refletidos na produção dos vegetais (FIGUEIREDO et al., 2008). Neste sentido, é imprescindível a utilização de irrigação suplementar para fornecimento da condição hídrica ideal para o desenvolvimento pleno do feijoeiro.

A realização de análises de crescimento nas plantas de feijoeiro, faz-se necessária na otimização de insumos agrícolas, bem como para a implementação do conhecimento da morfologia desta leguminosa no semiárido. Assim, o monitoramento da dinâmica morfofisiológica permite o acompanhamento da produção de fitomassa bem como de grãos. Do total da fitomassa produzida pelas plantas, 90% são oriundas das atividades fotossintéticas (FLOSS, 2004). Nesta conjectura, a avaliação da eficiência fotossintética por meio de indicadores de produção de fitomassa, em resposta à absorção e transformação da luz, torna-se importante para a estimativa da produtividade. Pesquisas devem ser conduzidas de

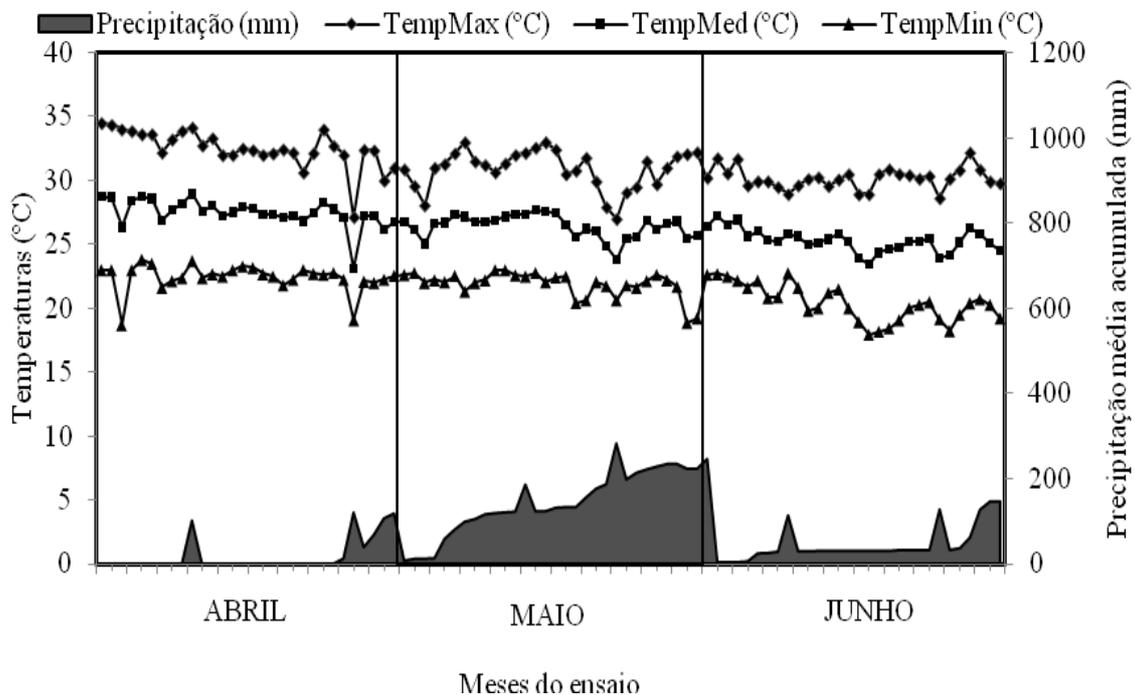
modo a identificar características intrínsecas das cultivares com foco na melhoria desta cultura nos diversos ecossistemas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de ecotipos de feijoeiro cultivados na época das águas com irrigação suplementar.

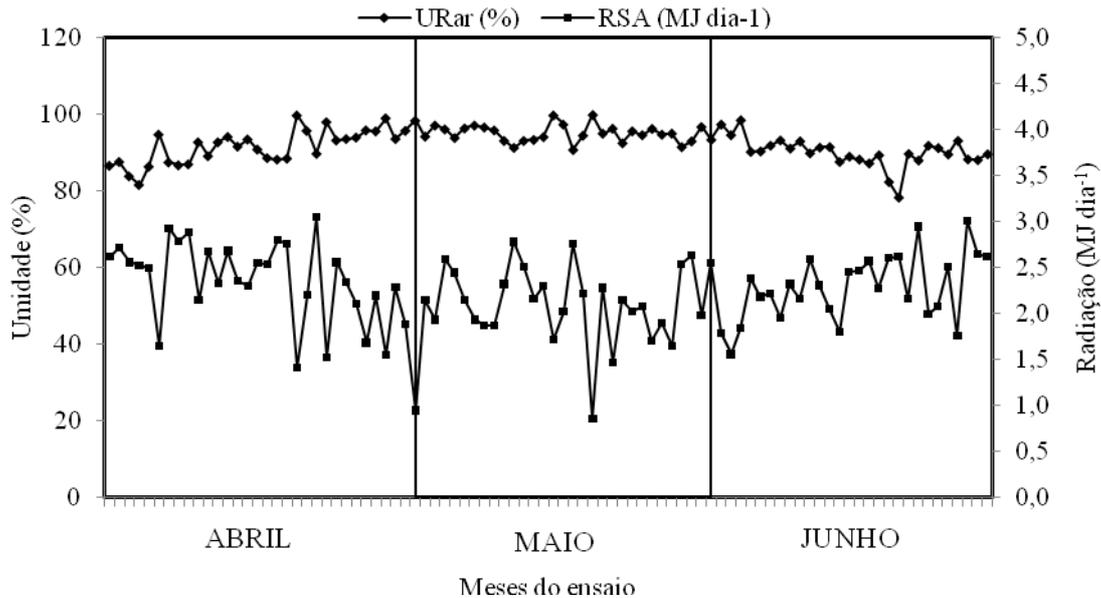
## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre os meses de abril e junho de 2009, no setor Experimental de Ecofisiologia Vegetal do Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba localizado na microrregião de Catolé do Rocha, PB. O local do experimento está situado a 6° 21' de latitude S e 37° 48' de longitude O, a uma altitude de 250 m em relação ao nível do mar, com precipitação pluviométrica média anual de 870 mm e temperatura média de 27°C.

Durante a condução do experimento, foram coletados os dados climáticos na estação agrometeorológica, a saber: precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média e mínima do ar ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ ) (Figura 1), umidade relativa do ar (%) e radiação solar acumulada ( $\text{MJ dia}^{-1}$ ) (Figura 2).



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperaturas quantificadas durante o período de realização do experimento.



**Figura 2.** Umidade relativa do ar e radiação solar quantificadas durante período de realização do experimento.

Foram coletadas amostras de solo da área experimental para análises químicas e físicas obtendo-se os seguintes resultados: pH= 7,1; P= 36;  $K^+$ = 0,26 ( $\text{mg dm}^{-3}$ );  $\text{Na}^+$ = 0,16;  $\text{Ca}^{+2}$ = 2,8;  $\text{Mg}^{+2}$ = 0,7;  $\text{Al}^{+3}$ = 0,0;  $\text{H}^++\text{Al}^{+3}$ = 0,49; SB= 3,9; CTC= 4,4;  $V = 88$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); MO= 9,54 (%); PST= 3 ( $\text{g kg}^{-1}$ ); areia= 803; silte= 71; argila= 126 ( $\text{g kg}^{-1}$ ); densidade aparente= 1,51; densidade real= 2,83 ( $\text{g cm}^{-3}$ ); porosidade total= 0,47 ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ); umidade= 129, 98, 59 ( $\text{g kg}^{-1}$ ); água disponível= 61 ( $\text{g kg}^{-1}$ ); argila natural= 50 ( $\text{g kg}^{-1}$ ); grau de flocculação= 603( $\text{g kg}^{-1}$ ) e classe textural= areia franca.

O experimento foi constituído por um estudo múltiplo de ecótipos de feijoeiro obtidos no Programa de Melhoramento Genético de Feijão da Embrapa Arroz e Feijão, sendo utilizados o Eco<sub>1</sub>= G2227, o Eco<sub>2</sub>= BRA 130583 CIAT G6490 e o Eco<sub>3</sub>= BAT 477. A escolha desses genótipos foi devido à possibilidade de cultivo sob condições de déficit hídrico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x4, com três ecótipos de feijoeiro e quatro lâminas de irrigação (50; 75; 100 e 125% da ETo), que corresponderam a ( $L_1=26,19$ ;  $L_2=39,29$ ;  $L_3=52,39$  e  $L_4=65,49$  mm), organizados em três blocos, onde a unidade experimental era constituída de uma caixa de zinco nas dimensões de 1,20 x 1,20 x 1 m, contendo 12 plantas úteis, totalizando 432 plantas experimentais (Figura 3).

Esta estrutura foi utilizada para impedir que os volumes de água aplicados nos tratamentos não interferissem uns nos outros, o que ocorre devido ao movimento horizontal de água em virtude da diferença de potencial hídrico (LIBARDI, 2005).

As lâminas de irrigação foram calculadas pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), utilizando-se o Kc (Tabela 1) proposto por Doorenbos e Kassan (1979). Os dados climáticos para determinação da evapotranspiração de referência (ETo) foram coletados na estação agrometeorológica automatizada e aplicados na seguinte equação:

$$ETo = \frac{0,48\Delta(R_n - G) + \gamma \left( \frac{900U_2}{T + 273} \right) (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

Equação 1.

Em que:

ETo = evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ );  $R_n$  = radiação líquida na superfície da cultura ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );  $G$  = fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );  $\Delta$  = inclinação da curva pressão vapor versus temperatura do ar ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ );  $U_2$  = velocidade do vento medida a dois metros de altura ( $\text{m s}^{-1}$ );  $T$  = temperatura ( $^\circ\text{C}$ );  $e_s$  = pressão de saturação do vapor d'água ( $\text{kPa}$ );  $e_a$  = pressão real do vapor d'água ( $\text{kPa}$ ) e  $\gamma$  = fator psicrométrico ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ).

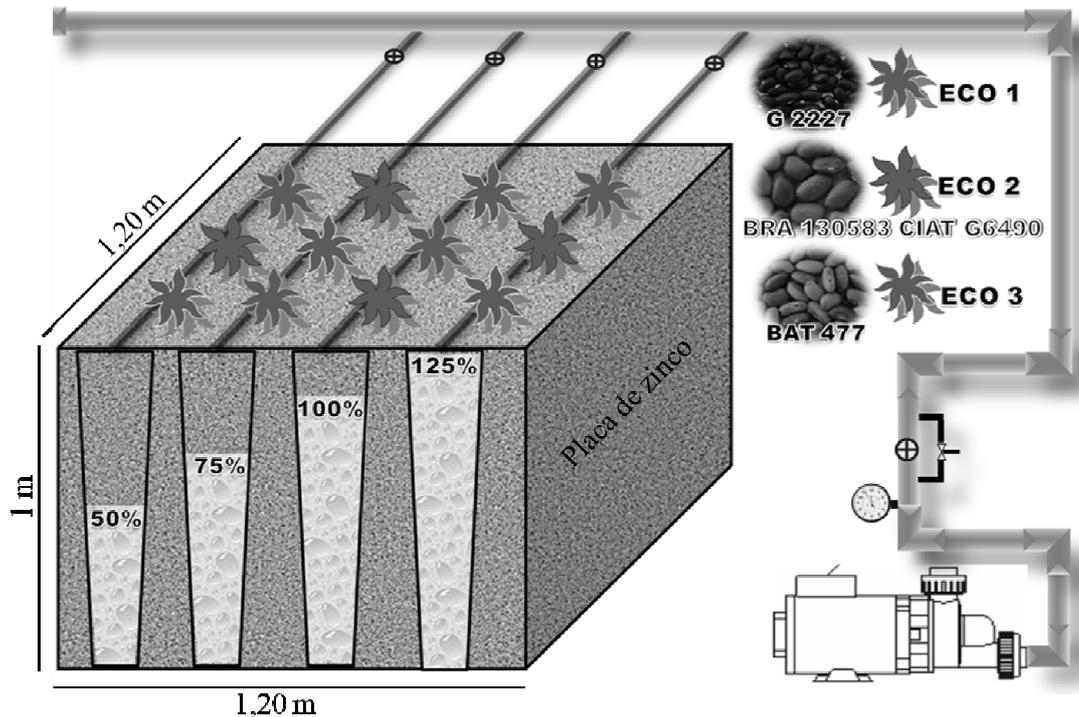
O cálculo da lâmina de irrigação foi realizado por meio da equação:

$$LB = \frac{Eto \cdot Kc \cdot Ks}{Ef} - Pe \quad \text{Equação 2.}$$

Em que:

LB = lâmina bruta ( $\text{mm dia}^{-1}$ ); Eto = evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ ); Kc = coeficiente de cultura (Tabela 1); Ks = percentagem de área molhada pelos emissores; Pe = precipitação

efetiva ocorrida no período (mm) e  $E_f$  = eficiência de irrigação (0,9).



**Figura 3.** Esquema ilustrativo de uma unidade experimental, mostrando as plantas cultivadas no interior da caixa de zinco e o sistema de irrigação.

**Tabela 1.** Valores de coeficientes da cultura ( $K_c$ ) utilizados nas diferentes fases de desenvolvimento do feijoeiro de acordo com as lâminas de irrigação aplicadas.

Fases de desenvolvimento				
V0 – V2	V3 – V4	R5 – R7	R8	R9
Coeficiente da cultura ( $K_c$ )				
0,30 – 0,40	0,70 – 0,80	1,05 – 1,20	0,65 – 0,75	0,25 – 0,30

Fonte: Doorenbos e Kassam (1979).

O cálculo da intensidade de aplicação da água foi por meio da relação:

$$I_a = \frac{n \times v}{ec \times eg} \quad \text{Equação 3.}$$

Em que:

$I_a$  = intensidade de aplicação ( $\text{mm h}^{-1}$ );  $n$  = número de emissores por planta;  $v$  = vazão do emissor ( $\text{L h}^{-1}$ );  $ec$  = espaçamento ocupado pela planta ( $\text{m}^2$ );  $eg$  = espaçamento entre gotejadores.

O tempo de irrigação foi calculado por meio da equação:

$$T_i = \frac{LB}{I_a} \quad \text{Equação 4.}$$

Em que:

$T_i$  = tempo de irrigação (h);  $LB$  = lâmina bruta ( $\text{mm dia}^{-1}$ );  $I_a$  = intensidade de aplicação ( $\text{mm h}^{-1}$ ).

O método de irrigação adotado foi o localizado, sistema por gotejamento, no qual se utilizou fitas gotejadoras com emissores de vazão  $1,49 \text{ L hora}^{-1}$  espaçados de 30 em 30 cm configurando uma faixa molhada contínua.

Transcorridos cinco dias após a semeadura (DAS), deu-se início à quantificação dos dados de germinação, por meio das seguintes variáveis: percentagem de emergência (PE) (%) e índice de velocidade de emergência (IVE). Para tal, adotou-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície do solo. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado de acordo com a equação 5 (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

$$IVE = \frac{e_1}{N_1} + \frac{e_2}{N_2} + \dots + \frac{e_n}{N_n} \quad \text{Equação 5.}$$

Onde:  $e_1, e_2, \dots, e_n$  - número de plântulas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;  $N_1, N_2, \dots$

...  $N_n$  - números de dias da semeadura à primeira, segunda, ... e última contagem.

Foram avaliadas também as variáveis: comprimento do ramo principal (CRP) (cm) e a taxa de crescimento absoluto da cultura (TCA) ( $\text{cm dia}^{-1}$ ) do feijoeiro estimada pela relação apresentada em Benincasa (2003) e Floss (2004):

$$TCA = \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Equação 6.}$$

Onde  $M_1$  medida do comprimento dos ramos na época um ( $t_1$ ) e  $M_2$  medida realizada em intervalos até a época do florescimento pleno ( $t_2$ ).

Avaliou-se também a taxa de crescimento relativo da cultura (TCR) estimada por meio da expressão apresentada em Floss (2004):

$$TCR = \frac{\ln M_2 - \ln M_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Equação 7.}$$

Onde TCR (taxa de crescimento relativo);  $\ln$  [logaritmo neperiano da medida dos ramos na época um ( $t_1$ )] e da medida realizada em intervalos até a época de florescimento pleno ( $t_2$ ).

Foram quantificados ainda os componentes da produção: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G) (g). Os grãos foram submetidos à secagem em estufa de circulação de ar forçado a temperatura de  $60^\circ\text{C}$  por 48 horas, para posterior determinação de sua massa utilizando-se balança de precisão  $\pm 0,001$  g, em câmara fechada.

Avaliou-se a produção de fitomassa da parte aérea (FMA) (g) e a eficiência fotossintética (Efo)

quantificada pela expressão proposta por Floss (2004):

$$Efo = \frac{FMA}{RFA} \quad \text{Equação 8.}$$

Onde: Efo = eficiência fotossintética ( $\text{g MJ}^{-1}$ ); FMA = fitomassa da parte aérea ( $\text{g m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$ ); RFA = radiação fotossintética ativa ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$ ).

A RFA foi calculada utilizando-se os valores da radiação solar global (Rs) incidente, durante o período de cultivo, corrigidos pelo fator de correção ( $p=0,5$ ) (PEREIRA et al., 2002). Os dados da Rs foram coletados na estação agrometeorológica automatizada.

Os dados das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de significância. Entre os ecótipos, as médias das variáveis significativas foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (STORCK et al., 2000). Nas análises, utilizou-se o software SAEG 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ecótipos de feijoeiro tiveram diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) para as variáveis: PE, IVE, CRP, TCC e TCR por meio da comparação das médias pelo teste de Tukey (Tabela 2). Entretanto, as lâminas de irrigação suplementar não promoveram efeitos significativos ( $p \geq 0,05$ ) sobre estas variáveis (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumos das análises de variância para as variáveis: percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento do ramo principal (CRP), taxa de crescimento da cultura (TCC) e taxa de crescimento relativo (TCR) de ecótipos de feijoeiro cultivados na época das águas sob irrigação suplementar. Catolô do Rocha, PB, 2011.

F. V.	GL	Quadrados Médios				
		PE (%)	IVE	CRP (cm)	TCA ( $\text{cm dia}^{-1}$ )	TCR ( $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )
Tratamentos	11	367,67678*	44,71025**	1859,22965*	7,05228**	0,19665**
Blocos	2	370,37024	34,04135	20521,21876	76,90957	2,62307
Lâminas (L)	3	69,95886 <sup>ns</sup>	11,61965 <sup>ns</sup>	963,31956 <sup>ns</sup>	3,68940 <sup>ns</sup>	0,11002 <sup>ns</sup>
Ecótipos (E)	2	1739,81490**	209,61001**	7161,28723**	27,00842**	0,77567**
L x E	6	59,15637 <sup>ns</sup>	6,28897 <sup>ns</sup>	539,83217 <sup>ns</sup>	2,08167 <sup>ns</sup>	0,04697 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	137,03704	9,43121	630,24438	2,18292	0,04807
Ecótipos		Médias dos Ecótipos de feijoeiro				
Eco <sub>1</sub>	2	62,50000b	13,01660b	123,32780a	6,92309a	4,57363a
Eco <sub>2</sub>	2	63,61111b	13,97116b	79,66389 b	4,27917b	4,10463b
Eco <sub>3</sub>	2	83,88889a	20,68548a	82,51111 b	4,37257b	4,16899b
CV (%)		16,72	19,32	26,37	28,45	5,11
D.M.S		12,00	3,14	25,74	1,51	0,22

\*\* , \* e <sup>ns</sup> = Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro e não significativo pelo teste F. GL = graus de liberdade, F.V. = fontes da variação, D.M.S = diferença mínima significativa, CV = coeficientes de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O comportamento similar observado nas variáveis analisadas em cada ecótipo de feijoeiro em resposta às lâminas de irrigação suplementar, possivelmente esteja associado ao elevado índice de precipitação pluviométrica incidente durante o período de condução do experimento (Figura 1).

As diferenças acentuadas existentes entre as médias das variáveis: PE, IVE, CRP, TCC e TCR dos ecótipos de feijoeiro, podem estar relacionadas a fatores genéticos intrínsecos a cada ecótipo, sobretudo no que diz respeito aos mecanismos de respostas fisiológicas às condições climáticas do ambiente e da época de cultivo.

Maiores valores de PE e IVE foram expressos pelo Eco<sub>3</sub> (Tabela 2), onde foram observados aumentos médios de 27 e 53,3% para estas variáveis, respectivamente, em relação aos demais ecótipos. Os dados observados nesta pesquisa (62,5; 63,6 e 83,8%) para a variável percentagem de emergências nos ecótipos 1, 2 e 3 respectivamente, foram inferiores a 91% informados por Zucareli et al. (2011), estudando o feijoeiro na época das águas. Ressalte-se que a PE e o IVE podem ter sido comprometidos pela precipitação pluviométrica incidente durante o período de condução do experimento, o que pode ter provocado danos por hipoxia nas sementes (CUSTÓDIO et al., 2009). Botelho et al. (2010) evidenciaram valores inferiores aos encontrados nesta pesquisa, podendo ser explicado pelo provável aumento na concentração de ácido abscísico nas sementes. O aumento deste fitormônio propicia menor germinação e menor índice de velocidade de emergência das plântulas.

Maiores valores em comprimento de ramo (123,32 cm), taxa de crescimento absoluto da cultura (6,92 cm dia<sup>-1</sup>) e taxa de crescimento relativo (4,5 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) foram registrados pelo Eco<sub>1</sub>, sendo observados ganhos da ordem de 52,09, 60,18 e 10,65% em relação às médias observadas nos demais ecótipos para estas variáveis, respectivamente. O Eco<sub>1</sub> apresentou ganho médio em altura superior aos 43 cm registrados na cultivar Carioca Precoce por Zucareli et al. (2011). Tal comportamento informado por esses pesquisadores pode ser atribuído, sobretudo, ao hábito de crescimento determinado do feijoeiro 'Carioca'.

Os resultados de comprimento do ramo principal observados para Eco<sub>2</sub> e Eco<sub>3</sub> são ratificados em Goulart et al. (2010), os quais reportam comportamento similar entre as cultivares: 'BRS Requite', 'BRS Esplendor', 'BRS Supremo', 'BRS Cometa', 'BRS Grafite' e 'BRS Horizonte' para altura de plantas de feijoeiro cultivadas com 100% de luminosidade. Entretanto, as mesmas

cultivares expressaram diferenças estatísticas entre si em condições de estresse luminoso, sugerindo diferenças genéticas na capacidade de resposta às variações climáticas. Dessa forma, o comportamento atípico expresso pelo Eco<sub>1</sub>, pode estar relacionado ao mecanismo de resposta ecofisiológica intrínseco a este ecótipo.

Quanto aos componentes de produção, observa-se que houve diferença significativa entre os ecótipos estudados para as variáveis: número de grãos por vagem (NGV), fitomassa da parte aérea (FMA) e eficiência fotossintética (Efo). Tais diferenças não foram observadas para as variáveis: número de vagens por planta (NVP) e massa de 100 grãos. As lâminas suplementares não exerceram efeito significativo sobre as variáveis estudadas sob os ecótipos de feijoeiro na época das águas (Tabela 3).

O Eco<sub>3</sub> apresentou uma média de número de grãos por vagem (7,12 un) superior aos demais ecótipos, embora não tenha diferido estatisticamente do Eco<sub>2</sub> (6,8 un), onde o aumento médio desses dois genótipos sobre o Eco<sub>1</sub> foi da ordem de 20,25% para Eco<sub>3</sub> e 14,9% para Eco<sub>2</sub> respectivamente. O fato do Eco<sub>1</sub> ter apresentado um menor número de grãos por vagem, provavelmente esteja associado a uma maior translocação de fotoassimilados para o comprimento do ramo principal, para as taxas de crescimento absoluto e relativo da cultura e da fitomassa da parte aérea (Tabelas 2 e 3).

Pavani et al. (2009) mencionam que a produção de fotoassimilados pelos vegetais reflète-se, sobretudo, na alocação de fitomassa das plantas, e que existe uma relação entre a produção de fitomassa da parte aérea e o número de grãos por vagem. Acrescentam, ainda, que essa relação tem influência no rendimento de grãos e, por conseguinte, na produtividade do feijoeiro.

Valores mais expressivos para a alocação de fitomassa da parte aérea foram evidenciados no Eco<sub>1</sub> (8,02 g) e no Eco<sub>2</sub> (7,95 g), contrastando-se com o Eco<sub>3</sub> (5,58 g). Esta maior alocação de fitomassa nos Eco<sub>1</sub> e Eco<sub>2</sub> pode ser justificada, além de fatores genéticos, a maior eficiência fotossintética obtida por estes dois ecótipos. Os quais, Eco<sub>1</sub> e Eco<sub>2</sub>, alocaram respectivamente 1,78 e 1,76 g de fitomassa por cada MJ de luz absorvido, com aumento na eficiência fotossintética da ordem de 43,85 e 42,6% para Eco<sub>1</sub> e Eco<sub>2</sub>, quando comparados ao Eco<sub>3</sub> (Tabela 3).

Goulart et al. (2010) registraram valores médios de acúmulo de fitomassa da parte aérea entre 17 g e 12,3 g em seis cultivares de feijoeiro. Estes autores reportam que as plantas em geral apresentam adaptações ao ambiente de acordo com o seu

desenvolvimento. Assim, o aumento na alocação de fitomassa observado nos Eco<sub>1</sub> e Eco<sub>2</sub> pode ser atribuído a uma maior espessura do mesófilo foliar e

incremento no número de cloroplastos, o que pode ser um forte indicador de adaptação destes ecótipos ao ambiente e a época de cultivo.

**Tabela 3.** Resumos das análises de variância para as variáveis: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G), fitomassa da parte aérea (FMA) e eficiência fotossintética (EFo) de ecótipos de feijoeiro cultivados na época das águas sob irrigação suplementar. Catolé do Rocha, PB, 2011.

F. V.	GL	Quadrados Médios				
		NVP (un)	NGV (un)	M100G (g)	FMA (g)	EFo (g MJ <sup>-1</sup> )
Tratamentos	11	10,29265 <sup>ns</sup>	0,90937*	4,59725 <sup>ns</sup>	8,16519*	0,40093*
Blocos	2	10,20679	0,45861	5,38778	1,98732	0,09758
Lâminas (L)	3	2,27469 <sup>ns</sup>	0,03213 <sup>ns</sup>	9,15657 <sup>ns</sup>	5,90535 <sup>ns</sup>	0,28997 <sup>ns</sup>
Ecótipos (E)	2	25,98456 <sup>ns</sup>	4,64111**	4,77028 <sup>ns</sup>	23,29510**	1,14386**
L x E	6	9,07099 <sup>ns</sup>	0,10407 <sup>ns</sup>	2,25991 <sup>ns</sup>	4,25180 <sup>ns</sup>	0,20878 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	9,25729	0,33801	3,32869	2,84321	0,13961
Ecótipos		Médias dos Ecótipos de feijoeiro				
Eco <sub>1</sub>	2	12,50000a	5,92500b	22,58333a	8,02778a	1,77889a
Eco <sub>2</sub>	2	14,52778a	6,80833a	21,88333a	7,95833a	1,76350a
Eco <sub>3</sub>	2	11,66667a	7,12500a	21,32500a	5,58056b	1,23661b
CV (%)		23,58	8,78	8,31	23,45	23,45
D.M.S		3,12	0,59	1,87	1,72	0,38

\*\* , \* e <sup>ns</sup> = Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro e não significativo pelo teste F. GL = graus de liberdade, F.V. = fontes da variação, D.M.S = diferença mínima significativa, CV = coeficientes de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O fato do número de vagens por planta (NVP) e massa de 100 grãos não terem apresentado diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) em resposta à interação das lâminas de irrigação suplementar e os ecótipos de feijoeiro deve-se, sobretudo às precipitações pluviométricas ocorridas durante o período de condução do experimento em campo.

A ausência de variações significativas destas variáveis, entre os genótipos de feijoeiro comum, pode revelar um mecanismo de adaptação destes ecótipos ao ambiente de cultivo. Neste sentido, trabalhos de melhoramento genético podem ser conduzidos visando à otimização destes indicadores para a obtenção de plantas estáveis na época das águas em condições edafoclimáticas do Semiárido brasileiro.

## CONCLUSÕES

Os ecótipos de feijoeiro analisados divergem entre si quanto aos aspectos de

germinação, crescimento, componentes da produção (NGV e FMA) e eficiência fotossintética.

Lâminas de irrigação suplementar não alteram a germinação, o crescimento, a produção e a eficiência fotossintética de ecótipos de feijoeiro na época das águas.

O ecótipo 1 apresenta melhor desempenho quanto aos componentes da produção observados nas condições de Semiárido.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Apoio à Pesquisa e Pós-Graduação, PROPESQ, da Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, pelo financiamento do projeto de pesquisa; a UEPB, Campus IV, pelo apoio institucional; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão de bolsas de iniciação científica ao primeiro autor; e à Embrapa Arroz e Feijão, pela concessão dos ecótipos de feijoeiro.

**ABSTRACT:** The cultivation of common bean *Phaseolus vulgaris* L. has great importance for Brazil, especially in the economic and social sector. Thus, the use of promising bean ecotypes associated with optimization of water resources sets an important strategy for sustainable agriculture in semiarid regions. This study was developed in order to evaluate the behavior of common bean ecotypes grown in the rainy season with supplementary irrigation. The experiment was carried out at campus Experimental Plant Ecophysiology at the State University of Paraíba, located in the

microregion of Catolé do Rocha - PB. A randomized block experimental design in factorial 3x4 was used, with three common bean ecotypes (Eco<sub>1</sub> = G2227, Eco<sub>2</sub> BRA = 130583 CIAT G6490 and Eco<sub>3</sub> BAT = 477) and four levels of supplementary irrigation (50, 75, 100 and 125% of reference evapotranspiration, ETo) in three replications. The variables analyzed were: percentage and emergence speed index, main branch length, growth rate relative crop, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of 100 grains, shoots dry matter and photosynthetic efficiency. The bean ecotypes analyzed were different in aspects of germination, growth, yield components (NVG e FMA) and photosynthetic efficiency. The ecotype 1 shows better performance on the yield components observed in the semiarid conditions.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris* L. Plant ecophysiology. Grains yield. Photosynthetic efficiency.

---

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Roma: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANTONIO, C. D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; DALL'OLIO, A.; SALCEDO, I. H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; BARILI, L. D.; VALE, M. N.; ROCHA, F. Correlação entre caracteres de produção e tempo de cocção em feijão em dois ambientes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 135-140, 2009.
- BOTELHO, F. J. E.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; ELOI, T. A.; BALIZA, D. P. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[www.conab.gov.br/download/safra/feijão.xls](http://www.conab.gov.br/download/safra/feijão.xls)>. Acesso em: 7 de mar. 2011.
- COSTA, G. M.; BOIÇA JÚNIOR A. L.; JESUS, F. G. de; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito do uso de óleos vegetais, associados ou não a inseticida, no controle de *bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) e *Thrips tabaci* (LINDEMAN, 1888), em feijoeiro, na época “das águas”. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 15-23, 2010.
- CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; MACHADO NETO, M. B. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas à diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 617-623, 2009.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efectos del agua en rendimiento de los cultivos.** Roma: FAO, 1979. 212 p. (Boletim Riego y Drenaje, 33).
- FIGUEIREDO, M. G.; FRIZONNE, J. A.; PITELLI, M. M.; RESENDE, R. Lâmina ótima de irrigação do feijoeiro, com restrição de água, em função do nível de aversão ao risco do produto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-87, 2008.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas.** Passo Fundo: Editora da UPF. 2004. 536p.

GOULART, M. M. P.; WALKER, R.; GONÇALVES, A. H.; COSTA, K. A. P. BRAZ, A. J. B. P. Crescimento vegetativo de cultivares de feijoeiro submetido a dois níveis de luminosidades. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 3, p. 31–39, 2010.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 70-75, 2006.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.

LEMO, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. da. Características agrônomicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da USP, 2005. 331p.

MIRANDA, M. N.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Soma térmica para o subperíodo semeadura-maturação de feijão cv. Carioca em Colorado do Oeste, Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 180-185, 2010.

PAVANI, L. C.; LOPES, A. S.; PEREIRA, G. T. Desenvolvimento da cultura do feijoeiro submetida a dois sistemas de manejo de irrigação e de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 453-459, 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária. 2002, 478p.

RIBEIRO, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Editora da UFV, 2001. 3001p.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação agrícola**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2000. 198p.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão carioca precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.