



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FITOTECNIA**

**CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM SOB DÉFICIT  
HÍDRICO, ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÕES**

**LEANDRO MENEZES OLIVEIRA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA**  
**BAHIA – BRASIL**  
**2021**

LEANDRO MENEZES OLIVEIRA

**CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM SOB ESTRESSE HÍDRICO, SALINO E  
ADUBAÇÕES**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: Prof. *D.Sc.* Cláudio Lúcio  
Fernandes Amaral

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2021

O45c

Oliveira, Leandro Menezes.

Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico salino e adubações. /  
Leandro Menezes Oliveira, 2021.

99f.: il.

Orientador (a): D. Sc. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2021.

Inclui referência F. 68 - 78.

1. Feijão-comum - Cultivo. 2. *Phaseolus vulgaris* (L.). 3. Feijão – Salinidade – Genética - Herdabilidade. I. Amaral, Cláudio Lúcio Fernandes. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia. T.III.

**Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

UESB- Campus Vitória da Conquista – Ba.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**Área de Concentração em Fitotecnia**

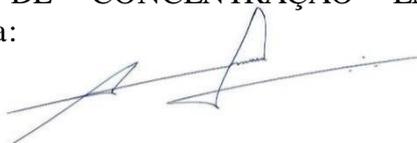
*Campus de Vitória da Conquista, BA*

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

**Título: Cultivares de feijão-comum sob déficit hídrico, estresse salino e adubações.**

**Autor:** Leandro Menezes Oliveira

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela seguinte Banca Examinadora:



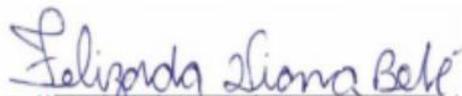
---

Cláudio Lúcio Fernandes Amaral (UESB)  
Presidente



---

Rogério Peres Soratto (FCA/UNESP)



Felizarda Viana Bebé (IF Baiano,  
Guanambi)



---

Adriana Dias Cardoso (UESB)



---

Alcebiades Rebouças São José (UESB)

“Que darei eu ao SENHOR por todos os benefícios que me tem feito?”

*Salmos 116:12*

À minha mãe Nádia, meu pai Valdionor, meus irmãos e minha esposa Daiana,  
como símbolo de toda a minha admiração e amor aos mesmos,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por me proporcionar saúde, sabedoria, perseverança e discernimento para conduzir este trabalho;

À minha esposa Daiana Flores, mulher sábia que edifica a casa, por todo o carinho, suporte, conselhos e palavras de positividade;

Ao meu pai, por ser um homem íntegro e de caráter irrepreensível, que me impulsiona ser uma pessoa melhor e fazer tudo com excelência;

À minha mãe, por todo o amor, carinho e zelo, que me motiva a ficar firme na jornada da vida;

Aos meus irmãos Danilo e Bruno, pela amizade, confiança e incentivo que sempre me deram;

Ao meu orientador Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, pela confiança, atenção, conselhos e conhecimentos interdisciplinares transmitidos;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, por proporcionar toda estrutura para a condução dos experimentos. Às equipes do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal e do Laboratório de Biotecnologia, por disponibilizarem o espaço físico para que fossem feitas as avaliações periódicas;

Aos colegas Douglas Guimarães e Murilo Guedes, pelo auxílio nas atividades exaustivas na condução dos experimentos; e também a Gabriel Ferreira, Caio Jander, Bruno Viana, pela amizade e apoio;

Ao colega Danilo Nogueira, por disponibilizar as sementes das cultivares de feijão-comum;

Aos funcionários da Diretoria de Campo Agropecuário (DICAP), pelo auxílio ao trabalho e prontidão para executar as atividades;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de doutorado;

Aos professores Adriana Dias, Alcebíades Rebouças, Rogério Peres e Felizarda Viana, por terem prontamente aceitado participar da banca examinadora, que Deus abençoe poderosamente cada um de vocês!!

A todos que contribuíram de alguma maneira para fechar mais um ciclo importante na minha vida!

**MUITO OBRIGADO A TODOS!!**

## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, L. M. **Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico, salino e adubações**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2021. 99 f. (Tese: Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia)\*

O feijão-comum é uma leguminosa explorada em todo o território brasileiro, constituindo-se um dos mais importantes componentes na dieta alimentar da população brasileira, devido ao alto teor proteico e aminoácidos essenciais. Em virtude de ser uma cultura cultivada em todas as regiões do Brasil, exposta a diferentes condições edafoclimáticas, faz-se necessário promover pesquisas que visem o aumento da produtividade, considerando-se estresses abióticos e adubações. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e obter estimativas de parâmetros genéticos de cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico, salino e níveis de adubação. O trabalho foi realizado em quatro etapas, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista - BA. O primeiro artigo do experimento intitulado “Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico em ambiente protegido” foi conduzido em blocos casualizados (DBC), com três repetições, no esquema fatorial 6 x 4, com seis cultivares de feijão comum (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Esplendor, BRS Estilo, IPR Tuiuiu e IPR Tangará) em quatro níveis de irrigação (40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso). As cultivares avaliadas não apresentaram diferença significativa para as características produtividade e massa de 100 grãos, entretanto, a BRS Pérola apresentou resultados superiores para as características: índice de clorofila a, total e massa de vagem. O estresse hídrico afeta as características de produção do feijão-comum, sendo o nível de 100% da capacidade de vaso o mais recomendado para as plantas dessa espécie nas condições deste estudo. O segundo artigo, “Parâmetros genéticos em cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico cultivados em vaso sob ambiente protegido”, foi conduzido em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 6 x 4, com seis cultivares de feijão-comum, sendo quatro pertencentes ao grupo comercial carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo e IPR Tangará) e duas do grupo comercial preto (BRS Esplendor e IPR Tuiuiu) em quatro níveis de irrigação (40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso). As correlações positivas foram maiores do que às ambientais, viabilizando programas de melhoramento genético; a característica número de grãos por planta pode ser utilizada na seleção indireta para aumento da massa de vagem, devido aos valores altos para correlação, herdabilidade e ganho genético; as clorofilas a e total podem ser utilizadas no programa de melhoramento genético na seleção indireta para o aumento do número de grãos por planta e massa de vagem. O terceiro artigo intitulado “Desempenho e estimativa de parâmetros genéticos em cultivares de feijão-comum submetidos ao estresse salino em cultivo protegido” foi em blocos ao acaso, com três repetições, no esquema fatorial 6 x 4, seis cultivares de feijão-comum, sendo quatro pertencentes ao grupo comercial carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo e IPR Tangará) e duas do grupo comercial preto (BRS Esplendor e IPR Tuiuiu) em quatro níveis de salinidade (0; 1,0; 2,0; 3,0 dS m<sup>-1</sup>). O aumento da salinidade na água de irrigação influenciou negativamente em todas as características avaliadas, afetando o desenvolvimento das plantas, a produtividade e a qualidade dos grãos; a característica massa de 100 grãos pode ser utilizada para a seleção indireta para aumento da produtividade de grãos, devido aos maiores valores de herdabilidade, indicando alta probabilidade de ganho genético e forte correlação apresentada; as cultivares BRS Pérola e IPR Tangará se destacaram para as características massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Por fim, o quarto artigo, “Parâmetros genéticos e características agrônomicas em cultivares de feijão-comum sob adubações química, orgânica e com fixação biológica de nitrogênio”, foi conduzido em blocos casualizados, sob arranjo fatorial 2 x 4, sendo utilizada

duas cultivares de feijão-comum, pertencentes ao grupo comercial carioca (BRS Pérola e BRS Tangará) e quatro tratamentos (sem adubação, adubação mineral NPK, adubação orgânica e fixação biológica de nitrogênio). Foi observado que a cultivar IPR Tangará foi superior para índice de clorofila a, clorofila total e massa de 100 grãos; a cultivar IPR Tangará apresentou maior eficiência ao tratamento FBN com inoculante *Rhizobium tropici* para a característica produtividade de grãos; a cultivar BRS Pérola apresentou resultados de produtividade de grãos superiores nos tratamentos de adubação mineral e orgânica e os traços avaliados apresentam grande variabilidade genética, com alta herdabilidade, e correlação genética forte, o que possibilita a seleção indireta das características ICF a, Total e massa de 100 grãos com o objetivo de aumentar a produtividade de grãos.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* (L.), salinidade, genética, herdabilidade.

---

\*Orientador: Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, D. Sc., UESB.

OLIVEIRA, L. M. **Genetic parameters in common bean cultivars under water stress, saline and types of fertilization.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2021. 96 f. (Thesis: Doctorate in Agronomy, Concentration Area: Phytotechnics)\*

### ABSTRACT

The common bean is a legume explored throughout the Brazilian territory, constituting one of the most important components in the diet of the Brazilian population, due to its high protein content and essential amino acids. Because it is a crop grown in all regions of Brazil, exposed to different edaphoclimatic conditions, research aimed at increasing productivity is promoted, considering abiotic stresses and fertilization. Therefore, the objective of this work was to evaluate the performance and obtain genetic parameters of common bean cultivars under water stress, saline and fertilization levels. The work was carried out in four stages, at the State University of Southwest Bahia (UESB), campus in Vitória da Conquista - BA. The first article of the experiment entitled "Cultivars of common bean under water stress in a protected environment" was carried out in randomized blocks (DBC), with three replications in a 6 x 4 factorial scheme, with six common bean cultivars (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Esplendor, BRS Estilo, IPR Tuiuiu and IPR Tangará) and four irrigation levels (40, 60, 80, 100% of the pot capacity). The evaluated cultivars do not present significant difference for the characteristics such as yield and mass of 100 grains, however BRS Pérola results superior results for the characteristics chlorophyll index a, total and pod mass; The water stress affects the common bean production characteristics, being the level of 100% of the pot capacity the most recommended for the plants of this species under the conditions of this study. The second article "Genetic parameters in common bean cultivars under water stress cultivated in pots under protected environment" was conducted in randomized blocks, with three replications in a 6 x 4 factorial scheme, with six common bean cultivars, four belonging to the commercial group carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo and IPR Tangará) and two from the black commercial group (BRS Esplendor and IPR Tuiuiu) and four irrigation levels (40, 60, 80, 100% of pot capacity), Positive correlations were greater than the environmental ones, enabling genetic improvement programs; the characteristic number of grains per plant can be used in indirect selection to increase pod mass, due to the high values for correlation, heritability and genetic gain; the a and total chlorophylls can be used in the genetic improvement program in indirect selection to increase the number of grains per plant and pod mass. The third article entitled "Performance and estimation of genetic parameters in common bean cultivars subjected to salt stress in protected cultivation" was in randomized blocks, with three replications in a 6 x 4 factorial scheme, six common bean cultivars, four of which belonging to the carioca commercial group (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo and IPR Tangará) and two to the black commercial group (BRS Esplendor and IPR Tuiuiu) and four levels of salinity (0; 1.0; 2.0; 3.0) dS m<sup>-1</sup>. Increased salinity in irrigation water negatively influenced all evaluated characteristics, affecting plant development, yield and grain quality; the characteristic 100-grain mass can be used for indirect selection to increase grain yield, due to higher heritability values, indicating high probability of genetic gain and strong correlation presented; the cultivars BRS Pérola and IPR Tangará stood out for the characteristics of mass of 100 grains and grain yield. The fourth article "Genetic parameters and agronomic characteristics in common bean cultivars under chemical, organic and biological nitrogen fixation" was conducted in randomized blocks, in a 2 x 4 factorial arrangement, using two common bean cultivars belonging to the carioca commercial group (BRS Pérola and BRS Tangará) and four treatments (without fertilization, NPK mineral fertilization, organic fertilization and biological nitrogen fixation). It was observed that the cultivar IPR Tangará was superior for

chlorophyll index a, total chlorophyll and mass 100 grains; the cultivar IPR Tangará showed greater efficiency to the FBN treatment with inoculant *Rhizobium tropici* for the characteristic grain yield; Cultivar BRS Pérola showed superior grain yield results in mineral and organic fertilizer treatments and the traits evaluated present great genetic variability, with high heritability, and strong genetic correlation, which allows the indirect selection of ICF a, Total and mass characteristics. 100 grains with the objective of increasing grain yield.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* (L.), salinity, genetics, heritability.

---

\*Advisor: Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, D. Sc., UESB.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1** – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação referentes às características altura de plantas (ALT), diâmetro de caule (DIÂ), número de ramos laterais (NRL), clorofila a (ICF *a*), b (ICF *b*) e total (ICF T) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista– BA, 2019.....10
- Tabela 1.2** – Índice de Clorofila a (ICF *a*), b (ICF *b*) e total (ICF T) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019...14
- Tabela 1.3** – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação referentes às características de massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NG) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....15
- Tabela 1.4** – Massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por vagem (NGP) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....17
- Tabela 1.5** – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação referentes às características de produtividade (PROD), massa de 100 grãos (M100G) e índice de grãos de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....17
- Tabela 2.1** – Análise físico-química do solo do experimento em vasos com diferentes níveis de irrigação sob ambiente protegido em Vitória da Conquista – BA, 2019.....35
- Tabela 2.2** – Parâmetros genéticos para índice de clorofila *a* (ICF *a*), clorofila B (ICF *b*), clorofila total (ICF T), massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por planta (NGP) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2019.....36
- Tabela 2.3** – Correlações fenotípicas (*rP*), correlações genéticas (*rG*) e correlações ambientais (*rE*) da massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2019.....37
- Tabela 3.1** – Análise de variância de altura (ALT), diâmetro (DIÂ), índice de clorofila Falker a (ICF *a*), índice de clorofila Falker (ICF *b*) e índice de clorofila Falker Total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> submetidas a diferentes níveis de salinidade em Vitória da Conquista-BA, 2020.....53
- Tabela 3.2** – Análise de variância de número de vagens por planta (PVP), número de grãos por planta (NGP), número de vagem por planta (NVP), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G), índice de grãos (IG) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum, em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade em Vitória da Conquista – BA, 2020.....53

<b>Tabela 3.3</b> – Massa de 100 grãos e produtividade de cultivares de feijão-comum, em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	54
<b>Tabela 3.4</b> – Parâmetros genéticos para massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de seis cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	54
<b>Tabela 3.5</b> – Correlações fenotípicas ( $rP$ ), correlações genéticas ( $rG$ ) e correlações ambientais ( $rE$ ) da massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	55
<b>Tabela 4.1</b> – Análise físico-química do solo utilizado no experimento em campo com diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	66
<b>Tabela 4.2</b> – Análise de variância de altura (ALT), diâmetro (DIÂ), índice de clorofila Falker $a$ (ICF $a$ ), índice de clorofila Falker (ICF $b$ ) e índice de clorofila Falker Total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V <sub>4</sub> submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista - BA, 2020.....	69
<b>Tabela 4.3</b> – Diâmetro de caule (DIÂ) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V <sub>4</sub> submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	69
<b>Tabela 4.4</b> – Índice de clorofila Falker $a$ (ICF $a$ ), índice de clorofila Falker $b$ (ICF $b$ ) e índice de clorofila Falker total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V <sub>4</sub> submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	85
<b>Tabela 4.5</b> – Índice de clorofila Falker $a$ (ICF $a$ ), índice de clorofila Falker $b$ (ICF $b$ ) e índice de clorofila Falker total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V <sub>4</sub> submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	70
<b>Tabela 4.6</b> – Análise de variância de número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), índice de grãos (IG), comprimento de vagem (COMPV), massa de vagem (MV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	71
<b>Tabela 4.7</b> – Número de vagem por planta (NVP) e massa de vagem (MV) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	72
<b>Tabela 4.8</b> – Massa de 100 grãos (M100G) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	72
<b>Tabela 4.9</b> – Produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum após a maturidade fisiológica (R <sub>9</sub> ) submetidas a diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....	73

**Tabela 4.10** – Parâmetros genéticos para índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila (ICF T), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de duas cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020.....74

**Tabela 4.11** – Correlações fenotípicas (*rP*), correlações genéticas (*rG*) e correlações ambientais (*rE*) de índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker Total (ICF T), massa de 100 grãos (M100G), e produtividade de grãos (PROD) de duas cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020.....75

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** – Temperaturas e umidades máxima e mínima no ambiente protegido durante condução do experimento em Vitória da Conquista – BA, 2019.....9
- Figura 1.2** – Altura de plantas (ALT), diâmetro de caule (DIÂ) e número de ramos laterais (NRL) de cultivares de feijão-comum, no máximo estágio vegetativo, submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....12
- Figura 1.3** – Leitura do ClorofiLOG, indicando os respectivos Índice de Clorofila Falker a (ICF *a*), Índice de Clorofila Falker *b* (ICF *b*) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....13
- Figura 1.4** – Índice de Clorofila Falker Total (ICF T) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....13
- Figura 1.5** – Massa de vagens (MV) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....15
- Figura 1.6** – Número de grãos por planta (NGP) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....16
- Figura 1.7** – Produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.....32
- Figura 3.1** – Altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....56
- Figura 3.2** – Índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*) (A), *b* (ICF *b*) (B) e total (C) de cultivares de feijão-comum ao final em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....57
- Figura 3.3** – Massa de vagem (MV) por planta de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....58
- Figura 3.4** – Número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGV) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....59
- Figura 3.5** – Número de vagem por planta (NVP) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....60
- Figura 3.6** – Comprimento de vagem (COMPV) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....60

**Figura 3.7** – Índice de grãos (IG) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....61

**Figura 3.8** – Produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.....61

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Percentual
*	Significativo a 5 %
**	Significativo a 1 %
°C	Grau Celsius
$\Delta p$	Desvio padrão da variância fenotípica
abr	Abril
ago	Agosto
Al	Alumínio
ALT	Altura de planta
<i>b</i>	Relação CVg/CVe
BA	Bahia
C	Cultivares
Ca	Cálcio
cm	Centímetros
cmolc	Centimol de carga
COMPV	Comprimento da vagem
C.V. (%)	Coefficiente de variação
CVE	Coefficiente de variação ambiental
CVG	Coefficiente de variação genética
CVP	Coefficiente de variação fenotípica
DAS	Dias após a sementeira
DBC	Blocos casualizados
DIÂ	Diâmetro do caule
dm	Decímetro
DMS	Diferença mínima significativa
dS	Decisiemens
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FAT	Frações da amostra total
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
Fev	Fevereiro
g	Grama
GA	Ganho genético
GAM	Ganho genético em porcentagem da média
GL	Grãos de liberdade
H	Hidrogênio
$h^2a$	Herdabilidade em sentido amplo
ha	Hectare
i	Intensidade de Seleção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICF <i>a</i>	Índice de clorofila Falker <i>a</i>
ICF <i>b</i>	Índice de clorofila Falker <i>b</i>
ICF Total	Índice de clorofila Falker Total
IG	Índice de grãos
jun	Junho
jul	Julho
K	Potássio
k	Constante de intensidade de seleção de 5 %
K <sub>2</sub> O	Óxido de potássio
kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro
m	Saturação por alumínio (análise de solo)
M100G	Massa de 100 grãos
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
Max	Máxima
mar	Março
mai	Maio
Mg	Magnésio
Min	Mínima
mL	Mililitros
mm	Milímetro
MO	Matéria orgânica
MV	Massa de vagem
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NGV	Número de grãos por vagem
NGP	Número de grãos por planta
NRL	Número de ramos laterais por planta
ns	Não significativo
NVP	Número de vagem por planta
P	Fósforo
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
PROD	Produtividade de grãos
QMG	Quadrado médio dos genótipos
QMR	Quadrado médio do resíduo
r	Repetições
<i>r</i> E	Correlação ambiental
<i>r</i> G	Correlação genética
<i>r</i> P	Correlação fenotípica
S	Salinidade
SB	Soma das bases

set	Setembro
T	Tonelada
T	CTC a pH 7,0 (análise de solo)
t	CTC efetiva
tfsa	Terra fina seca ao ar
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UR	Umidade relativa
V	Saturação de base
VE	Variância ambiental
VG	Variância genética
VP	Variância fenotípica

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
3 ARTIGO I – Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico em ambiente protegido.....	4
3.1 INTRODUÇÃO .....	6
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	7
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	10
3.4 CONCLUSÕES .....	18
3.5 AGRADECIMENTOS .....	19
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19
4 ARTIGO II – Parâmetros genéticos em cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico cultivados em vaso sob ambiente protegido .....	21
4.1 INTRODUÇÃO .....	23
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.4 CONCLUSÕES .....	30
4.5 AGRADECIMENTOS .....	30
4.6 REFERÊNCIAS .....	30
5 ARTIGO III – Estimativa de parâmetros genéticos e desempenho de cultivares de feijão-comum submetidos ao estresse salino .....	38
5.1 INTRODUÇÃO .....	40
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
5.4 CONCLUSÕES .....	49
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
6 ARTIGO IV – Estimativa de parâmetros genéticos e desempenho de cultivares de feijão-comum submetidos ao estresse salino .....	61
6.1 INTRODUÇÃO .....	64
6.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	65
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	69
6.4 CONCLUSÕES .....	76
6.5 REFERÊNCIAS .....	77
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), leguminosa de grande importância agrícola e alimentar, é amplamente distribuído em todo o território brasileiro e constitui-se num alimento proteico básico da dieta diária da humanidade. Considerando as duas últimas décadas no Brasil, percebe-se uma tendência de aumento no consumo aparente *per capita* do feijão-comum, superando 17 kg hab<sup>-1</sup> ano, e boa parte da produção é destinada ao autoconsumo das famílias, especialmente nas regiões onde predominam áreas de cultivo menores (Silva e Wander, 2013).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2019), a produção mundial, na safra de 2019, foi de 26,8 milhões de toneladas, sendo que o Brasil é o terceiro maior produtor, representando 10,8% dessa produção. Na safra de 2020, o Brasil atingiu produção de 2,8 milhões de toneladas da leguminosa, sendo que a região nordeste, estado do Paraná, é o maior produtor, contabilizando as três safras, abrangendo 21,0% de toda a produção do país e rendimento médio de 1.456 kg/ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2020).

Embora essa leguminosa apresente alto potencial produtivo em várias regiões do país, existem alguns fatores limitantes no tocante a sua produção e produtividade. Segundo Ramalho et al. (2009), a seca é o fator que mais contribui para o insucesso da cultura do feijão-comum, podendo acarretar baixo rendimento de grãos.

Com o intuito de aumentar a produtividade de grãos e fornecer condições ideais para o desenvolvimento da planta, a irrigação faz-se necessária, principalmente quando há insuficiência ou má distribuição das chuvas, em alguns períodos do ano, podendo inviabilizar a exploração agrícola econômica, como ocorre na região Nordeste. Nesta região, há escassez de águas superficiais e, por isso, agricultores investem em poços artesianos (águas subterrâneas) com o intuito de fornecer água para a irrigação da sua lavoura.

No entanto, segundo Santos et al. (2011), pode haver limitação na utilização desses poços tubulares como alternativa de evitar a escassez hídrica, que é a alta concentração de sais dissolvidos, podendo inviabilizar, assim, a irrigação. Todavia, não existem dados quantificados e os trabalhos são escassos sobre a cultura em condições de salinidade da água de irrigação que, conseqüentemente, saliniza também o solo, principalmente na região semiárida.

O feijão-comum é considerado uma cultura que apresenta baixa tolerância à salinidade da água de irrigação, podendo reduzir em até 50% a sua produção, quando

irrigada com água, com valores de condutividade elétrica acima de 2,4 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica (BERNARDO, 1996).

Contudo, vale salientar que, dentro de uma espécie, há diversas cultivares que apresentam genótipos e fenótipos diferentes, sendo assim, o desenvolvimento de cada cultivar em um determinado estresse abiótico, como, por exemplo, o hídrico e o salino, também são distintos. Portanto, estudos que permitem selecionar cultivares que apresentem potencial de tolerância sob condições de estresses abióticos, objetivando minimizar os efeitos adversos que interferem na produtividade, são de suma importância para a agricultura, principalmente para o agricultor familiar.

Para auxiliar esses estudos, existem avaliações e parâmetros que visam identificar o comportamento das diferentes cultivares em um determinado grau de estresse, a exemplo das fórmulas com diferentes índices (FARSHADFAR et al., 2013). Para Espitia et al. (2010), os parâmetros genéticos direcionam o processo de seleção e os ganhos genéticos nos diferentes ciclos de seleção, pois permitem a separação entre os efeitos genéticos e os efeitos ambientais, garantindo maior efetividade no processo de seleção.

Outro fator de suma importância que pode influenciar diretamente no desempenho de uma cultura no campo é a utilização da adubação, que pode ser classificada como química e orgânica. Os fertilizantes minerais que fornecem o N para a planta são extraídos de recursos não renováveis e têm alto custo para o produtor, em contrapartida, existe uma alternativa eficiente para amenizar essa dependência, especificamente para as leguminosas, que é a fixação biológica do nitrogênio por meio da simbiose com bactérias denominadas vulgarmente de rizóbios. De acordo com Martins et al. (2007), os rizóbios têm grande valor agrícola, devido, principalmente, à necessidade de redução da utilização de fertilizantes nitrogenados, além de exercer papel importante na melhoria da fertilidade do solo em sistemas agrícolas.

Para Melo et al. (2011), os adubos orgânicos, além de aumentar e melhorar a fertilidade do solo, especialmente os teores de P e K, causam menos poluição ambiental, promovendo maior estabilidade econômica aos produtores, pois é um recurso natural que pode ser encontrado na propriedade.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e salino, como também determinar estimativas de parâmetros genéticos e, com uma pré-seleção, selecionar as melhores cultivares para avaliação sob diferentes tipos de adubações, com o objetivo de identificar as mais promissoras para a região local.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardo, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 1996. 596 p.

Espitia, M.; Murillo, O.; Castillo, C.; Araméndiz, H.; Paternina, N. Ganancia genética esperada en la selección de acacia (*Acacia mangium* Willd.) en Córdoba (Colombia). **Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica**, Bogotá, v. 13, n. 2, p. 99-107, 2010.

Farshadfar, E.; Mohammadi, R.; Farshadfar, M.; Dabiri, S. Relationships and repeatability of drought tolerance indices in wheat-rye disomic addition lines. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 1, p. 130-138, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Faostat Database Gateway**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: set. 2020.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática: SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=11&i=P>. Acesso em: jun. 2020.

Martins, C. M.; Martins, S. C. S.; Borges, W. L. Correção da acidez, adubação e fixação biológica. In: VALE, J. C. do; BERTINI, C.; BOREM, A. (Eds). **Feijão-caupi: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. cap. 5, p. 89-112.

Melo, A. V. de; Galvão, J. C. C.; Braun, H.; Santos, M. M. dos; Coimbra, R. R.; Silva, R. R. da; Reis, W. F. dos. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 411-420, 2011.  
[http://dx.doi: 10.5433/1679-0359.2011v32n2p411](http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p411)

Ramalho, M. A. P.; Silva, G. S.; Dias, L. A. S. Genetic plant improvement and climate changes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 189-195, 2009.

Santos, A. N.; Silva, E. F. F.; Soares, T. M.; Dantas, R. M. L.; Silva, M. M. Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, p. 319-326, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000200009>

Silva, O. F. da; Wander, A. E. **O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro**. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 287). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63 p.

**3 ARTIGO I**

Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico em ambiente protegido\*

---

\***Situação:** Submetido

# CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM SOB ESTRESSE HÍDRICO EM AMBIENTE PROTEGIDO

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico das cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidas em níveis crescentes de irrigação em ambiente protegido. Os tratamentos consistiram em seis cultivares de feijão-comum (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Esplendor, BRS Estilo, IPR Tuiuiu e IPR Tangará) submetidas a quatro diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso), resultando em um experimento com delineamento em blocos casualizados (DBC), fatorial 6 x 4 (seis cultivares e quatro níveis de irrigação), com 24 tratamentos e três repetições, resultando em 72 parcelas, em que cada parcela foi representada por duas plantas em um vaso. Ao final do período do estágio vegetativo, período que a planta apresentava pleno vigor e máxima folhagem, foram realizadas as seguintes avaliações: altura de

plantas, diâmetro de caule, número de brotações laterais, índice de clorofila *a*, *b* e total. Após a colheita, foram efetuadas as avaliações do número de vagens por planta, massa seca de vagem, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, índice de grãos (relação da massa dos grãos com a massa total da vagem), massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Concluiu-se que as cultivares avaliadas não apresentam diferença significativa para características importantes como produtividade e massa de 100 grãos, entretanto, a BRS Pérola apresenta resultados superiores para as características índice de clorofila *a*, total e massa de vagem. O estresse hídrico afeta as características de produção avaliadas, sendo o nível de 100% da capacidade de vaso o mais recomendado para as plantas de feijão-comum nas condições deste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* (L.), Melhoramento genético, Déficit hídrico.

## COMMON BEAN CULTIVARS UNDER WATER STRESS IN A PROTECTED ENVIRONMENT

### ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars submitted to increasing levels of irrigation in a protected environment. The treatments consisted of six common bean cultivars (BRS Pérola, BRS Amethyst, BRS Esplendor, BRS Estilo, IPR Tuiuiu and IPR Tangará) submitted to four different levels of irrigation (40, 60, 80, 100% of the pot capacity), resulting in an experiment with a randomized block design (DBC), factorial 6 x 4 (six cultivars and four levels of irrigation), with 24 treatments and three replications, resulting in 72 plots, in which each plot was represented by two plants in one vase. At the end of the vegetative stage period, when the plant had full vigor and maximum foliage, the following evaluations were carried out: plant height, stem

diameter, number of side shoots, chlorophyll index *a*, *b* and total. After harvesting, evaluations were made of the number of pods per plant, dry pod weight, pod length, number of grains per pod, grain index (ratio of the mass of the grains to the total mass of the pod), mass of 100 grains and grain yield. It was concluded that the evaluated cultivars do not present significant difference for important characteristics such as productivity and mass of 100 grains, however BRS Pérola presents superior results for the characteristics of chlorophyll index *a*, total and pod mass. Water stress affects the production characteristics evaluated, with the level of 100% of the pot capacity being the most recommended for common bean plants under the conditions of this study.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* (L.); Genetic improvement; Water deficit.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é classificado como uma planta herbácea pertencente à família Fabaceae. Por apresentar importância na alimentação da população mundial, é considerada uma das espécies mais produzidas no mundo, pelo seu elevado teor proteico em seus grãos (Barbosa & Gonzaga, 2012).

Esta cultura é amplamente explorada na América Latina sob condições de sequeiro, sendo o déficit hídrico um dos fatores limitantes para seu desenvolvimento e a sua produção, podendo promover redução significativa na produção de grãos em áreas cultivadas sem sistema de irrigação (Rosales et al., 2012). O feijão é considerado uma espécie com pouca tolerância a estresses hídricos, sendo que 60% do seu cultivo no planeta estão submetidos a este fator, tornando a seca o maior redutor da produtividade (Aguiar et al., 2008; Beebe et al., 2008)

Estima-se que, aproximadamente, 300 mil toneladas de grãos dessa leguminosa são perdidos anualmente no continente africano por consequência da deficiência hídrica (Ramalho; Silva; Dias, 2009). Segundo Vale et al. (2012), uma das maneiras de amenizar, em curto prazo, as dificuldades e limitações que a cultura do feijão-comum encontra diante do estresse hídrico é a caracterização do ambiente para que as cultivares tolerantes possam ser utilizadas em programas de melhoramento genético como fonte de tolerância ao estresse hídrico.

Programas multidisciplinares para os estudos dos estresses abióticos têm sido implementados por grupos de pesquisa que atuam no melhoramento genético do feijoeiro, objetivando identificar genótipos tolerantes à seca, explorando a sua variabilidade genética, como ciclo precoce, sistema radicular profundo para maior absorção de água, adaptação fisiológica por meio da condutância estomática, associados à produtividade expressiva de grãos em cultivo sob estresse (Blair et al., 2012).

Diante dos parâmetros apresentados, foi objetivo deste trabalho avaliar o desempenho agrônômico das cultivares de feijão-comum sob níveis crescentes de irrigação em ambiente protegido.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de outubro/2018 e janeiro/2019, em cultivo protegido, com cobertura plástica e tela de sombreamento (50% de sombra) nas laterais, situada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista- BA, em uma altitude de 886 metros e coordenadas geográficas 14° 53'0,3" de latitude Sul e 40° 47'58" de longitude Oeste.

Os tratamentos consistiram em seis cultivares de feijão-comum (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Esplendor, BRS Estilo, IPR Tuiuiu e IPR Tangará) submetidas a quatro diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso), resultando em um experimento com delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 6 x 4 (seis cultivares e quatro níveis de irrigação), com 24 tratamentos e 3 repetições, resultando em 72 parcelas. Cada parcela foi representada por duas plantas em um vaso.

Cada vaso foi preenchido com 12,2 litros de solo, com densidade de 1,3 g cm<sup>-3</sup>. Os vasos foram preenchidos com o solo coletado na área experimental da UESB-*campus* de Vitória da Conquista, cujos resultados das características físicas e químicas foram os seguintes: a classe textural foi classificada como franco argilo arenosa, considerando a análise física; e sua análise química apresentou os seguintes valores: pH em água (1:2,5): 5,0; P: 4,0 mg dm<sup>-3</sup> (Extrator Mehlich<sup>-1</sup>); K<sup>+</sup>: 0,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator Mehlich-1); Ca<sup>2+</sup>: 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); Mg<sup>2+</sup>: 0,9 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); Al<sup>3+</sup>: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); H<sup>+</sup>: 2,6 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> (Extrator Solução SMP, pH 7,5 a 7,6); soma de bases: 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva: 2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC a pH 7,0: 5,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases: 45%; saturação por alumínio: 8%; e matéria orgânica: 6,0 g dm<sup>-3</sup>. Com base nas análises, previamente, foi realizada a calagem, aplicando 956 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, com o intuito de atingir 60% de saturação de bases, conforme a exigência da cultura.

Na adubação de plantio, foi aplicado nos vasos o equivalente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio; e, para adubação de cobertura, 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, que foi aplicada 20 dias após a emergência, conforme a recomendação para cultura do feijão-comum (PREZOTTI et al., 2013).

O manejo de irrigação foi calculado pela quantidade de água para se chegar à capacidade de vaso pelo método de retenção de água do solo, de acordo com a metodologia de Casaroli & Van Lier (2008). O controle da irrigação determinado pelos tratamentos foi realizado a cada dois dias, por meio do método de pesagem; e a reposição da quantidade de água consumida e lixiviada, mantendo cada tratamento com o nível de água do solo previamente estabelecido, foi a seguinte: 40% da capacidade de vaso com massa de 17,150 kg; 60% com 17,830 kg; 80% com 18,510 kg; e 100% com 19,190 kg.

A semeadura foi realizada em 23 de outubro de 2018, quando foram colocadas cinco sementes por vaso. Quando as plântulas emitiram três folhas definitivas, foi feito o desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso (parcela).

Durante o período do experimento, foram monitoradas as condições ambientais no interior da casa de vegetação por meio de um termômetro digital, especificamente as temperaturas e as umidades relativas máximas e mínimas, demonstradas na Figura 1.

Foi realizada uma irrigação inicial durante 15 dias para todos os tratamentos com o objetivo de abranger uma lâmina de água que representava 50% da capacidade de vaso, para que houvesse uma germinação de maneira uniforme. Após esse período, as plantas foram submetidas aos tratamentos pré-estabelecidos. A água que foi utilizada para irrigação, fornecida de um poço artesiano, foi classificada como C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, conforme classificação da *United States Salinity Laboratory (USSL)* (RICHARDS, 1954).

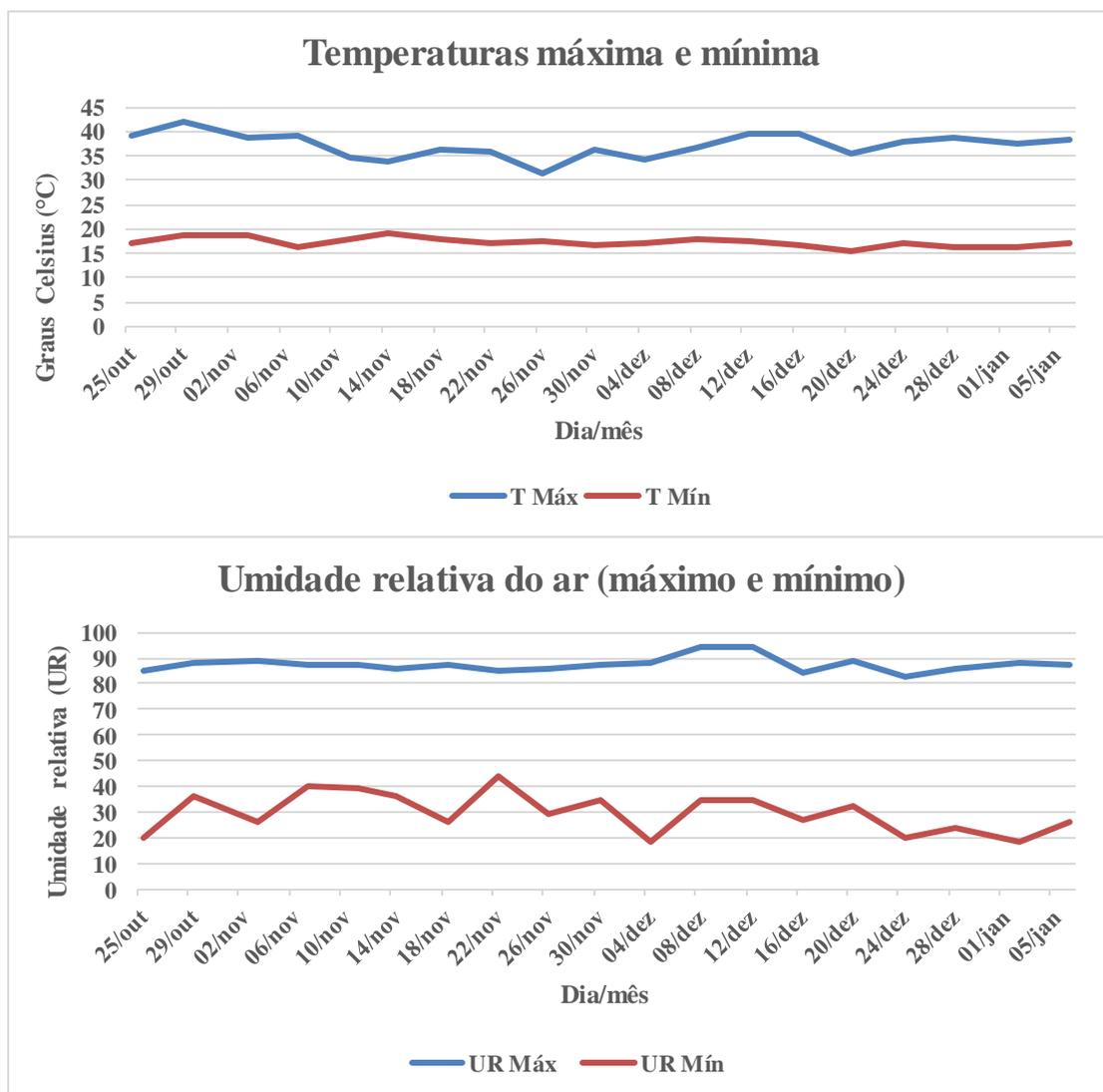


Figura 2. Temperaturas e umidades máxima e mínima no ambiente protegido durante condução do experimento em Vitória da Conquista – BA, 2019.

No final do período do estágio vegetativo, período no qual a planta apresentava pleno vigor, foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), número de brotações laterais, índice de clorofila *a*, *b* e total.

Após a colheita, realizada no dia 9 de janeiro de 2019 (quando se completou 79 dias do ciclo da cultura), foram avaliadas as características: número de vagens por planta, massa de vagem (g), comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem, índice de grãos (relação da massa dos grãos com a massa total da vagem), massa de 100 grãos (g) e produtividade de grãos (estimado a partir da produção de grãos de cada parcela, corrigido por 13% de umidade e transformado para kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variância. Em seguida, foi realizada a análise de variância e o teste “F”. Para as características que apresentaram significância para as cultivares, foram comparadas pelo teste Tukey e os níveis de irrigação foram analisados por meio da regressão polinomial, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que, apenas para as características altura de plantas, diâmetro de caule e número de ramos laterais, houve diferença significativa para níveis de irrigação, enquanto que, para clorofila *a*, *b* e total, houve significância para ambos os fatores, cultivares e irrigação.

**Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características altura de plantas (ALT), diâmetro de caule (DIÂ), número de ramos laterais (NRL), clorofila a (ICF<sub>a</sub>), b (ICF<sub>b</sub>) e total (ICF<sub>T</sub>) de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes níveis de irrigação em Vitória da Conquista– BA, 2019**

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		ALT	DIÂ	NRL	ICF <i>a</i>	ICF <i>b</i>	ICFT
Cultivares (C)	5	47,75	1,18	0,82	38,39*	5,54*	68,53*
Irrigação (I)	3	267,01*	8,79*	18,81*	136,37*	15,11*	156,95*
C x I	15	11,51	0,86	1,59	9,20	3,42	19,93
Blocos	2	146,88	0,22	0,18	20,54	1,82	33,64
Resíduo	46	26,33	0,81	2,09	8,14	2,26	13,50
C.V. (%)		12,68	13,20	20,35	11,01	22,97	11,31

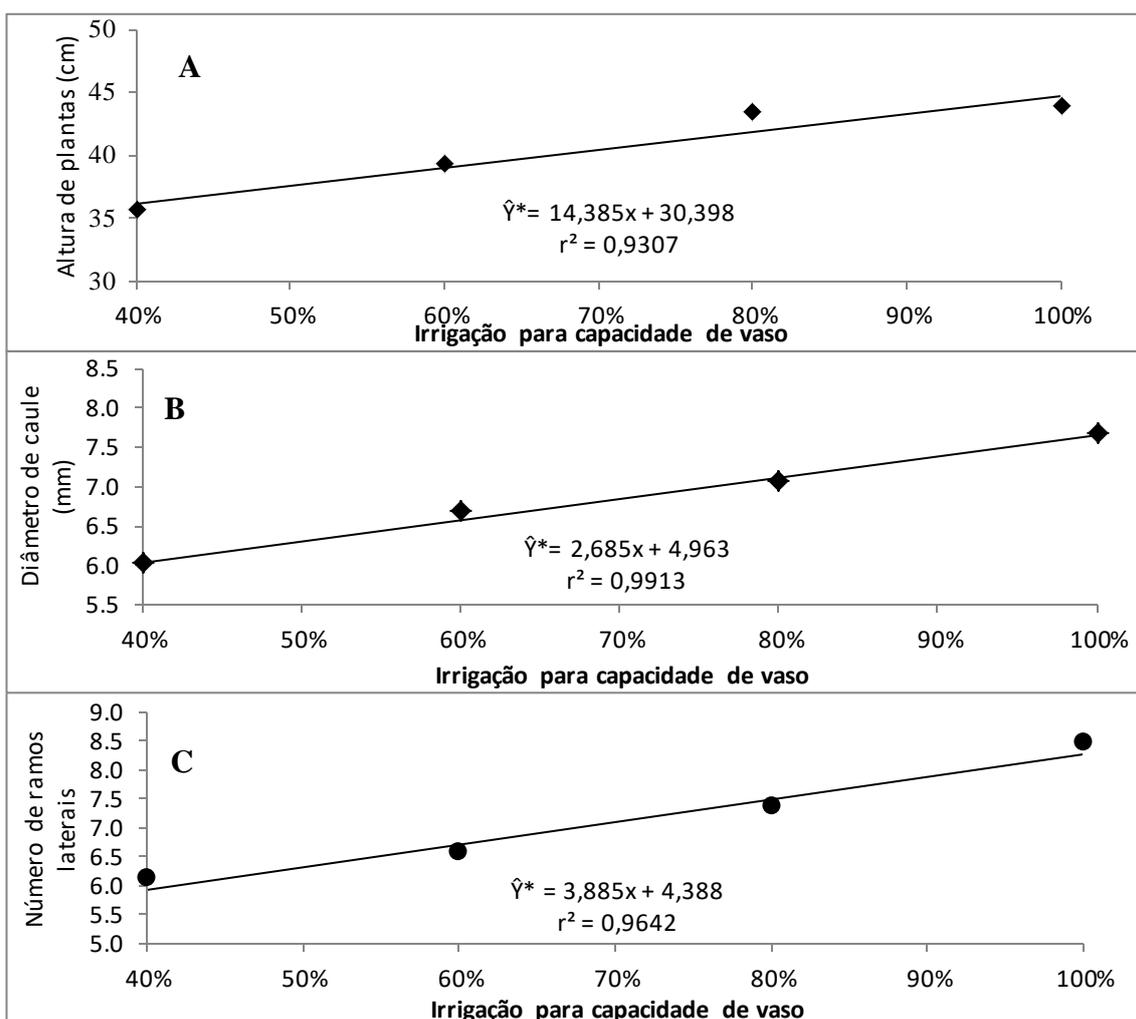
\*Significativo pelo teste “F”, a 5% de probabilidade.

Na Figura 2, observou-se efeito linear crescente de níveis de irrigação sobre a altura de plantas. O tratamento 40% de irrigação obteve altura (Figura 2A) de 36,1 cm, e o maior nível, 100% de irrigação, com 44,7 cm, logo, supõe-se que as plantas submetidas ao estresse hídrico não se desenvolveram satisfatoriamente, quando comparadas ao nível de 100% de irrigação. Além disso, nota-se também, na Figura 2A, que houve incremento de 23,8% na altura de plantas, comparando o de maior estresse (40%) com a maior capacidade de vaso (100%). Estes resultados corroboram os obtidos

por Fancelli e Dourado Neto (2000), nos quais foi evidenciada uma ligação entre o crescimento, o desenvolvimento e a translocação de fotoassimilados com a disponibilidade hídrica do solo.

Para diâmetro do caule, analisando a Figura 2B, constata-se efeito linear crescente, sendo que à medida que as necessidades hídricas das plantas foram supridas, o diâmetro do caule se mostrou mais espesso, variando de 6 a 7,6 mm, de 40 a 100% de irrigação para capacidade de vaso, respectivamente, representando um incremento de 26,6% em espessura do caule das plantas. Resultados distintos foram encontrados por Vale et al. (2012) que, avaliando nove cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico, não verificaram diferença significativa entre as plantas para essa variável. Ainda segundo os autores, o diâmetro de caule é de suma importância para a arquitetura da planta, pois caules espessos e rígidos podem prevenir o acamamento.

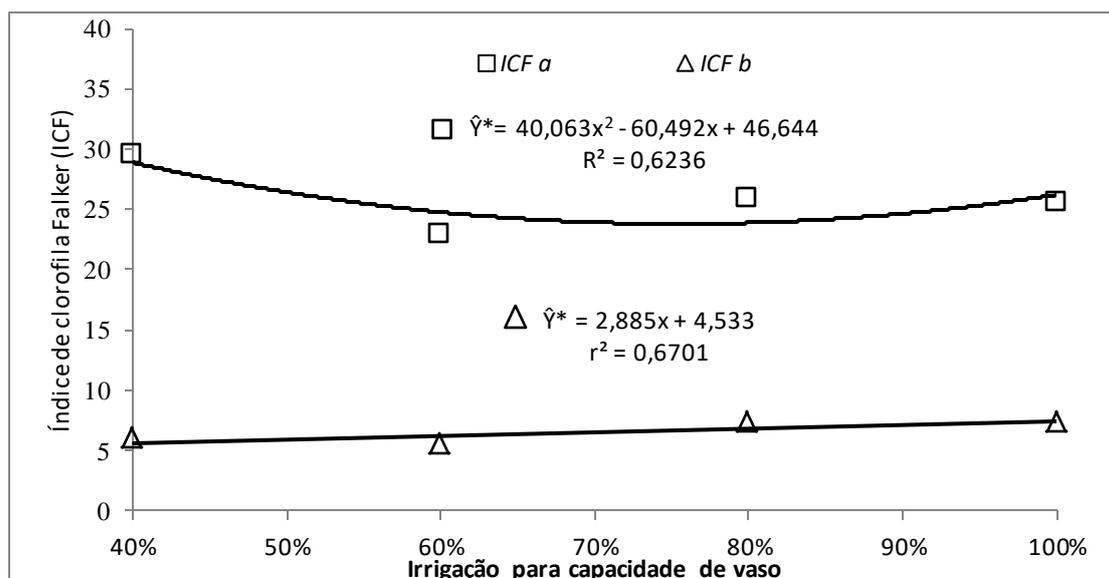
O número de ramos laterais também foi influenciado pelos níveis de irrigação estabelecidos, representado pelo modelo linear crescente (Figura 2C). À medida que se elevou a lâmina de água no vaso, aumentou o número de ramos laterais, sendo, 5,94; 6,71; 7,5; 8,3 ramos laterais, respectivamente para 40, 60, 80 e 100% de irrigação para capacidade de vaso.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 2. Altura de plantas (A), diâmetro de caule (B) e número de ramos laterais (C) de cultivares de feijão-comum no máximo estágio vegetativo submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.**

Na Figura 3, verifica-se efeito quadrático para  $ICF_a$  e efeito linear crescente para  $ICF_B$ . Nota-se que, para  $ICF_a$ , o maior valor estimado (28,8) foi representado no mais extremo nível de irrigação (40%), ou seja, quanto menos água fornecida para a planta, maior foi o  $ICF_a$ . Comportamento inverso foi apurado ao analisar o  $ICF_B$ , que obteve maior média (7,41) no maior nível de irrigação para capacidade de vaso (100%).

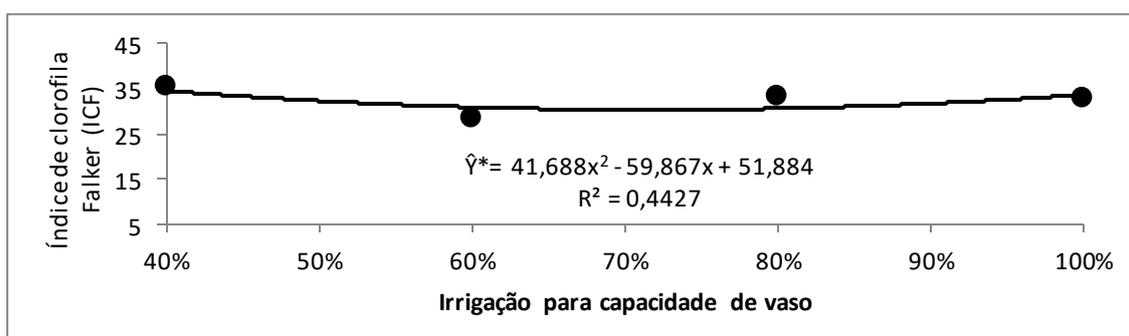


\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 3.** Leitura do ClorofiLOG, indicando os respectivos Índice de Clorofila Falker a (ICF<sub>a</sub>), Índice de Clorofila Falker b (ICF<sub>b</sub>) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.

Na Figura 4, observa-se efeito quadrático da capacidade para o índice de clorofila Falker total. O maior valor estimado (34,6) foi verificado no menor nível de irrigação. Resultados contrastantes foram encontrados por Bastos et al. (2011) que, avaliando o desenvolvimento de genótipos de feijão-caupi tolerantes à seca, concluíram que o estresse hídrico reduz o teor de clorofila.

Na Tabela 2, registra-se os valores médios de índice de clorofila *a*, *b* e total das cultivares. Visualiza-se que a cultivar BRS Pérola foi superior, com média de 28,04, quando comparada aos valores constatados por BRS Ametista e IPR Tuiuiú, que apresentaram 24,15 e 23,75, respectivamente.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 4.** Índice de Clorofila Falker Total (ICF<sub>T</sub>) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.

Não houve diferença estatística entre as cultivares para índice de clorofila *b* (ICF<sub>B</sub>), apresentando média de 6,55, e valores que variaram de 5,53 (BRS Ametista) a 7,34 (IPR Tangará), verificados na Tabela 2. Para índice de clorofila total, as cultivares BRS Pérola e IPR Tangará foram superiores, comparadas à BRS Ametista e IPR Tuiuiú, com valores de 35,31; 34,06; 29,69 e 29,78, respectivamente, e isto infere que o teor de clorofila nas folhas das cultivares é variável, de acordo com as condições ambientais que estão inseridas.

**Tabela 2. Índice de Clorofila a (ICF<sub>a</sub>), b (ICF<sub>B</sub>) e total (ICF<sub>T</sub>) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019**

<b>Cultivares</b>	<b>ICF<sub>a</sub></b>	<b>ICF<sub>B</sub></b>	<b>ICF<sub>T</sub></b>
BRS Ametista	24,15 bc	5,53 a	29,69 b
BRS Esplendor	25,65 abc	6,50 a	32,15 ab
BRS Estilo	26,92 abc	6,46 a	33,39 ab
BRS Pérola	28,04 a	7,27 a	35,31 a
IPR Tangará	27,26 ab	7,34 a	34,60 a
IPR Tuiuiú	23,75 c	6,20 a	29,78 b
Média geral	25,93	6,55	32,49
DMS	3,36	1,82	4,46

\*Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Silva et al. (2007), diferentes cultivares da mesma espécie apresentam diferentes índice de clorofila, o que torna necessário o entendimento dos índices específicos de cada cultivar avaliada.

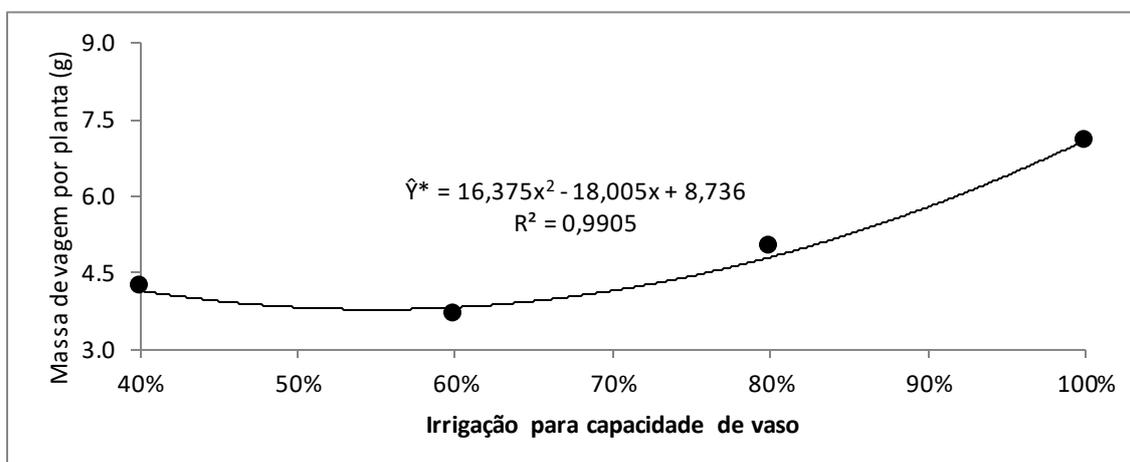
Na Tabela 3, constata-se que houve efeito significativo dos fatores isolados, cultivar e irrigação para as características massa de vagem e números de grãos por planta. Para comprimento de vagem, observou-se efeito significativo apenas para cultivares, enquanto que o número de grãos por vagem não apresentou diferença significativa para os fatores estudados.

**Tabela 3. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação referentes às características de massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGV) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019**

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		MV	COMPV	NGP	NGV
Cultivares (C)	5	17,31*	3,79*	222,08*	2,05
Irrigação (I)	3	39,70*	1,45	429,62*	2,26
C x I	15	7,44	0,98	153,36	1,85
Blocos	2	69,84	3,34	975,72	11,30
Resíduo	46	5,59	0,88	86,09	1,37
C.V. (%)		47,52	11,68	44,39	24,38

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

Foi definido o modelo de regressão quadrático para a característica massa de vagens. As médias variaram de 4,2 g, quando as plantas foram submetidas a 40 % de irrigação, para capacidade de vaso até 7,10 g, quando foi fornecido 100% do nível de irrigação, sendo que a média geral foi de 4,97 (g). Esse resultado sugere que a água é de extrema importância para o desenvolvimento das vagens e a sua limitação promove redução considerável na produção.

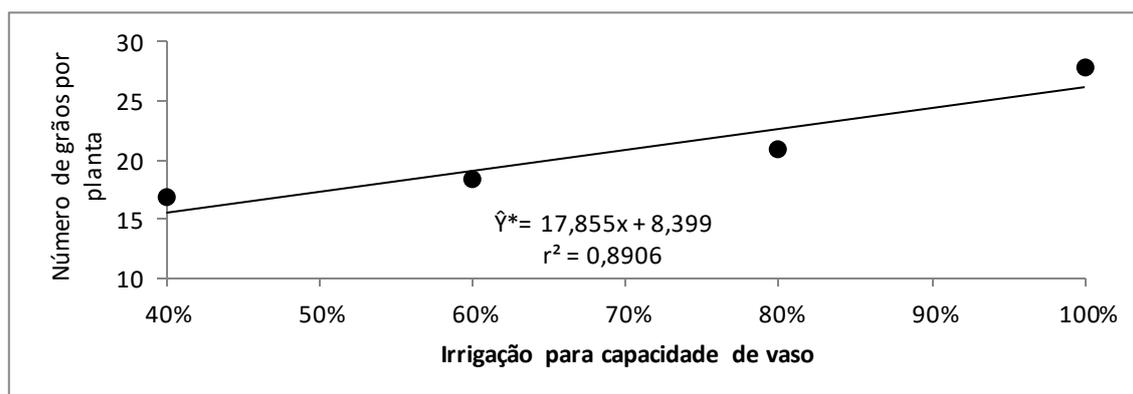


\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 5. Massa de vagens (MV) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.**

Resultados semelhantes foram encontrados por Melo (2017) que, avaliando cultivares de feijão-comum, nas fases vegetativa e reprodutiva sob estresse hídrico associado com água residuária, verificou que o déficit hídrico foi um fator que apresentou influência negativa para essa característica.

Quanto ao número de grãos por planta (NGP), observa-se efeito linear crescente para esta característica (Figura 6), sendo a menor média (15,53) representada no tratamento de restrição hídrica (40%) e a maior (26,3) na máxima capacidade de vaso (100%). Martins et al. (2017), avaliando o efeito do estresse hídrico na fase de enchimento de grãos do feijão-comum, especificamente para característica massa de grãos por planta, que tem estreita relação com o número de grãos por planta, encontraram resultantes semelhantes, ao verificarem que quanto maior o estresse hídrico proporcionado às plantas, menor foi a massa de grãos por planta.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 6. Número de grãos por planta (NGP) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.**

Comparando as cultivares na Tabela 4, verifica-se diferença significativa para as características massa de vagem e comprimento de vagem. Apenas o número de grãos por plantas não apresentou diferença significativa entre as cultivares.

As cultivares BRS Pérola (5,91g) e IPR Tangará (6,15g) se destacaram quanto à massa de vagem, apresentando valores superiores à IPR Tuiuiú (2,92g). Para a característica comprimento de vagem, a cultivar IPR Tangará apresentou superioridade, com média de 8,96 cm, comparando-se com as cultivares BRS Esplendor e IPR Tuiuiú, valores médios de 7,25 e 7,66 cm, respectivamente.

**Tabela 4. Massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por vagem (NGP) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA 2019.**

<b>Cultivares</b>	<b>MV (g)</b>	<b>COMPV (cm)</b>	<b>NGP</b>
BRS Ametista	4,24 ab	8,27 ab	17,58 a
BRS Esplendor	5,44 ab	7,66 b	25,58 a
BRS Estilo	5,18 ab	8,20 ab	21,08 a
BRS Pérola	5,91 a	7,83 ab	25,00 a
IPR Tangará	6,15 a	8,96 a	21,75 a
IPR Tuiuiú	2,92 b	7,25 b	14,41 a
Média geral	4,47	8,04	20,90
DMS	2,87	1,14	11,26

\*Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação referentes às características de produtividade (PROD), massa de 100 grãos (M100G) e índice de grãos de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019**

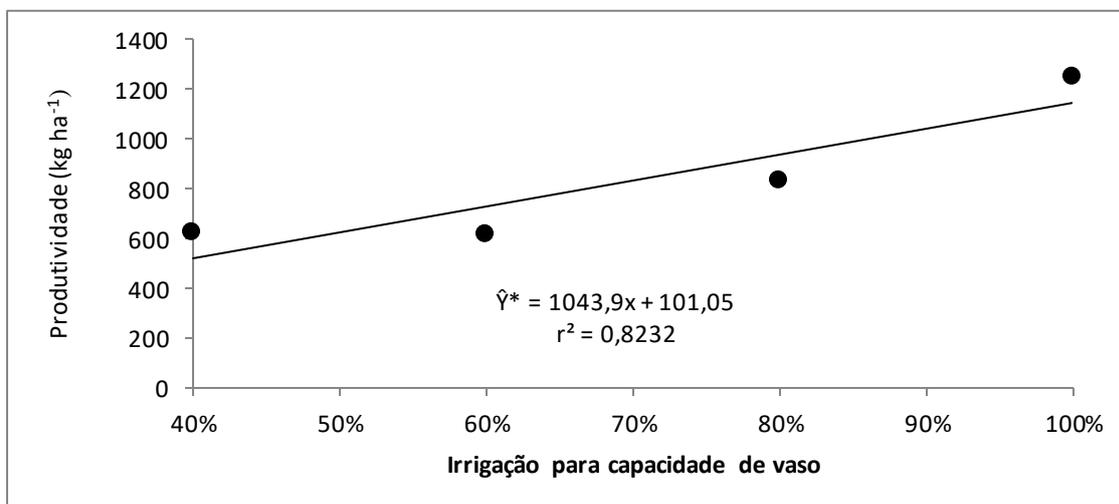
<b>Fontes de variação</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados médios</b>		
		<b>PROD</b>	<b>M100G</b>	<b>IG</b>
Cultivares (C)	5	293645,92	36,03	15,85
Irrigação (I)	3	1588661,75*	47,53	252,46
C x I	15	167558,08	9,95	54,46
Blocos	2	1675945,98	10,10	313,02
Resíduo	46	223745,78	25,15	114,07
C.V. (%)		56,87	30,79	15,51

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

Ao analisar a Tabela 5, observa-se que, para a característica produtividade, houve diferença significativa para níveis de irrigação, enquanto para massa de 100 grãos e índice de grãos, que é a relação da massa de grãos com a massa total da vagem, não houve diferença significativa para nenhum fator estudado.

Verifica-se, na Figura 7, efeito linear crescente para a variável produtividade de grãos, e isso permite deduzir que o aumento da irrigação proporcionou incremento significativo na produtividade das plantas. As plantas irrigadas com 100% da capacidade de vaso obtiveram a produtividade de 18, 36,5 e 54,7% maior que as

plantas irrigadas com 80, 60 e 40% da capacidade de vaso, equivalendo a uma diferença de 209, 418 e 626,8 kg ha<sup>-1</sup> entre a capacidade de vaso de 100% e as demais, respectivamente.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 7. Produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum submetidas a níveis de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2019.**

Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes et al. (2017) que, avaliando as características de produção do feijoeiro submetidos a variação de lâminas de irrigação, constataram equação de regressão linear crescente para produtividade, sendo que as plantas irrigadas com 100 da reposição hídrica obtiveram a produtividade de 17,98; 35,97; 53,96 % maior que as plantas irrigadas com 75, 50 e 25% da reposição hídrica, cuja diferença estimou acréscimo de 2,56% na produtividade para cada aumento unitário na reposição hídrica.

Tais resultados permitem inferir que a disponibilidade de água no solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade do feijoeiro comum, podendo-se perceber que o rendimento da cultura foi afetado significativamente pela condição hídrica do solo que, conseqüentemente, promoveu redução considerável na produtividade de grãos (LANNA et al., 2016).

### 3.4 CONCLUSÃO

As cultivares avaliadas não apresentaram diferença para características importantes como produtividade e massa de 100 grãos, entretanto, a BRS Pérola apresentou resultados superiores para as características índice de clorofila a, total e massa de vagem.

O estresse hídrico afeta as características de produção avaliadas, sendo o nível de 100% da capacidade de vaso o mais recomendado para as plantas de feijão-comum, nas condições deste estudo.

### 3.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa ao primeiro autor; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

### 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. S., MODA-CIRINO V., FARIA R.T. & VIDAL, L. H. I. (2008). Avaliação de linhagens promissoras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes ao déficit hídrico. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 29 (1), 1-14, doi: 10.5039/agraria.v3i2a149
- BARBOSA, F. B. & GONZAGA, A. C. O. (2012). *Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Central Brasileira: 2012-2014*. Embrapa Arroz e Feijão, 247p.
- BASTOS, E. A., NASCIMENTO, S. P., SILVA, E. M., FREIRE FILHO, F. R. & GOMIDE, R. L. (2011). Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes à seca. *Revista Ciência Agronômica*, 42, 100–107, doi: 10.1590/S1806-66902011000100013
- BEEBE, S. E., IDUPULAPATI, R. A. O., MATTHEW, W.B. & BUTARE L. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, Madison, 48(2), 582-592, doi: 10.2135/cropsci2007.07.0404
- BLAIR, M. W., GALEANO, C. H., TOVAR, E., MUÑOZ TORRES, M. C., CASTRILLÓN, A. V., BEEBE, S. E. & RAO, I. M. (2012). Development of a Mesoamerican intra-genepool genetic map for quantitative trait loci detection in a drought tolerant × susceptible common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cross. *Molecular breeding: new strategies in plant improvement*, 29, 71-88, doi: 10.1007/s11032-010-9527-9
- CASAROLI, D. & JONG VAN LIER, Q. de. (2008). Critérios para determinação da capacidade de vaso. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32, 59-66, doi: 10.1590/S0100-06832008000100007
- FANCELLI, A. L. & DOURADO NETO, D. (2000). *Ecofisiologia e fenologia*. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 21-53.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. (2014). *Ciência e Agroecologia*. 38(2), 109-112, doi: 10.1590/S1413-70542014000200001
- LANNA, A. C, MITSUZONO, S. T., TERRA, T. G. R., VIANELLO, R. P. & CARVALHO, M. A DE F. (2016). Physiological characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes, waterstress induced with contrasting response towards drought. *Australian Journal of Crop Science*, Brisbane St. Lucia, 10(1), 1-6, doi: 10.1007/s11356-018-3012-0
- MARTINS, S. C. A., REIS, E. F., GARCIA, G. O. & TOMAZ, M. A. (2017). Efeito do déficit hídrico na fase de enchimento de grãos do feijoeiro comum. *Nativa*, 5, 386-395, doi: 10.5935/2318-7670.v05n06a02
- MELO, M. R. M. D. (2017). *Déficit hídrico aplicado em cultivares de feijão, nas fases vegetativa e reprodutiva, associado com o uso de água residuária*. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 89.
- MORAIS, W. A., CUNHA, F. N., SOARES, F. A. L., TEIXEIRA, M. B., SILVA, N.F. & COSTA, C. T. S. (2017). Avaliação das características de produção do feijoeiro submetidos a variações de lâminas de irrigação e doses de adubação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza-CE, 11(3), 1389-1397.
- PREZOTTI, L. C., OLIVEIRA, J., GOMES, J., & DADALTO, G. (2013). *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação*.
- RAMALHO, M. A. P., SILVA, G. S. & DIAS, L. A. S. (2009). Genetic plant improvement and climate changes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, 9(2), 189-195.
- RICHARDS, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agriculture Handbook No. 60, Washington, D.C., USA, 160 p.
- ROSALES, M. A., OCAMPO, E., RODRÍGUEZ-VALENTÍN, R., OLVERA-CARRILLO, Y., ACOSTA-GALLEGOS J. & COVARRUBIAS, A. A. (2012). Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. *Plant physiology and biochemistry: PPB / Société française de physiologie végétale*, 56, 24-34, doi: 10.1016/j.plaphy.2012.04.007
- SILVA, L. S. da., BOHNEN, H., MARCOLIN, E., MACEDO, V. & POCOJESKI, E. (2007). Resposta a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 13(2).
- VALE, N. M. do., BARILI, L. D., ROZZETO, D. S., STINGHIN, J. C., COIMBRA, J. L. M., GUIDOLIN, A. F. & KÖOP, M. M. (2012). Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. *Biotemas*, Florianópolis, 25(3), 135-144, doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n3p135

**4 ARTIGO II**

Parâmetros genéticos em cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico cultivados em vaso sob ambiente protegido\*

---

\***Situação:** Não submetido

1 **Parâmetros genéticos em cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico**  
2 **cultivados em vaso sob ambiente protegido**

3 **Genetic parameters in common bean cultivars under water stress grown in pot**  
4 **under protected environment**

5  
6 **RESUMO**

7 Estudos que visam identificar genótipos superiores de feijão-comum em condições de  
8 estresse hídrico são de suma importância para esta cultura, principalmente em regiões  
9 de baixos índices pluviométricos. Assim, o trabalho teve como objetivo estimar  
10 parâmetros genéticos de seis cultivares de feijão-comum submetidas ao estresse hídrico  
11 sob ambiente protegido. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com três  
12 repetições, no esquema fatorial 6 x 4, com seis cultivares de feijão-comum, sendo  
13 quatro pertencentes ao grupo comercial carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo  
14 e IPR Tangará) e duas do grupo comercial preto (BRS Esplendor e IPR Tuiuiú), e  
15 quatro níveis de irrigação (40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso). As correlações  
16 positivas foram maiores do que as correlações ambientais, viabilizando programas de  
17 melhoramento genético. A característica número de grãos por planta pode ser utilizada  
18 na seleção indireta para aumento da massa de vagem, devido à alta correlação, alta  
19 herdabilidade e alto ganho genético. As clorofilas a e total podem ser utilizadas no  
20 programa de melhoramento genético, na seleção indireta, para o aumento do número de  
21 grãos por planta e massa de vagem.

22 **Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* (L.), melhoramento genético, variabilidade,  
23 capacidade de campo.

## 26 **ABSTRACT**

27 Studies that aim to identify superior common bean genotypes under water stress  
28 conditions are of paramount importance for this crop, especially in regions with low  
29 rainfall. Thus, the objective of this work was to estimate the genetic parameters of six  
30 common bean cultivars subjected to water stress under a protected environment. The  
31 experiment was carried out in randomized blocks, with three replications in a 6 x 4  
32 factorial scheme, with six common bean cultivars, four belonging to the commercial  
33 carioca group (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo and IPR Tangará) and two to the  
34 group commercial black (BRS Esplendor and IPR Tuiuiú) and four irrigation levels (40,  
35 60, 80, 100% of the pot capacity). Positive correlations were greater than environmental  
36 correlations, making genetic improvement programs feasible. The characteristic number  
37 of grains per plant can be used in indirect selection to increase pod mass, due to its high  
38 correlation, high heritability and high genetic gain. Chlorophylls a and total can be used  
39 in the genetic improvement program for indirect selection to increase the number of  
40 grains per plant and pod mass.

41 **Keywords:** *Phaseolus vulgaris* (L.), breeding, variability, field capacity.

42

## 43 **4.1 INTRODUÇÃO**

44 O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em praticamente todo o  
45 território brasileiro, constituindo-se como uma das principais fontes de proteínas e de  
46 aminoácidos, essenciais na dieta da população brasileira (TSUTSUMI et al., 2015). No  
47 Brasil, na safra de 2019/2020, foi cultivada uma área de 2,92 milhões de hectares dessa  
48 leguminosa, com produção de 3,22 milhões de toneladas e produtividade de 1.104 kg  
49 ha<sup>-1</sup>. A região Nordeste representou 26,6% da produção nessa safra, em contrapartida, o  
50 estado da Bahia possui a maior área plantada do Nordeste, com 442,1 mil hectares e  
51 produção de 387,1 mil toneladas, que correspondem a 12% e 45, 8% da produção,  
52 respectivamente, do Brasil e da Região Nordeste (CONAB, 2020).

53 De acordo com Borém et al (2017), é imprescindível que os programas de  
54 melhoramento genético no Brasil busquem genótipos com o intuito de obter cultivares  
55 com ampla adaptação e alta produtividade, objetivando atender à demanda e exigências  
56 do mercado. A identificação de genótipos superiores em diversos ambientes é uma das  
57 principais etapas em um programa de melhoramento genético de plantas (CRUZ et al.,  
58 2012), pois determinados genótipos podem apresentar desempenhos diferenciados nos  
59 variados ambientes.

60 Dentre as pesquisas que visam essa identificação dos genótipos superiores  
61 pode-se destacar as que foram realizadas por Moura et al (2013), que estimaram  
62 coeficientes de correlação fenotípica, genética e ambiental, avaliando a arquitetura  
63 das plantas de feijão; Mambrin et al (2015), que avaliaram a variabilidade genética de  
64 linhagens de feijão referente às características morfológicas, fenológicas e de produção;  
65 Tavares et al (2017), que observaram seis cultivares de feijão-comum em seis  
66 ambientes para análise de adaptabilidade e estabilidade dos grãos, utilizando dados da  
67 produtividade de grãos; e Hiolanda *et al.* (2018), que analisaram o comportamento de  
68 genótipos de feijão comum no Cerrado Central do Brasil.

69 Segundo Arevalo et al (2020), é de suma importância a busca de informações  
70 genéticas sobre a cultura do feijão-comum, devido à alta exigência e consumo da  
71 população brasileira. As informações que permitem conhecer a variabilidade genética e  
72 o grau de expressão da característica avaliada e a probabilidade de ganhos por seleção  
73 direta e indireta, como o coeficiente de variação genética, herdabilidade e coeficientes  
74 de correlação entre caracteres, podem ser obtidas por meio da estimativa de parâmetros  
75 genéticos (LOPES et al., 2017).

76 A correlação estimada pode ser fenotípica, genética e ambiental, sendo sua  
77 principal função avaliar as relações existentes entre os traços avaliados. Segundo  
78 Ferreira et al (2003), a correlação fenotípica é estimada por medidas fenotípicas  
79 resultantes de consequências genéticas e ambientais. A correlação genética corresponde  
80 à porção genética da correlação fenotípica e é utilizada em programas de melhoramento  
81 genético, pois somente ela pode ser transmitida à próxima geração.

82 Assim, o trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos de seis  
83 cultivares de feijão-comum sob diferentes níveis de deficiência hídrica.

84

## 85 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

86 O experimento foi conduzido entre os meses de outubro/2018 e janeiro/2019, em  
87 cultivo protegido, com cobertura plástica e tela com sombreamento de 50% nas laterais,  
88 situada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB),  
89 *campus* de Vitória da Conquista- BA, em uma altitude de 886 metros e coordenadas  
90 geográficas 14° 53'0,3'' de latitude Sul e 40° 47'58'' de longitude Oeste.

91 O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema  
92 fatorial 6 x 4 (seis cultivares e quatro níveis de irrigação), com 24 tratamentos e 3  
93 repetições. As cultivares de feijão-comum avaliadas foram quatro, pertencentes ao  
94 grupo comercial carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo e IPR Tangará) e duas  
95 do grupo comercial preto (BRS Esplendor e IPR Tuiuiú), e os níveis de irrigação usados  
96 foram: 40, 60, 80, 100% da capacidade de vaso. Cada parcela foi representada por duas  
97 plantas em um vaso, preenchido com 12,2 litros de solo cada, com densidade de 1,3 g  
98 cm<sup>-3</sup>. Os vasos foram preenchidos com o solo coletado na área experimental da UESB,  
99 *campus* de Vitória da Conquista, conforme a Tabela 1.

100 Para a correção da acidez do solo e neutralização do alumínio, foi realizada a  
101 calagem, aplicando 956 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, com o objetivo de atingir 60% de saturação  
102 de bases, conforme a exigência da cultura. Na adubação de plantio, aplicou-se nos vasos  
103 o equivalente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 30 kg ha<sup>-1</sup> de  
104 K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio; e para adubação de cobertura, 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, na  
105 forma de ureia, que foi aplicada 20 dias após a emergência, conforme recomendado para  
106 cultura do feijão-comum (PREZOTTI et al., 2013).

107 A semeadura foi efetuada em 23 de outubro de 2018, utilizando-se cinco  
108 sementes por vaso, e, quando as plântulas emitiram dois pares de folhas verdadeiras, foi  
109 realizado o desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso (parcela).

110 Aos 28 dias após emergência, no final do estágio vegetativo, foram realizadas as  
111 seguintes avaliações: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), número de  
112 brotações laterais, índice de clorofila a, b e total.

113 A colheita foi realizada em 9 de janeiro de 2019, quando se completou 79 dias  
114 do ciclo da cultura (DAS). Após a colheita, foram efetuadas as avaliações do número de  
115 vagens por planta, massa de vagem (g), comprimento de vagem (cm), número de grãos  
116 por vagem, índice de grãos (relação da massa dos grãos com a massa total da vagem),  
117 massa de 100 grãos (g) e produtividade de grãos (estimado a partir da produção de grãos  
118 de cada parcela, corrigido por 13% de umidade e transformado para kg ha<sup>-1</sup>).

119 Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de  
120 variância. Em seguida, foi realizada a análise de variância, a 5% de probabilidade. As  
121 médias das cultivares foram comparadas pelo teste Tukey e os níveis de irrigação foram  
122 analisados por meio da regressão polinomial, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o  
123 programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

124 Os traços que apresentaram diferença significativa entre as cultivares foram  
125 submetidas à avaliação de parâmetros genéticos e seus estimadores foram analisados,  
126 utilizando-se as seguintes expressões (CRUZ et al., 2012).

127 a) Variância Fenotípica:  $VP = QMg / r$

128 b) Variância Genética:  $VG = (QMg - QMr) / r$

129 c) Variância Ambiental:  $VE = QMr / r$

130 d) Herdabilidade:  $h^2 = (VG/VP) \times 100$

131 As  $h^2$  foram classificadas como: Baixa = 0% a 30%; Média = 31% a 60%; e  
132 Alta = acima de 60% (JOHNSON et al., 1955).

133 e) Coeficiente de Variação Fenotípica:  $CVP = (\sqrt{VP} / \bar{X}) \times 100$

134 f) Coeficiente de variação Genética:  $CVG = (\sqrt{VG} / \bar{X}) \times 100$

135 g) Coeficiente de Variação Ambiental:  $CVE = (\sqrt{VE} / \bar{X}) \times 100$

136 CVP, CVG e CVE foram classificados como: Baixo = menor que 10%; Médio =  
137 10% a 20%; e Alto = mais que 20% (SIVASUBRAMANIAN & MENON, 1973).

138 h) Coeficiente de Variação Relativo (Coeficiente “b”) =  $CVG / CVE$ ,

139 i) Ganho genético:  $GA = i \Delta p h^2$

140  $i$  = Intensidade de Seleção (5%) = 2,06 (Constante),

141  $\Delta p$  = Desvio Padrão da Variância Fenotípica:  $\sqrt{VP}$ ;

142  $h^2$  = Herdabilidade.

143 j)  $GAM = [(GA / \bar{X}) \times 100]$  - Ganho Genético em Porcentagem da Média.

144 Tem-se o ganho genético assumindo intensidade de seleção de 5% em um ciclo  
145 de avaliação.

146 O GAM foi classificado como: Baixo = menos de 10%; Médio = 10% a 20%; e  
147 Alto = mais que 20% (JOHNSON et al., 1955).

148 Para estimar as correlações, foram utilizadas as expressões citadas por Falconer  
149 (1987):

150 Correlação fenotípica ( $r_P$ )

151  $r_P(xy) = [COV]_{(P(XY))} / \sqrt{(\sigma^2_{PX} \cdot \sigma^2_{PY})}$

152 Correlação genética ( $r_G$ )

153  $r_{G(xy)} = \frac{[COV]_{(G(XY))}}{\sqrt{(\sigma^2_{GX} \cdot \sigma^2_{GY})}}$

154 Correlação ambiental ( $r_E$ )

155  $r_E = \frac{[COV]_{(E(XY))}}{\sqrt{(\sigma^2_{EX} \cdot \sigma^2_{EY})}}$

156 Em que:  $r_{xy}$  = correlação entre os caracteres X e Y;  $COV(XY)$ = covariância  
157 entre os dois caracteres X e Y; e  $\sigma^2_X$  e  $\sigma^2_Y$  = variância dos caracteres X e Y,  
158 respectivamente.

159 As  $r_P$ ,  $r_G$  e  $r_E$  foram classificadas como: Muito Fraca = 0,00 a 0,19; Fraca =  
160 0,20 a 0,39; Moderada = 0,40 a 0,69; Forte = 0,70 a 0,89; e Muito Forte = 0,90 a 1,00  
161 (SHIMAKURA & RIBEIRO JÚNIOR, 2012).

162 Para cálculo das correlações, foi utilizado o *software* Genes (CRUZ, 2012) e,  
163 para verificar o nível de significância das correlações, foi utilizado o teste t, a 1% e 5%  
164 de probabilidade.

165

### 166 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

167 Para as avaliações de parâmetros genéticos, foram considerados os traços que  
168 obtiveram significância para o fator cultivar, ou seja, percebeu-se variabilidade genética  
169 entre os materiais genéticos, sendo as características que apresentaram significância:  
170 ICF a, ICF b, ICF T, MV, COMPV e NGP (Tabela 2).

171 Nota-se que a variância genética é maior do que a variância ambiental em todas  
172 as características avaliadas, e isso sugere que a variância fenotípica é determinada mais  
173 pelo fator genético do que pelo ambiental, ou seja, a população apresenta potencial para  
174 seleção por meio de cruzamentos com base nos fenótipos.

175 A análise dos parâmetros de variância verificou que a fenotípica foi superior à  
176 variância genética para todas as variáveis estudadas. Resultados semelhantes foram  
177 encontrados por Meira et al. (2017), avaliando estimativa de parâmetros genéticos para  
178 germinação de sementes e emergência de plântulas em feijão-caupi.

179 Conforme a classificação de Sivasubramanian & Menon (1973), o coeficiente de  
180 variação fenotípica (CVP) foi considerado alto para ICF b, MV e NGP, e médio para  
181 ICF a, ICF T e COMPV. Comportamento semelhante foi observado para (CVG), com  
182 exceção para ICF a, que é classificado como valor médio para o coeficiente de variação  
183 genética. Quando há proximidade entre os valores de CVP e CVG, sugere que a  
184 possibilidade de seleção é mais efetiva para o caráter, devido ao fator genético ser o

185 principal para a determinação da característica, predominando sobre a influência  
186 ambiental.

187 Para o fator coeficiente de variação ambiental (CVE), apenas as variáveis MV e  
188 NGP apresentaram valores altos, acima de 20%, ICF *b* foi considerado baixo e os  
189 demais considerados médios. A estimativa de herdabilidade deste estudo, de acordo  
190 com a classificação proposta por Johnson et al., (1955), foi média para ICF *b* e alta para  
191 os outros traços avaliados. Alta estimativa de herdabilidade significa menor influência  
192 ambiental nos respectivos caracteres (SHARMA et al., 2017).

193 Esse indicativo é de suma importância para a seleção das cultivares devido à  
194 provável predominância de ação gênica aditiva (MANGGOEL et al., 2012), sendo  
195 considerados indicadores de mínima influência ambiental nas expressões fenotípicas  
196 (ARUAH et al., 2012). Contudo, as estimativas de herdabilidade sozinhas não dão ideia  
197 sobre o ganho esperado na próxima geração, mas têm que ser consideradas em conjunto  
198 com as estimativas de ganho genético, a mudança no valor médio entre gerações  
199 sucessivas (SHUKLA et al., 2006)

200 Segundo a classificação proposta por Johnson et al. (1955), todos os traços  
201 avaliados apresentaram valores altos para ganho genético da média (GAM), variando de  
202 22,1%, verificado na variável comprimento de vagem (COMPV), até 67,4% da  
203 característica massa de vagem (MV). Valores considerados altos para ganho genético da  
204 média (GAM) e herdabilidade indicam ação aditiva, ou seja, o caráter é influenciado  
205 pelo componente genético e, fracamente, influenciado pelo fator ambiental.

206 Khan et al. (2015), estudando parâmetros genéticos em 196 genótipos de feijão-  
207 caupi na Índia, verificaram alta herdabilidade e alto ganho genético em porcentagem de  
208 média para a maioria dos traços avaliados e recomendaram seleção direta para que estes  
209 traços melhorem futuramente, pois estes caracteres são governados por ação gênica  
210 aditiva.

211 Para a relação CVG/CVE, verificou-se variação de 1,26 para número de grãos  
212 por planta até 2,02 da característica clorofila total, com isso, pode-se inferir que o valor  
213 do coeficiente de variação genética é maior do que o coeficiente de variação ambiental  
214 para todos os traços avaliados. Esse resultado sugere que há alta possibilidade de  
215 sucesso na identificação de genótipos superiores porque a variação genética excede a  
216 ambiental e, portanto, recomenda-se o uso de métodos mais simples de melhoramento,  
217 como, por exemplo, a fenotípica ao invés da genética.

218 Com relação às estimativas de correlações fenotípicas, genéticas e ambientais  
219 entre os traços avaliados, observa-se que as correlações, no geral, foram significativas a  
220 1% de probabilidade (Tabela 3). Em geral, observa-se similaridade dos sinais entre as  
221 correlações fenotípicas e genéticas, indicando precisão na amostragem e/ou na  
222 estimativa dos traços avaliados (FALCONER, 1987). Observa-se que as correlações  
223 genéticas e ambientais, especificamente, apresentam os mesmos sinais, permitindo  
224 inferir que as causas das variações genéticas e ambientais são influenciadas pelos  
225 mesmos mecanismos fisiológicos e bioquímicos.

226 A correlação ambiental foi significativa para a maioria dos traços avaliados,  
227 sugerindo que as características estudadas são influenciadas positivamente pelas  
228 condições ambientais, pois, no geral, os sinais dos traços avaliados foram positivos.

229 Por estarem diretamente relacionadas, as clorofilas a, b e total apresentaram as  
230 correlações fenotípicas e genéticas positivas mais altas do trabalho, pois a clorofila total  
231 é resultante da soma da clorofila a com a clorofila b. Vale ressaltar também que as  
232 clorofilas a, b e total demonstraram correlações genéticas, fenotípicas e ambientais  
233 significativas com a maioria dos traços avaliados, com exceção para as correlações  
234 ambientais de ICF *b* X COMPV, ( $rE = -0,05$ ), ICF *b* X NGP, ( $rE = 0,12$ ), ICF *b* X MV,  
235 ( $rE = 0,18$ ) e ICF T X COMPV, ( $rE = 0,18$ ).

236 Observou-se correlação fenotípica ( $rP$ ), genética ( $rG$ ) e ambiental ( $rE$ ) positiva  
237 fraca entre o comprimento de vagem (COMPV) e o número de grãos por planta (NGP),  
238 permitindo inferir que o comprimento de vagem influencia positivamente no número de  
239 grãos por planta e, conseqüentemente, gera aumento em sua produção. Verificou-se  
240 também correlação genética positiva moderada entre o comprimento de vagem  
241 (COMPV) e massa de vagem (MV), indicando que uma possível seleção para o  
242 aumento do comprimento da vagem leva ao aumento da massa de vagem. Resultados  
243 semelhantes foram encontrados por Publio et al. (2018) que, estudando as estimativas  
244 de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-frade, constataram correlação positiva  
245 moderada entre o comprimento de vagem e massa de vagem.

246 Número de grãos por planta (NGP) demonstrou forte correlação fenotípica ( $rP$ ),  
247 genética ( $rG$ ) e ambiental ( $rE$ ) positiva com a massa de vagem (MV), indicando que a  
248 seleção para o aumento do número de grãos pode elevar a massa de vagem.

249 Em geral, verifica-se que as correlações genéticas foram superiores às  
250 ambientais, corroborando os resultados encontrados por Santos et al. (2015), o que  
251 indica maior influência do fator genético na expressão dos genes avaliados em relação

252 ao fator ambiental. Os resultados deste estudo constataram também alta diversidade  
253 genética e, de acordo com El-Fattah et al. (2019), a diversidade entre os genótipos é o  
254 primeiro passo para que os programas de melhoramento genético desenvolvam e  
255 liberem novas variedades.

256

#### 257 **4.4 CONCLUSÕES**

258 Há variabilidade genética entre as cultivares submetidas ao déficit hídrico.

259 As correlações genéticas positivas foram maiores do que as correlações  
260 ambientais, viabilizando programas de melhoramento genético.

261 A característica número de grãos por planta pode ser utilizada na seleção  
262 indireta para aumento da massa de vagem, devido à alta correlação, alta herdabilidade e  
263 alto ganho genético.

264 As clorofilas *a* e total podem ser utilizadas no programa de melhoramento  
265 genético, na seleção indireta para o aumento do número de grãos por planta e massa de  
266 vagem.

267

#### 268 **4.5 AGRADECIMENTOS**

269

270 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela  
271 concessão da bolsa ao primeiro autor; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de  
272 Nível Superior (CAPES); à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao  
273 PPGAgro (Programa de Pós-graduação em Agronomia), por toda estrutura e suporte  
274 para desenvolver o experimento.

275

#### 276 **4.6 REFERÊNCIAS**

277

278 AREVALO, A. C. M. et al. Genetic parameters, correlations and main components for  
279 agronomic characters in carioca group common bean genotypes. **Research, Society and**  
280 **Development**, v. 9, n. 11, p. e3179119831, 2020. Disponível em:  
281 <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9831>> Acesso em: 10 Ago. 2020. doi:  
282 10.33448/rsd-v9i11.9831.

283 ARUAH, B. C. et al. Genetic variability and inter-relationship among some Nigerian  
284 Pumpkin accessions (*Curcubita spp.*). **International Journal of Plant Breeding**, v.6,  
285 n.1, 34-41, 2012. Disponível em: < [https://www. researchgate. net/ publication/](https://www.researchgate.net/publication/233529726_Genetic_Variability_and_Inter-Relationship_among_some_Nigerian_Pumpkin_Accessions_Cucurbita_spp)  
286 233529726\_ Genetic\_ Variability\_ and\_Inter- Relationship\_ among\_ some\_ Nigerian\_  
287 Pumpkin\_ Accessions\_ Cucurbita\_spp> Acesso em: 10 Jul. 2020.

288 BORÉM, A. et al. **Melhoramento de Plantas. Viçosa**, Brasil: UFV -Universidade  
289 Federal de Viçosa, 2017.

290 CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento**  
291 **safrã brasileira grãõ**, Brasília-DF, v. 4, n. 3, p. 1-156. Disponível em:  
292 <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safrã-de-gaos>.  
293 Acesso em: 18 Nov. 2020.

294 CRUZ, C. D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.<sup>a</sup>  
295 ed. Editora UFV, Viçosa, 514 p, 2012, 1v.

296 EL-FATTAH, A. et al. Relationships between Hybrid Performance and Genetic  
297 Distance Revealed by Morphological and Molecular Markers in Cowpea (*Vigna*  
298 *unguiculata* (L.) Walp). **Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology**, v.  
299 10, n. 4, p. 89-101, 2019. Disponível em:< [https://jacb.journals.ekb.eg/article\\_](https://jacb.journals.ekb.eg/article_37022_6806af5eae2ca3ca84dd5bcb9cefea83.pdf)  
300 37022\_6806af5eae2ca3ca84dd5bcb9cefea83.pdf> Acesso em: 22 Jul. 2020.

301 FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Universidade Federal de  
302 Viçosa. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279p.

303 FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.  
304 **Ciência e Agroecologia**. v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em:<[https://www.](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200001)  
305 [scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542014000200001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200001)>. Acesso em:  
306 19 Jun. 2020. doi: 10.1590/S1413-70542014000200001

307 FERREIRA, M. A. J. F. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre  
308 dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético.  
309 **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003. Disponível em:  
310 <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010205362003000300004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010205362003000300004)>  
311 HIOLANDA, R. et al. Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central  
312 do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 815-824, 2018. Disponível em:  
313 < <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16746>>. Acesso em: 20 Set. 2020. doi:  
314 10.19084/RCA17285

315 JOHNSON, H. W. et al. Estimation of genetic and environmental variability in  
316 soybeans. **Agronomy Journal**, v. 47, p. 314–318, 1955.

317 KHAN, H. et al. Study of genetic variability parameters in cowpea (*Vigna unguiculata*  
318 (L.) Walp) germplasm lines. **The bioscan**, v. 10, n. 2, p. 747-750, 2015. Disponível  
319 em:<<https://worldveg.tind.io/record/55019/>> Acesso em: 18 Jun. 2020.

320 LOPES, K. V. et al. Genetic parameters and path analysis in cowpea genotypes grown  
321 in the Cerrado/Pantanal ecotone. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, p. 1-  
322 11, 2017. Disponível em:<<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/12833>>. Acesso  
323 em: 10 Out. 2020. doi: 10.4238/gmr16029559

324 MAMBRIN, R. B. et al. Seleção de linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada  
325 em caracteres morfológicos, fenológicos e de produção. **Revista de Agricultura**, v. 90,  
326 n. 2, p. 141–155, 2015. Disponível em: <[http://www.  
327 fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/128](http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/128)>. Acesso em: 24 Jun.  
328 2020. doi: 10.37856/bja.v90i2.128

329 MANGGOEL, W. et al. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of  
330 some yield componentes of ten cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) accessions.  
331 **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.4, n. 5, p. 80-86, 2012. Disponível

332 em:<[https://www.researchgate.net/publication/266486047\\_Genetic\\_variability\\_correlati](https://www.researchgate.net/publication/266486047_Genetic_variability_correlati)  
333 on\_and\_path\_coefficient\_analysis\_of\_some\_yield\_components\_of\_ten\_cowpea\_Vigna  
334 \_unguiculata\_L\_Walp\_accessions>. Acesso em: 19 de Jul. 2020. doi:  
335 10.5897/JPBCS12.007

336 MEIRA, A. L. et al. Estimation of genetic parameters of seed germination and seedling  
337 emergence of cowpea. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n.3, p. 353-359, 2017.  
338 Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/15074/11826>>. Acesso em: 20 de Out. 2020.

340 MOURA, M. et al. Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de  
341 feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.4, p. 417-425, 2013. Disponível em:  
342 <<https://www.scielo.br/pdf/pab/v48n4/10.pdf>>. Acesso em: 28 Ago. 2020. doi:  
343 10.1590/S0100-204X2013000400010

344 PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o**  
345 **Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**, 2013.

346 PÚBLIO JÚNIOR, E. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de  
347 feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 806-814, 2018. Disponível  
348 em: <<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16745>>. Acesso em: 12 Dez. 2020. doi:  
349 10.19084/RCA17232

350 SANTOS, A. et al. Escolha de genitores de feijão-comum baseado na divergência  
351 genética. **Agrarian**, v.8, n.29, p. 235-245, 2015. Disponível em: <  
352 <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3119>>. Acesso: 27 Set. 2020

353 SHARMA, M. et al. Genetic variability in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)  
354 Germplasm lines. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 4, p.  
355 1384-1387, 2017. Disponível em: <<https://www.phytojournal>.

356 com/archives/?year=2017&vol=6&issue=4&ArticleId=1515&si=false> Acesso em: 23  
357 Jun. 2020.

358 SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. Departamento de Estatística da UFPR.  
359 **Estatística descritiva: interpretação do coeficiente de correlação.** 2012. Disponível  
360 em: <<http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node8.html>>. Acesso em 08 fev. 2020.

361 SHUKLA, S. et al. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*  
362 L.) for foliage yield and its ontributing traits over successive cuttings and years.  
363 **Euphytica**, v. 151, p. 103-110, 2006. Disponível em:  
364 <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-006-9134-3>> Acesso: 11 Out. 2020.

365 SIVASUBRAMANIAM, P.; MENON, P. M. Inheritance of short statute in rice.  
366 **Madras Agricultural Journal**. v. 60, p. 1129-1133, 1973.

367 TAVARES, T. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grão em feijão  
368 comum (*Phaseolus vulgaris*). Disponível em: <  
369 [https://www.researchgate.net/publication/323324550\\_Adaptabilidade\\_e\\_estabilidade\\_d](https://www.researchgate.net/publication/323324550_Adaptabilidade_e_estabilidade_d_a_producao_de_grao_em_feijao_comum_Phaseolus_vulgaris)  
370 [a\\_producao\\_de\\_grao\\_em\\_feijao\\_comum\\_Phaseolus\\_vulgaris](https://www.researchgate.net/publication/323324550_Adaptabilidade_e_estabilidade_d_a_producao_de_grao_em_feijao_comum_Phaseolus_vulgaris)>. Acesso em: 18 Jul.  
371 2020. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 22, p. 411-418, 2017. doi:  
372 10.19084/RCA16058

373 TSUTSUMI, C. Y. et al. Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e  
374 novos estudos, no âmbito nacional. **Nativa**, v. 3, n. 3, p. 217-223, 2015. Disponível em:  
375 <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/2208>>. Acesso  
376 em: 20 Out. 2020.

**Tabela 1** – Análise físico-química do solo do experimento em vasos com diferentes níveis de irrigação sob ambiente protegido em Vitória da Conquista – BA, 2019

Análise Física do solo													
FAT (%)	Composição granulométrica (tfsa g kg <sup>-1</sup> )					Classe textural							
Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Franco Argilo Arenosa								
100	590	160	30	220									
Análise Química do solo													
pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	Na	SB	t	T	V	m	MO
(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>	-----				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%	g dm <sup>-3</sup>	
5,0	4	0,18	1,2	0,9	0,2	2,6	0,0	2,3	2,5	5,1	45	8	6

Extratores: P, K e Na (Mehlich-1); Ca, Mg e Al (KCl 1N); H (CaCl<sub>2</sub> 0,01M e SMP).

FAT: Frações da amostra total; SB: Soma das bases; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação de bases; m: Saturação por alumínio; MO: Matéria orgânica.

**Tabela 2** – Parâmetros genéticos para índice de clorofila A (ICF *a*), clorofila B (ICF *b*), clorofila total (ICF T), massa de vagem (MV), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por planta (NGP) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2019

Fator de Variação	Quadrados Médios					
	ICF <i>a</i>	ICF <i>b</i>	ICF T	MV	COMPV	NGP
VP	12,797	1,81	22,843	5,77	1,263	74,027
VG	10,083	1,057	18,343	3,907	0,97	45,33
VE	2,713	0,753	4,5	1,863	0,293	28,697
CVP (%)	13,796	20,54	14,706	48,332	13,98	41,167
CVG (%)	12,246	15,694	13,178	39,769	12,25	32,214
CVE (%)	6,353	13,251	6,527	27,466	6,736	25,631
h <sup>2</sup> a (%)	78,80	58,40	80,30	67,70	76,80	61,20
GA	5,807	1,618	7,906	3,35	1,778	10,853
GAM	22,4	24,7	24,3	67,4	22,1	51,9
CVG/CVE	1,93	1,18	2,02	1,45	1,82	1,26

Variação fenotípica (VP), variação genética (VG), variação ambiental (VE), coeficiente de variação fenotípica (CVP), coeficiente de variação genética (CVG), coeficiente de variação ambiental (CVE), herdabilidade (h<sup>2</sup>a), ganho genético (GA), ganho genético em porcentagem da média (GAM).

**Tabela 3** – Correlações fenotípicas ( $rP$ ), correlações genéticas ( $rG$ ) e correlações ambientais ( $rE$ ) do índice de clorofila A (ICF  $a$ ), clorofila B (ICF  $b$ ), clorofila total (ICF T), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por planta (NGP) e massa de vagem (MV) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2019

		ICF $a$	ICF $b$	ICF T	COMPV	NGP	MV
ICF $a$	$rP$	1,00**	0,84**	0,98**	0,45**	0,77**	0,90**
	$rG$	1,00**	0,98**	0,97**	0,58**	0,96**	0,98**
	$rE$	1,00**	0,38**	0,63**	0,26*	0,33**	0,28*
ICF $b$	$rP$		1,00**	0,91**	0,30*	0,61**	0,73**
	$rG$		1,00**	0,98**	0,43**	0,98**	0,98**
	$rE$		1,00**	0,69**	-0,05 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
ICF T	$rP$			1,00**	0,42**	0,75**	0,88**
	$rG$			1,00**	0,54**	0,98**	0,92**
	$rE$			1,00**	0,18 <sup>ns</sup>	0,30*	0,29*
COMPV	$rP$				1,00**	0,34**	0,58**
	$rG$				1,00**	0,28*	0,59**
	$rE$				1,00**	0,39**	0,34**
NGP	$rP$					1,00**	0,87**
	$rG$					1,00**	0,89**
	$rE$					1,00**	0,88**
MV	$rP$						1,00**
	$rG$						1,00**
	$rE$						1,00**

\*, \*\*, ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste t. Correlação fenotípica ( $rP$ ), correlação genotípica ( $rG$ ), correlação ambiental ( $rE$ ).

**5 ARTIGO III**

Estimativa de parâmetros genéticos e desempenho de cultivares de feijão-comum submetidos ao estresse salino\*

---

\***Situação:** Não submetido

1 **Estimativa de parâmetros genéticos e desempenho de cultivares de feijão-comum**  
2 **submetidos ao estresse salino**

3 Leandro Menezes Oliveira <sup>(1)</sup>, Cláudio Lúcio Fernandes Amaral <sup>(2)</sup>, Douglas Gonçalves  
4 Guimarães <sup>(1)</sup> e Murilo Oliveira Guedes <sup>(1)</sup>

5 <sup>(1)</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Estadual do  
6 Sudoeste da Bahia, CEP 45083-300, Brasil. E-mail:  
7 leandromenezes\_eng@hotmail.com, douglasgg@hotmail.com, muriloguedes.uesb@  
8 gmail.com.

9 <sup>(2)</sup> Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Sudoeste da  
10 Bahia, Rua José Moreira Sobrinho, S/N, CEP 45200-000 - Jequié, BA – Brasil. E-mail:  
11 materdidatic@gmail.com

12  
13 **Resumo** - O objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos para características  
14 de crescimento em cultivares de feijão-comum de diferentes grupos, sob estresse salino,  
15 no município de Vitória da Conquista - BA, em ambiente protegido. O delineamento  
16 experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 4 (seis cultivares e quatro  
17 níveis de salinidade). Das seis cultivares avaliadas, quatro pertencem ao grupo  
18 comercial carioca (BRS Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo e IPR Tangará) e duas ao  
19 grupo comercial preto (BRS Esplendor e IPR Tuiuiú), em quatro níveis de salinidade (0;  
20 1,0; 2,0; 3,0 dS m<sup>-1</sup>). O aumento da salinidade na água de irrigação influenciou  
21 negativamente em todas as características avaliadas, afetando o desenvolvimento das  
22 plantas, a produtividade e a qualidade dos grãos. A característica massa de 100 grãos  
23 pode ser utilizada para a seleção indireta para aumento da produtividade de grãos,  
24 devido à alta herdabilidade, alto ganho genético e forte correlação apresentada. As  
25 cultivares BRS Pérola e IPR Tangará se destacaram para as características massa de 100  
26 grãos e produtividade de grãos.

27 **Termos para indexação:** *Phaseolus vulgaris* (L.), salinidade, melhoramento genético,  
28 variabilidade genética.  
29

30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39

40 **Estimation of genetic parameters and performance of common bean cultivars**  
41 **occurs with saline stress**

42 **Abstract-** The objective of the work was to estimate genetic parameters for growth  
43 characteristics among common bean cultivars from different groups, under saline stress,  
44 in the municipality of Vitória da Conquista - BA, in a protected environment. The  
45 experimental design was in randomized blocks, consisting of treatments in six common  
46 bean cultivars, four belonging to the Rio de Janeiro commercial group (BRS Pérola,  
47 BRS Ametista, BRS Estilo and IPR Tangará) and two from the black commercial group  
48 (BRS Esplendor and IPR Tuiuiú) submitted to four different levels of salinity (0; 1.0;  
49 2.0; 3.0 dS m<sup>-1</sup>), resulting in an experiment with randomized block design (DBC), 6 x 4  
50 factorial (six cultivars and four levels of irrigation). It was concluded that the increase in  
51 salinity in irrigation water had a negative influence on all evaluated characteristics,  
52 affecting plant development, productivity and grain quality. The characteristic mass of  
53 100 grains can be used for indirect selection to increase grain yield, due to high  
54 heritability, high genetic gain and strong correlation. The cultivars BRS Pérola and IPR  
55 Tangará stood out for the characteristics of mass of 100 grains and grain yield.

56 **Index terms:** *Phaseolus vulgaris* (L.), salinity, breeding, genetic variability.  
57  
58

59 **5.1 Introdução**  
60

61 A cultura do feijoeiro se destaca em âmbito nacional pela sua importância  
62 socioeconômica, constituindo-se como umas das principais fontes de proteína da dieta  
63 da população (BOSSOLANI, 2017). É uma leguminosa cultivada praticamente o ano  
64 inteiro no país, considerando as três safras anuais. Em 2018/2019, abrangendo as três  
65 safras, o Brasil produziu 2,38 milhões de toneladas, em uma área plantada de 2,92  
66 milhões de hectares, com produtividade de 1.033 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2020).

67 Para que a cultura do feijão expresse todo o seu potencial produtivo, faz-se  
68 necessária a implementação da irrigação, principalmente no período da seca, que é  
69 característico na região semiárida. Como a maioria dos produtores não dispõe de uma  
70 fonte de água em abundância para a irrigação, como rios e açudes, lançam mão da  
71 perfuração de poços artesianos que, a depender da localidade da região e manejo  
72 adotado do solo, a qualidade da água pode ser afetada negativamente, com alta  
73 concentração de sais, salinizando também o solo. Outro fator que pode contribuir para a  
74 salinização dos solos é a aplicação de fertilizantes solúveis em altas dosagens.

75 Segundo Silva et al. (2013), a salinidade promove alterações metabólicas nas  
76 plantas, induzindo-as a um estresse hídrico, que são causadas pela diminuição do  
77 potencial osmótico das raízes das plantas em razão da restrição da disponibilidade de

78 água no solo provocada pela salinização. Para Silva (2015), o estresse salino, que ocorre  
79 com grande frequência em terras cultivadas, é um dos principais fatores que  
80 comprometem o desenvolvimento e produtividade das plantas.

81 Conhecer a tolerância das espécies vegetais à presença de sais é de suma  
82 importância para definir o tipo de cultura que deve ser cultivada em determinado  
83 ambiente, principalmente em áreas salinas, assim como identificar as técnicas de  
84 manejo e irrigação adequadas para cada ambiente com o objetivo de evitar a  
85 intensificação da salinidade (PEREIRA et al., 2017). Contudo, vale salientar que as  
86 cultivares de uma mesma espécie podem apresentar comportamentos distintos, quando  
87 submetidas a algum tipo de estresse abiótico, devido à ampla variabilidade genética.

88 A realização de estudos que visam identificar e selecionar cultivares superiores  
89 submetidas ao estresse salino torna-se necessária, devido às limitações que esta  
90 condição desfavorável promove às plantas e, para isso, as estimativas de parâmetros  
91 genéticos é um recurso indispensável.

92 O estudo e a identificação dos parâmetros genéticos, como o coeficiente de  
93 variação genético, a herdabilidade e correlação entre caracteres são de extrema  
94 importância, pois, por meio destes, pode-se conhecer a variabilidade genética, o grau de  
95 expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por  
96 meio da seleção direta ou indireta (ROCHA et al., 2003).

97 Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos  
98 para características de crescimento entre cultivares de feijão-comum de diferentes  
99 grupos, sob estresse salino, no município de Vitória da Conquista - BA, em ambiente  
100 protegido.

101

102

## 5.2 Material e Métodos

103

104 O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro/2019 a abril/2019, na  
105 área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de  
106 Vitória da Conquista- BA, em uma altitude de 886 metros e coordenadas geográficas  
107 14° 53'0,3'' de latitude Sul e 40° 47'58'' de longitude Oeste, em cultivo protegido, com  
108 cobertura plástica e tela com 50% de sombreamento nas laterais.

109

110 O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 4  
(seis cultivares e quatro níveis de irrigação), com 24 tratamentos e três repetições. Das

111 seis cultivares de feijão-comum, quatro pertencem ao grupo comercial carioca (BRS  
112 Pérola, BRS Ametista, BRS Estilo e IPR Tangará) e duas ao grupo comercial preto  
113 (BRS Esplendor e IPR Tuiuiú). Os níveis de salinidade avaliados foram 0; 1,0; 2,0; 3,0  
114 dS m<sup>-1</sup>. Cada parcela foi representada por duas plantas em um vaso.

115 O solo para o enchimento dos vasos foi coletado na área experimental da UESB,  
116 *campus* de Vitória da Conquista, cujos resultados das características físicas e químicas  
117 foram os seguintes: a classe textural foi classificada como franco argilo arenosa,  
118 considerando a análise física, e sua análise química apresentou os seguintes valores: pH  
119 em água (1:2,5): 5,4; P: 38 mg dm<sup>-3</sup> (Extrator Mehlich<sup>-1</sup>); K<sup>+</sup>: 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator  
120 Mehlich-1); Ca<sup>2+</sup>: 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); Mg<sup>2+</sup>: 0,9 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>  
121 (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); Al<sup>3+</sup>: 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>); H<sup>+</sup>: 2,4 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>  
122 (Extrator Solução SMP, pH 7,5 a 7,6); soma de bases: 4,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva: 4,6  
123 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC a pH 7,0: 7,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases: 64 %; saturação por  
124 alumínio: 2 % e matéria orgânica: 13,0 g dm<sup>-3</sup>.

125 Cada parcela foi constituída de um vaso de polietileno, com capacidade de 20 L,  
126 nos quais foram realizados quatro furos no fundo para o escoamento de água. Cada vaso  
127 foi preenchido com 12,2 litros de solos, com uma densidade de 1,3 g/cm<sup>3</sup>. Na adubação  
128 de plantio aplicou-se nos vasos o equivalente a 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (13,08 mg dm<sup>-3</sup> de P),  
129 na forma de superfosfato simples; 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (0,02 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K), na forma  
130 de cloreto de potássio; e 10 kg ha<sup>-1</sup> de N (5 mg dm<sup>-3</sup> de N), na forma de ureia. Para  
131 adubação de cobertura, 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (15 mg dm<sup>-3</sup> de N), na forma de ureia, que foi  
132 aplicada 25 dias após a emergência, conforme a recomendação para cultura do feijão-  
133 comum (PREZOTTI et al., 2013).

134 A semeadura foi realizada no dia 14 de janeiro de 2019, quando foram semeadas  
135 cinco sementes por vaso, em uma profundidade de 3 cm, sendo que foi realizado o  
136 desbaste, quando as plântulas emitiram três folhas definitivas, permanecendo duas  
137 plantas por vaso (parcela).

138 Aos 15 DAE, quando foi atingida a uniformidade das plantas, iniciou-se a  
139 irrigação, cuja água apresentava uma condutividade elétrica correspondente ao  
140 respectivo tratamento salino, tendo sido realizada de acordo com as necessidades  
141 hídricas das plantas, estimada com base na capacidade do vaso, mediante a metodologia  
142 descrita por Casaroli & Jong van Lier (2008), pelo método das pesagens.

143 As soluções salinas utilizadas para a irrigação foram preparadas a partir do  
144 cloreto de sódio (NaCl), o qual foi diluído em três tambores (capacidade de 40 L)

145 contendo água fornecida por um poço artesiano, apresentando uma condutividade de  
146 0,05 dS m<sup>-1</sup> (tratamento testemunha). O NaCl foi homogeneizado na água de irrigação  
147 até se obter a condutividade elétrica da água de irrigação do respectivo nível salino. A  
148 condutividade de cada solução foi mensurada utilizando-se o condutímetro digital  
149 portátil, tipo caneta, modelo CD-880, expressa em CEa – condutividade elétrica  
150 aparente.

151 Aos 28 DAE, no final do estágio V4, período que a planta apresentava pleno  
152 vigor, foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas (cm), diâmetro de  
153 caule (mm) e índices de clorofila *a*, *b* e total. Após a colheita (80 DAE), foram  
154 efetuadas as avaliações do número de vagens por planta, massa de vagem (g),  
155 comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem, índice de grãos (relação da  
156 massa dos grãos com a massa total da vagem), massa de 100 grãos (g) e produtividade  
157 de grãos (estimado a partir da produção de grãos de cada parcela, corrigido por 13% de  
158 umidade e transformado para kg ha<sup>-1</sup>).

159 Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de  
160 variância. Em seguida, foi realizada a análise de variância, a 5% de probabilidade. As  
161 médias das cultivares foram comparadas pelo teste Tukey e os níveis de salinidade  
162 foram analisados por meio da regressão polinomial, ambos a 5% de probabilidade,  
163 utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

164 Os traços que apresentaram diferença significativa entre as diferentes cultivares  
165 foram submetidas à avaliação de parâmetros genéticos e seus estimadores foram  
166 analisados, utilizando-se as seguintes expressões (CRUZ et al., 2012):

167 a) Variância Fenotípica:  $VP = QMg / r$

168 b) Variância Genética:  $VG = (QMg - QMr) / r$

169 c) Variância Ambiental:  $VE = QMr / r$

170 d) Herdabilidade:  $h^2 = (VG/VP) \times 100$

171 As  $h^2$ a foram classificadas como: Baixa = 0% a 30%; Média = 31% a 60%; e Alta =  
172 acima de 60% (JOHNSON et al., 1955).

173 e) Coeficiente de Variação Fenotípica:  $CV_P = (\sqrt{VP} / \bar{X}) \times 100$

174 f) Coeficiente de variação Genética:  $CV_G = (\sqrt{VG} / \bar{X}) \times 100$

175 g) Coeficiente de Variação Ambiental:  $CV_E = (\sqrt{VE} / \bar{X}) \times 100$

176 CVP, CVG e CVE foram classificados como: Baixo = menor que 10%; Médio = 10% a  
177 20%; e Alto = mais que 20% (SIVASUBRAMANIAN & MENON, 1973).

178 h) Coeficiente de Variação Relativo (Coeficiente “b”) = CVG / CVE,

179 i) Ganho genético:  $GA = i \Delta p h^2$

180  $i$  = Intensidade de Seleção (5%) = 2,06 (Constante),

181  $\Delta p$  = Desvio Padrão da Variância Fenotípica:  $\sqrt{VP}$ ;

182  $h^2$  = Herdabilidade.

183 j)  $GAM = [(GA / \bar{X}) \times 100]$  - Ganho Genético em Porcentagem da Média.

184 Tem-se o ganho genético assumindo intensidade de seleção de 5% em um ciclo  
185 de avaliação.

186 O GAM foi classificado como: Baixo = menos de 10%; Médio = 10% a 20%; e  
187 Alto = mais que 20% (JOHNSON et al., 1955).

188 Para estimar as correlações, foram utilizadas as expressões citadas por Falconer  
189 (1987) e Ramalho et al. (1993):

190 a) Correlação fenotípica ( $rP$ )

$$rP(xy) = \frac{COV_{P(XY)}}{\sqrt{\sigma^2PX. \sigma^2PY}}$$

191 b) Correlação genética ( $rG$ )

$$rG(xy) = \frac{COV_{G(XY)}}{\sqrt{\sigma^2GX. \sigma^2GY}}$$

192 c) Correlação ambiental ( $rE$ )

$$rE = \frac{COV_{E(XY)}}{\sqrt{\sigma^2EX. \sigma^2EY}}$$

193 Em que:  $r_{xy}$  = correlação entre os caracteres X e Y;  $COV_{(XY)}$  = covariância entre  
194 os dois caracteres X e Y; e  $\sigma^2X$  e  $\sigma^2Y$  = variância dos caracteres X e Y,  
195 respectivamente.

196 As  $rP$ ,  $rG$  e  $rE$  foram classificadas como: Muito Fraca = 0,00 a 0,19; Fraca =  
197 0,20 a 0,39; Moderada = 0,40 a 0,69; Forte = 0,70 a 0,89; e Muito Forte = 0,90 a 1,00  
198 (SHIMAKURA & RIBEIRO JÚNIOR, 2012).

199 Para cálculo das correlações, foi utilizado o *software* Genes (CRUZ, 2012) e,  
200 para verificar o nível de significância das correlações, foi utilizado o teste t a 1% e 5%  
201 de probabilidade.

202

203

### 5.3 Resultados e Discussão

204

205

206 Todas as características avaliadas pré-colheita foram significativas para o fator  
207 isolado irrigação, entretanto, para o fator cultivares, não houve significância para  
208 nenhuma das características.

209 Observou-se comportamento linear decrescente para altura de plantas e  
210 diâmetro do caule em função do aumento da salinidade da água de irrigação, obtendo-se  
211 reduções de 45,8 e 30,4 % com o maior nível de condutividade elétrica ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) em  
212 relação ao tratamento testemunha (Figura 1). Foi observado que o aumento unitário da  
213 salinidade reduziu 4,46 cm e 0,58 mm nas variáveis de altura de plantas e diâmetro de  
214 caule, respectivamente. Esse comportamento pode ser proveniente do efeito osmótico,  
215 no qual as plantas não conseguem absorver água e nutrientes, comprometendo o seu  
216 crescimento e o engrossamento do caule.

217 Os resultados observados corroboram Aquino et al. (2017) que, avaliando as  
218 respostas morfofisiológicas de genótipos de feijão-caupi à salinidade da água de  
219 irrigação, perceberam redução significativa da altura de plantas e no diâmetro de caule  
220 com água de irrigação salina.

221 Na Figura 2A e 2B, verifica-se efeito linear decrescente para índice de clorofila  
222 Falker *a* e *b*, à medida que se aumentou a concentração salina da água de irrigação,  
223 conferindo redução de 53 e 70% em relação ao tratamento testemunha e ao tratamento  
224 mais intenso. O acúmulo do NaCl nas plantas promove despigmentação do limbo foliar,  
225 começando da extremidade para o centro da folha e, por esse motivo, os índices de  
226 clorofila *a* e *b* foram reduzidos consideravelmente à medida que se aumentou a  
227 concentração salina na água de irrigação. Segundo Oliveira et al. (2018), a salinidade  
228 pode influenciar diretamente o Fotossistema II (PSII), promovendo a inibição da quebra  
229 da molécula de água para obtenção dos elétrons essenciais na fase fotoquímica da  
230 fotossíntese, bem como diminuindo a concentração de pigmentos fotossintéticos, como  
231 a clorofila.

232 Na Figura 2C, o Índice de Clorofila Falker total diminuiu à medida que se  
233 aumentou a condutividade elétrica na água de irrigação, com efeito linear decrescente,  
234 simulando o mesmo comportamento dos índices de clorofila *a* e *b*. O índice de clorofila  
235 Falker total é representado pela soma dos índices *a* e *b*, e, como estes índices  
236 proporcionaram uma equação linear decrescente, o comportamento do índice de  
237 clorofila total obteve a mesma tendência. Resultados semelhantes foram encontrados

238 por Furtado et al. (2014) que, avaliando os teores de pigmentos fotossintéticos em feijão  
239 caupi em condições salinas, verificaram redução linear do teor da clorofila total de  
240 condutividade elétrica a partir de  $0,9 \text{ dS m}^{-1}$ .

241 Na Tabela 2, todas as variáveis pós-colheita apresentaram significância para o  
242 fator salinidade e, para o fator cultivar, foi verificada significância somente para massa  
243 de 100 grãos (M100G) e produtividade (PROD). A variável massa de vagem por planta  
244 foi reduzida linearmente pelo aumento da salinidade, com perda de 2,93 gramas em  
245 resposta ao aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo que  
246 no tratamento de maior condutividade elétrica ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) houve uma redução total de  
247 89,60% em relação à testemunha.

248 Analisando o número de grãos por vagem (NGV) (Figura 4A) e número de grãos  
249 por planta (NGP) (Figura 4B) em função da salinidade da água de irrigação, pode-se  
250 observar que houve redução de 1,5 grãos por vagem e 6 grãos por planta a cada  
251 aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, de forma que, na  
252 salinidade  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , houve redução total de 65 e 73,3%, respectivamente. Furtado et  
253 al. (2014) constataram que as plantas submetidas ao tratamento salino na água de  
254 irrigação apresentaram reduções lineares nessa característica, com perdas de 1,46 grãos  
255 por vagem por aumento unitário da condutividade elétrica, valor semelhante obtido  
256 neste trabalho (1,5).

257 Para número de vagem por planta, percebe-se redução linear em detrimento do  
258 aumento da salinidade, com redução de 1,3 vagens por planta com o aumento gradativo  
259 da salinidade, promovendo redução total de 59% no tratamento mais intenso, quando  
260 comparado à testemunha (Figura 5). No tratamento de condutividade elétrica de  $3,0 \text{ dS}$   
261  $\text{m}^{-1}$ , as plantas perderam área foliar, diminuindo a área fotossinteticamente ativa e,  
262 conseqüentemente, reduzindo o número de vagens por planta. Bashandy & El-Shaieny  
263 (2016) e El-Hefny (2010), estudando feijão-caupi, também constataram redução no  
264 número de vagens por planta com o aumento da concentração salina da água de  
265 irrigação. De acordo com esses autores, essa redução pode ser proveniente do alto  
266 acúmulo de sal em nível celular, que pode afetar vários processos bioquímicos nas  
267 plantas, como a fotossíntese e a translocação dos fotoassimilados para a regeneração dos  
268 órgãos.

269 Para a característica comprimento de vagem por plantas, verifica-se redução  
270 linear de 0,5 cm a cada aumento unitário da condutividade elétrica na água de irrigação  
271 e uma redução total de 19% em relação ao tratamento testemunha e o de maior

272 concentração salina (Figura 6). Esses resultados corroboram os dados de Brito et al  
273 (2015), que verificaram redução dessa variável para todos os genótipos avaliados,  
274 quando comparou o comportamento das plantas com água de abastecimento na irrigação  
275 e com concentração salina, com condutividade elétrica de 0,8 e 4,8 dS m<sup>-1</sup>,  
276 respectivamente. O acúmulo dos sais nas células das plantas promove redução foliar  
277 intensa e, conseqüentemente, reduz a área fotossintética, comprometendo, assim, o  
278 enchimento e alongamento das vagens.

279 Verificando a variável índice de grãos, nota-se redução linear de 3% a cada  
280 aumento unitário na condutividade elétrica (Figura 7). Como o índice de grãos é obtido  
281 pela massa dos grãos, que está diretamente ligado ao número de grãos por planta e pela  
282 massa de vagem, e ambos apresentaram comportamento linear decrescente, a variável  
283 índice de grãos apresentou resultado semelhante.

284 Analisando a massa de 100 grãos (Figura 8A) e a produtividade de grãos (Figura  
285 8B), verifica-se redução linear em ambos os gráficos, devido à estreita relação entre as  
286 características, quanto mais pesados os grãos, maior a produtividade e vice-versa.  
287 Houve redução de 4,20 gramas para massa de 100 grãos e 434,6 kg ha<sup>-1</sup> para  
288 produtividade em cada aumento unitário na condutividade elétrica, apresentando  
289 redução total do tratamento testemunha em relação ao mais severo, de 41,9 e 80%,  
290 respectivamente.

291 Segundo Sousa (2007), essa redução pode ser proveniente da menor absorção de  
292 nutrientes pelas raízes, afetando a fase do enchimento dos grãos, já que estas  
293 apresentaram o seu desenvolvimento comprometido pela alta concentração de sais.

294 De acordo com Taibi et al (2016), a salinidade é um dos principais estresses  
295 abióticos que afeta diretamente no metabolismo das células vegetais e reduz  
296 consideravelmente a produtividade das plantas. A variável produtividade de grãos foi a  
297 segunda mais afetada pela salinidade na água de irrigação, ficando atrás apenas da  
298 massa de vagem por planta, apresentando 80 e 89,60% de redução do tratamento  
299 testemunha (0,05 dS m<sup>-1</sup>) ao mais severo (3,0 dS m<sup>-1</sup>). Na maioria das culturas, a  
300 condutividade elétrica de 2,0 dS m<sup>-1</sup> afeta consideravelmente a sua produção, no  
301 presente trabalho houve redução de 60% em relação à produtividade de grãos nessa  
302 condutividade elétrica. Tal redução pode ser atribuída ao fato de todas as características  
303 morfofisiológicas e produtivas serem influenciadas negativamente pela salinidade,  
304 afetando, assim, a expressão do potencial produtivo das plantas.

305 Considerando as cultivares avaliadas, para massa de 100 grãos, a BRS Pérola  
306 (29,78 g) e IPR Tangará (29,89) se destacaram, apresentando valores superiores a BRS  
307 Ametista, BRS Esplendor e IPR Tuiuiú, com valores médios de 21,28; 17,67; 19,84 g,  
308 respectivamente (Tabela 3).

309 Quanto à produtividade de grãos, as cultivares BRS Esplendor (1033,13 kg ha<sup>-1</sup>),  
310 BRS Pérola (1052,96 kg ha<sup>-1</sup>) e IPR Tangará (1068,63 kg ha<sup>-1</sup>) foram superiores a IPR  
311 Tuiuiú (650,41 kg ha<sup>-1</sup>). Nota-se também, quando se compara as cultivares do grupo  
312 comercial preto, que a cultivar BRS Esplendor (1033,13 kg ha<sup>-1</sup>) foi superior a IPR  
313 Tuiuiú (650,41 kg ha<sup>-1</sup>).

314 Na Tabela 4, estão apresentados os parâmetros genéticos dos traços avaliados.  
315 De acordo com a classificação de Sivasubramanian & Menon (1973), o coeficiente de  
316 variação fenotípica (CVP) e o de variação genética (CVG) foram considerados altos,  
317 tanto para massa de 100 grãos, quanto para produtividade de grãos. Observa-se também  
318 que os valores de CVP e CVG estão próximos, sendo um indicativo de que há  
319 probabilidade de seleção mais eficaz, pois essa circunstância evidencia que o fator  
320 genético é o principal para determinação da característica, sobressaindo sobre o fator  
321 ambiental.

322 Considerando o fator coeficiente de variação ambiental (CVE), os dois traços  
323 avaliados apresentaram valores médios. Foi verificado que, para ambos os traços  
324 avaliados, os valores de CVG foram superiores ao CVE, isso implica que a  
325 característica avaliada possui maior influência do fator genético em relação ao  
326 ambiental. Sendo assim, verificando-se o coeficiente *b* (CVG/CVE) para massa de 100  
327 grãos (3,29) e produtividade de grãos (2,09), pode-se inferir a superioridade da variação  
328 genética sobre a ambiental, apresentando valores do coeficiente *b* maiores do que 1,  
329 sugerindo, assim, o uso da seleção.

330 Segundo a classificação proposta por Johnson et al. (1955), a estimativa de  
331 herdabilidade foi alta para ambos os traços avaliados, com 91,4 e 81,3% para massa de  
332 100 grãos e produtividades de grãos, respectivamente. Segundo Sharma et al. (2017), a  
333 alta estimativa de herdabilidade sugere menor influência ambiental nos respectivos  
334 caracteres. Segundo Lopes et al. (2017), estes resultados permitem inferir que a  
335 população estudada é bastante promissora para a seleção.

336 Para ganho genético em porcentagem da média (GAM), segundo classificação  
337 de Johnson et al. (1955), ambas as características estudadas apresentaram valores altos,  
338 com 80,2 e 61% para massa de 100 grãos e produtividade de grãos, respectivamente.

339 Com esses valores observados, pode-se deduzir que o ganho genético (GA), na próxima  
340 geração para PROD, será de 633,33 kg ha<sup>-1</sup> e, para M100G, de 19,01 g.

341 Na Tabela 5, estão apresentados os resultados das correlações fenotípicas (*rP*),  
342 genéticas (*rG*) e ambientais (*rE*) entre os traços avaliados (massa de 100 grãos e  
343 produtividade de grãos). Verifica-se que a correlação genética (0,93\*\*) é superior à  
344 correlação fenotípica (0,63\*\*). As interações entre os traços são, em geral, avaliadas por  
345 meio da estimativa e do sinal dos coeficientes de correlação genética, fenotípica e  
346 ambiental.

347 As correlações genéticas e ambientais apresentaram os mesmos sinais, indicando  
348 que as causas das variações genéticas e ambiental são influenciadas pelos mesmos  
349 mecanismos fisiológicos e bioquímicos. Segundo a classificação proposta por  
350 Shimakura & Ribeiro Júnior (2012), observou-se correlação de magnitude fraca positiva  
351 para o coeficiente de correlação ambiental (0,28\*), de magnitude moderada positiva  
352 para o coeficiente de correlação fenotípico (0,63\*\*) e de magnitude muito forte positiva  
353 (0,93\*\*) para o coeficiente de correlação, sugerindo que quanto maior a massa de 100  
354 grãos da planta, maior será a produtividade de grãos. Diferentes resultados foram  
355 encontrados por Arevalo et al. (2020), ao estudarem os parâmetros genéticos e  
356 correlações para caracteres agrônômicos em genótipos de feijoeiro comum do grupo  
357 carioca, os quais não constatarem significância para os coeficientes de correlação entre  
358 os traços características de massa de 100 grãos com produtividades de grãos.

359 Correa et al. (2012), avaliando a estimativa de parâmetros genéticos e  
360 correlações em feijão-caupi, constatarem significância entre os coeficientes de  
361 correlação genética, fenotípico e ambiental entre os traços de massa de 100 grãos e  
362 produtividade de grãos, sendo todos eles de magnitude fraca.

363

#### 364 **5.4 Conclusões**

365

366 As plantas respondem similarmente às concentrações salinas aplicadas para  
367 todas as características estudadas.

368 O aumento da salinidade na água de irrigação influenciou negativamente em  
369 todas as características avaliadas, afetando o desenvolvimento das plantas e a  
370 produtividade dos grãos.

371 As cultivares BRS Pérola e IPR Tangará se destacaram para as características  
372 massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

373 A característica massa de 100 grãos pode ser utilizada para a seleção indireta,  
374 para aumento da produtividade de grãos, devido à alta herdabilidade, alto ganho  
375 genético e forte correlação apresentada.

## 376 **5.5 Referências bibliográficas**

377

378 AREVALO, A. C. M.; CARDOSO, D. L.; KRAESKI, M. J.; SANTANA, D. C.;  
379 ARGUELHO, S. B. D. Genetic parameters, correlations and main components for  
380 agronomic characters in carioca group common bean genotypes. **Research, Society and**  
381 **Development**, [S. l.], v. 9, n. 11, p.e3179119831, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.9831.

382 AQUINO, J. P. A. D.; BEZERRA, A. A. D. C.; ALCÂNTARA NETO, F. D.; LIMA, C.  
383 J. G. D. S.; SOUSA, R. R. D. Respostas morfofisiológicas de genótipos de feijão-caupi  
384 à salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p.1001-1008, 2017.  
385 DOI: 10.1590/1983-21252017v30n421rc.

386 BASHANDY, T.; EL-SHAIENY, A. A. Screening of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.  
387 Walp) genotypes for salinity tolerance using field evaluation molecular analysis.  
388 **Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology**, Mansoura Univ., v. 7, n. 9, p.  
389 249-255, 2016. DOI:10.21608/jacb.2016.41126

390 BOSSOLANI, J. W.; SÁ, M. E.; MERLOTI, L. F.; BETTIOL, J. V. T.; OLIVEIRA, G.  
391 R. F.; PEREIRA, D. S. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos  
392 componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista,  
393 v.11, n.4, p.307-314, 2017. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4094

394 BRITO, K. Q. D.; NASCIMENTO, R. do; SANTOS, J. E. A. dos; SILVA, I. A. C.;  
395 JUNIOR, G. J. D. Componentes de produção de genótipos de feijão-caupi irrigados com  
396 água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10,  
397 n.4, 2015. DOI:10.18378/rvads.v10i4.3620

398 CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. de. Critérios para determinação da capacidade  
399 de vaso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 32, p.59-66, doi: 10.1590/S0100-  
400 06832008000100007, 2008.

401 CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra**  
402 **brasileira de grãos**, v. 7 – Safra 2019/2020, n. 5 - Quinto Levantamento. 2020.

403 CORREA, A. M.; CECCON, G.; CORREA, C. M. D. A.; DELBEN, D. S. Estimativas  
404 de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos  
405 em feijão-caupi. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p.88-94, 2012. DOI:10.1590/S0034-  
406 737X2012000100013

407 CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados**  
408 **ao melhoramento genético**.4.<sup>a</sup> d. editora ufv, viçosa. v. 1, p.514, 2012.

- 409 EL-HEFNY, E. M. Effect of saline irrigation water and humic acid application on  
410 growth and productivity of two cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp).  
411 **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 12, p. 6154-6168, 2010.
- 412 FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparison.  
413 **Ciência e Agroecologia**, v.38, n.2, p.109-112. DOI:10.1590/S1413-  
414 70542014000200001, 2014.
- 415 FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Universidade Federal de  
416 Viçosa. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279p.
- 417 FURTADO, G. F.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; XAVIER, D. A.; ANDRADE, E. M. G.;  
418 SOUSA, J. R. M. Pigmentos fotossintéticos e produção de feijão *Vigna unguiculata* L.  
419 Walp. sob salinidade e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e**  
420 **Desenvolvimento Sustentável**, v.9, p.291-299, 2014.
- 421 JOHNSON, H. W.; ROBINSON, H. F.; COMSTOCK, R. E. Estimation of genetic and  
422 environmental variability in soybeans. **Agronomy Journal**, v. 47, p. 314–318, 1955.
- 423 LOPES, K. V.; TEODORO, P. E.; SILVA, F. A.; SILVA, M. T.; FERNANDES, R. L.;  
424 RODRIGUES, T. C.; FARIA, T. V.; CORRÊA, A. M. Genetic parameters and path  
425 analysis in cowpea genotypes grown in the Cerrado/Pantanal ecotone. **Genetics and**  
426 **Molecular Research**, v. 16, n. 2, p.1-11, 2017. DOI:10.4238/gmr16029559  
427
- 428 OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R. de; SANTOS, H. R. B.; FRANÇA, Ê. F. de;  
429 DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M. de. Fluorescência da clorofila como indicador de  
430 estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.3,  
431 p.2592, 2018. DOI: 10.7127/RBAI.V12N300700
- 432 PEREIRA, F. A. de L.; MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.;  
433 PRESTON, W.; VASCONCELOS, C. B. Tolerance of melon cultivars to irrigation  
434 water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12,  
435 p. 846-851, dez. 2017. DOI:10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p846-851.
- 436 PREZOTTI, L. C.; OLIVEIRA, J.; GOMES, J.; DADALTO, G. **Manual de**  
437 **recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5<sup>a</sup>**  
438 **aproximação**, 2013.
- 439 RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética**  
440 **quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro**.  
441 Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- 442 ROCHA, M.M. CAMPELO, J.E.G.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; LOPES,  
443 Â. C. A. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de  
444 tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 08, n. 01, p. 135-141, 2003.
- 445 SHARMA, M.; SHARMA, P. P.; SHARMA, H.; MEGHAWAL, D. R. Genetic  
446 variability in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Germplasm lines. **Journal of**  
447 **Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 4, p. 1384-1387, 2017.

- 448 SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Departamento de Estatística da UFPR.  
449 **Estatística descritiva: interpretação do coeficiente de correlação.** 2012. Disponível  
450 em: <<http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node8.html>>. Acesso em: 08 fev. 2021.
- 451 SILVA, A. A. S. da; CARMO, V. V. do; SANTOS, A. C. dos; SOUZA, P. R. P.;  
452 SILVA AMARAL, A. da; SILVA, C. A. Influência do tamanho de sementes e  
453 substratos na emergência de plântulas de moringa. **Faro ciência**, v. 2, n. 2, p.169-172,  
454 2015. DOI: 10.36703/farociencia.v2i1.89
- 455 SILVA, A. O. D.; KLAR, A. E.; SILVA, Ê. F. D. F.; TANAKA, A. A.; S JUNIOR, J. F..  
456 Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo.  
457 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p.1143-1151,  
458 2013. DOI:10.1590/S1415-43662013001100003
- 459 SIVASUBRAMANIAM, P.; MENON, P. M. Inheritance of short statute in rice.  
460 **Madras Agricultural Journal**, v. 60, p. 1129-1133, 1973.
- 461 SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F. F.  
462 Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da  
463 composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2,  
464 n.1, 75-82, 2007.
- 465 TAÏBI, K.; TAÏBI, F.; ABDERRAHIM, L. A.; ENNAJAH, A.; BELKHODJA, M.;  
466 MULET, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation  
467 and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. **South African Journal of**  
468 **Botany**, v. 105, p. 306-312, 2016. DOI:10.1016/j.sajb.2016.03.011

**Tabela 1** – Análise de variância de altura (ALT), diâmetro (DIÂ), índice de clorofila Falker a (ICF a), índice de clorofila Falker (ICF b) e índice de clorofila Falker Total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> submetidas ao estresse salino em Vitória da Conquista-BA, 2020

Características	Fatores de variação					
	Cultivares (C)	Salinidade (S)	C X S	Blocos	Resíduos	C.V. (%)
Quadrados Médios						
ALT	31,78	910,49*	59,97	456,72*	37,50	22,74
DIÂ	0,34	10,63*	0,29	3,89*	0,39	12,77
ICF a	15,97	1218,76*	9,50	53,25	24,71	19,13
ICF b	1,68	144,34*	1,64	3,04	2,77	27,49
ICF T	26,09	2191,77*	14,01	80,79	36,54	18,87
GL	5	3	15	2	46	

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** – Análise de variância de número de vagens por planta (PVP), número de grãos por planta (NGP), número de vagem por planta (NVP), comprimento de vagem (COMPV) e número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G), índice de grãos (IG) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade em Vitória da Conquista – BA, 2020

Características	Fatores de variação					
	Cultivares (C)	Salinidade (S)	C X S	Blocos	Resíduos	C.V. (%)
Quadrados Médios						
PVP	8,96	272,88*	5,74	21,53	7,82	51,59
NGP	78,52	1120,45*	78,14	75,29*	42,26	45,49
NVP	1,91	67,38*	2,55	4,84	2,91	37,85
NGV	1,09	7,65*	1,56	0,02	0,89	29,40
COMPV	1,68	8,54*	0,96	3,53*	1,02	14,05
IG	174,23	329,57*	146,74	73,46	80,60	13,52
M100G	305,60*	583,03*	64,24	73,28*	26,19	26,19
PROD	311007,41*	7610160,06*	143583,87	32729,87	78038,20	29,97
GL	5	3	15	2	46	

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** – Massa de 100 grãos e produtividade de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido submetidas a níveis de salinidade em Vitória da Conquista – BA, 2020

Cultivares	M100G	PROD
	(g)	(kg ha <sup>-1</sup> )
BRS Ametista	21,78 b	849,93 ab
BRS Esplendor	17,67 b	1033,13 a
BRS Estilo	23,52 ab	937,73 ab
BRS Pérola	29,54 a	1052,96 a
IPR Tangará	29,89 a	1068,63 a
IPR Tuiuiú	19,84 b	650,41 b
Média geral	23,71	976,94
DMS	7,53	327,23

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** – Parâmetros genéticos para massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de seis cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade em Vitória da Conquista – BA, 2020

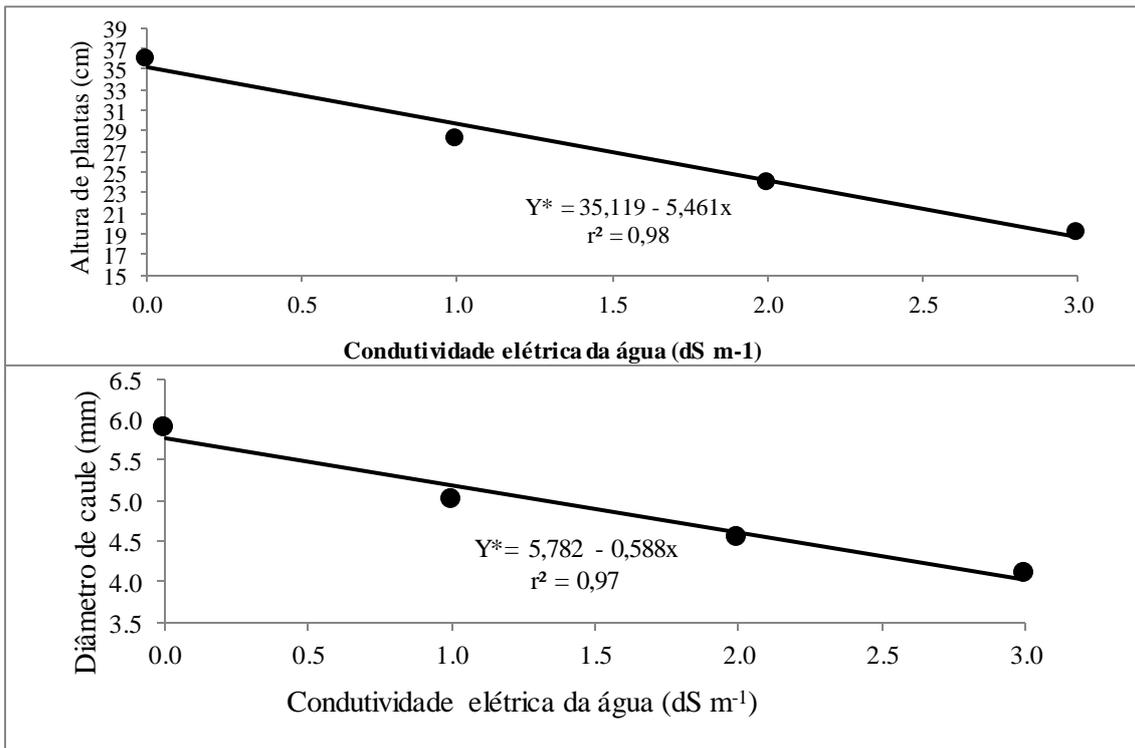
Fator de Variação	Parâmetros Genéticos	
	M100	PROD
VP	101,867	129692,070
VG	93,137	105474,687
VE	8,730	24217,383
CVP (%)	42,568	36,863
CVG (%)	40,703	33,243
CVE (%)	12,462	15,929
h <sup>2</sup> a (%)	91,4	81,3
GA	19,010	603,335
GAM	80,2	61,8
CVG/CVE	3,27	2,09

Varição fenotípica (VP), variação genética (VG), variação ambiental (VE), coeficiente de variação fenotípica (CVP), coeficiente de variação genética (CVG), coeficiente de variação ambiental (CVE), herdabilidade em sentido amplo (h<sup>2</sup>a), ganho genético (GA), ganho genético em porcentagem da média (GAM).

**Tabela 5** – Correlações fenotípicas ( $rP$ ), correlações genéticas ( $rG$ ) e correlações ambientais ( $rE$ ) da massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de seis cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020

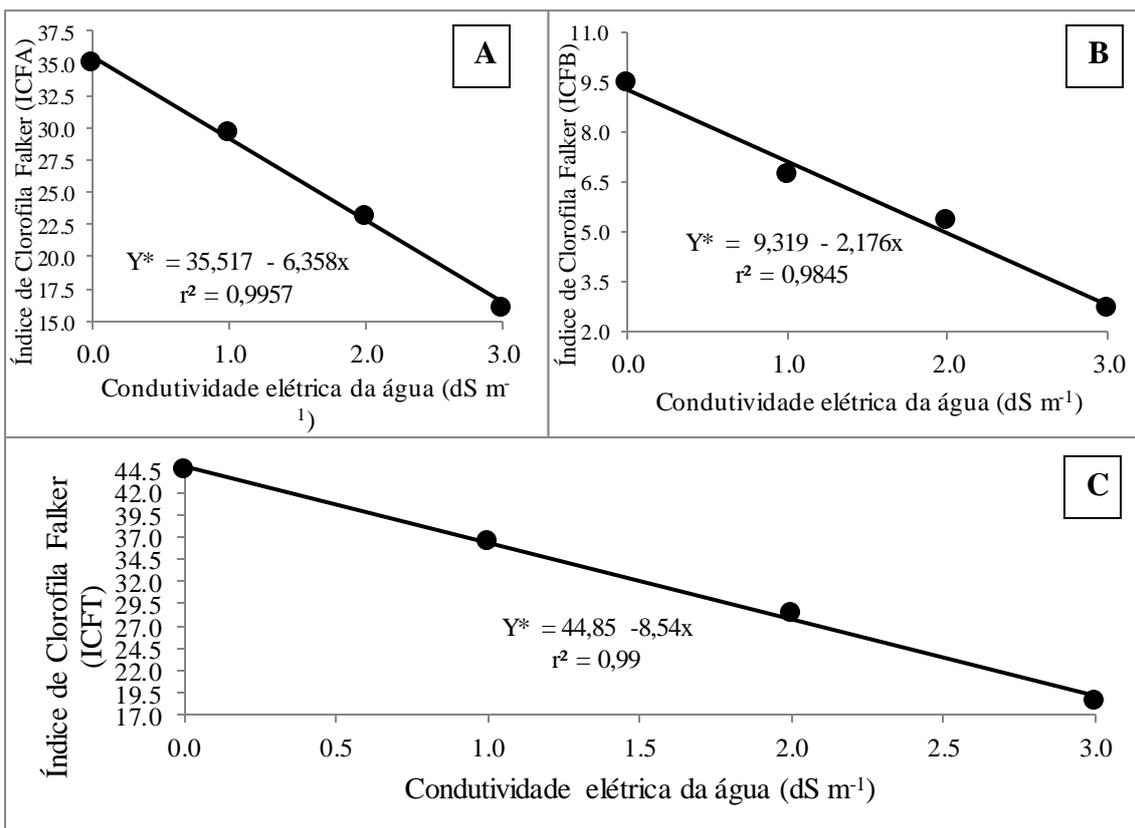
		<b>M100G</b>	<b>PROD</b>
<b>M100G</b>	$rP$	1,00**	0,63**
	$rG$	1,00**	0,93**
	$rE$	1,00**	0,28*
<b>PROD</b>	$rP$		1,00**
	$rG$		1,00**
	$rE$		1,00**

\*; \*\*; ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste t.  
Correlação fenotípica ( $rP$ ), correlação genotípica ( $rG$ ), correlação ambiental ( $rE$ ).



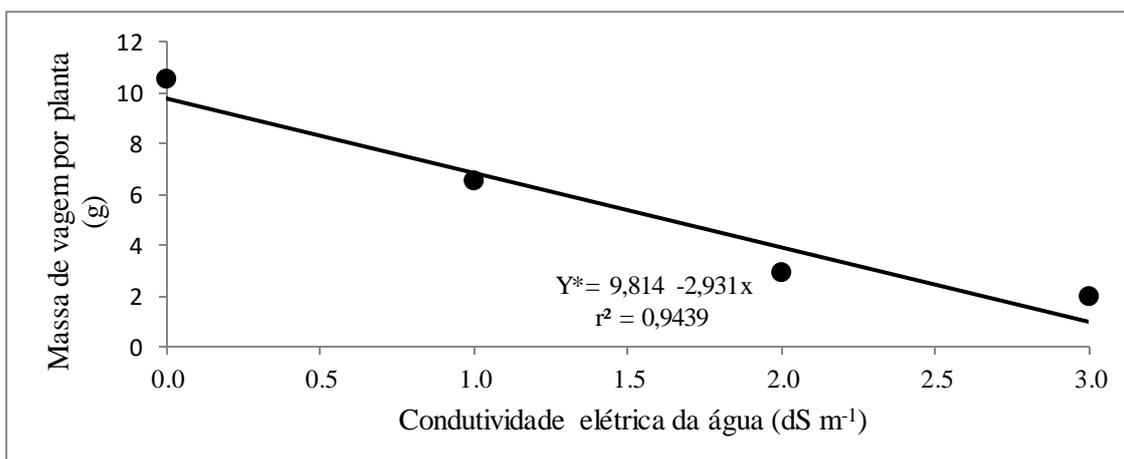
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 1.** Altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



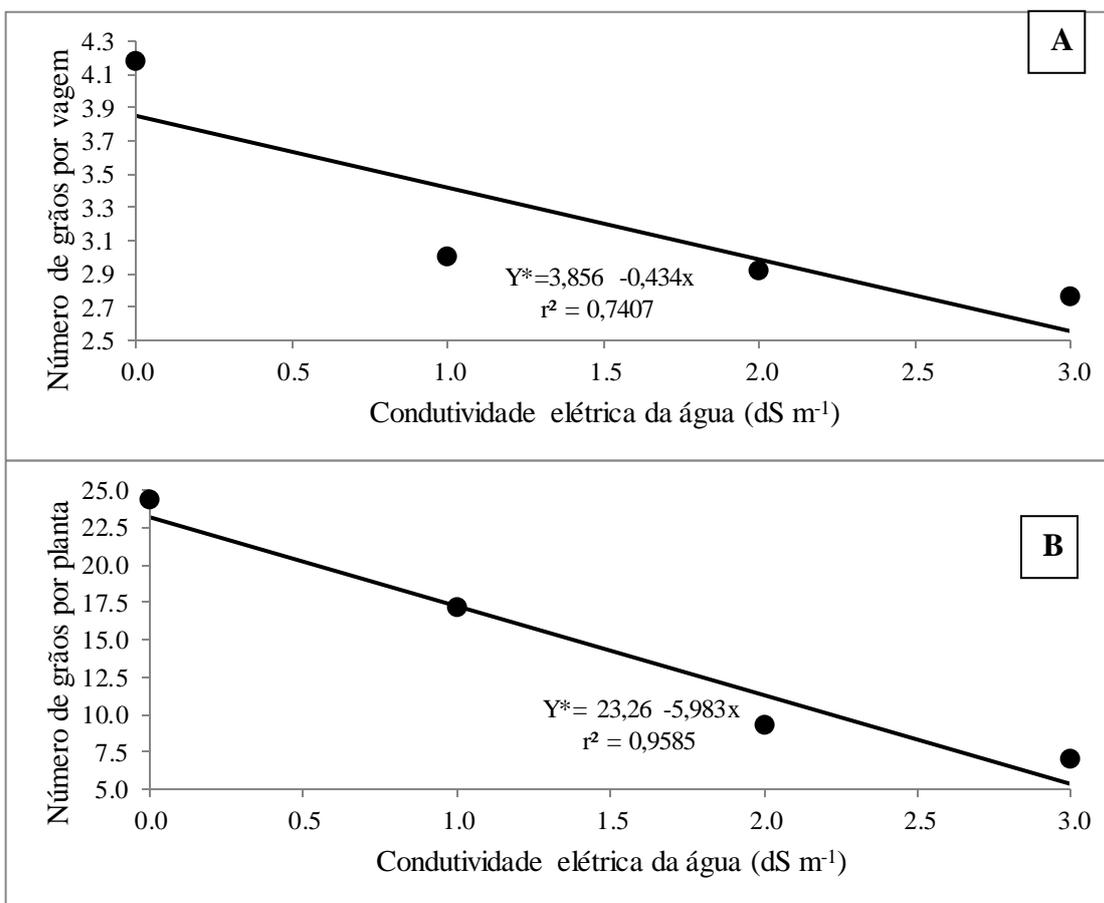
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 2.** Índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*) (A), *b* (ICF *b*) (B) e total (ICFT) (C) de cultivares de feijão-comum ao final em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



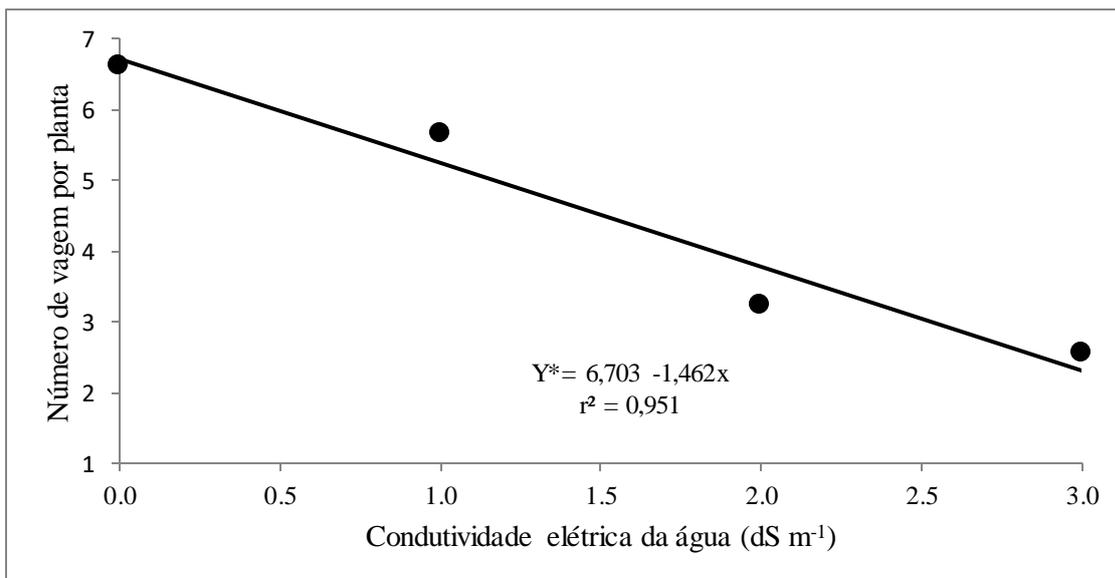
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 3.** Massa de vagem por planta de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



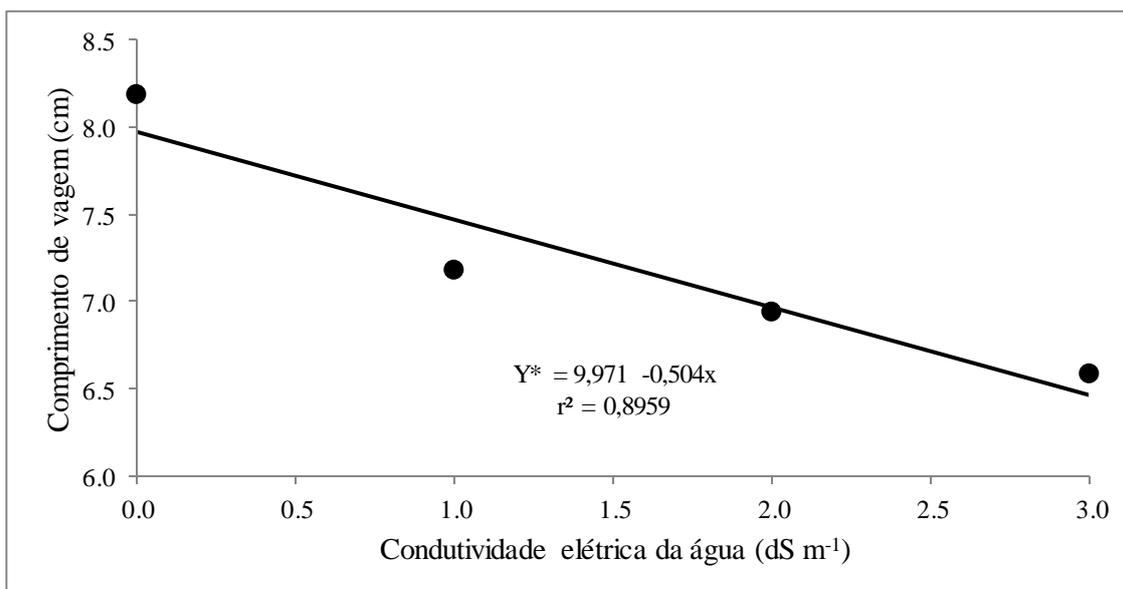
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 4.** Número de grãos por planta (A) e número de grãos por vagem (B) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



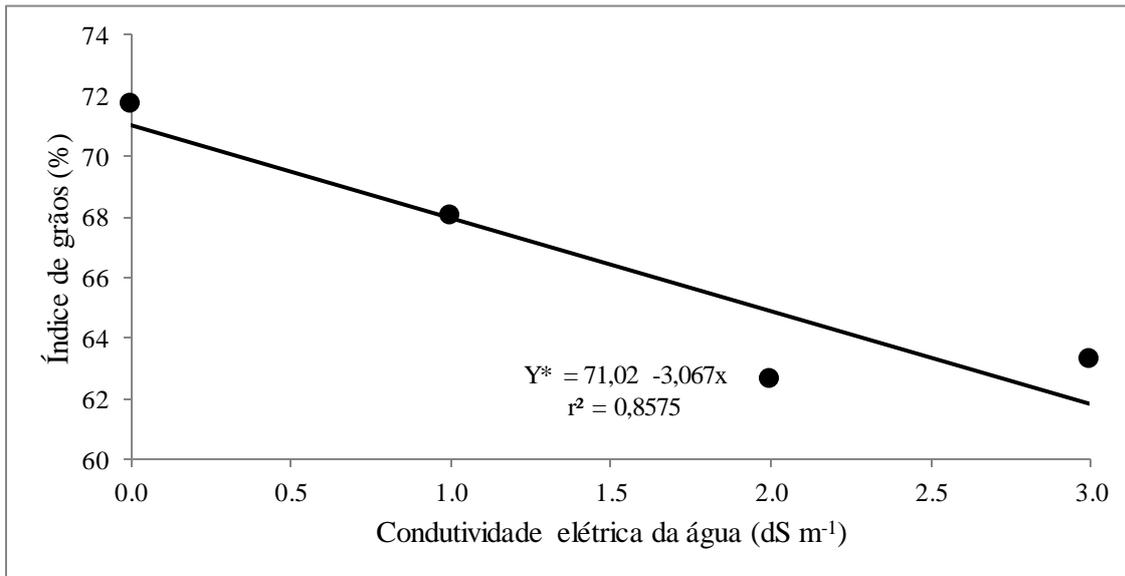
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 5.** Número de vagem por planta de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



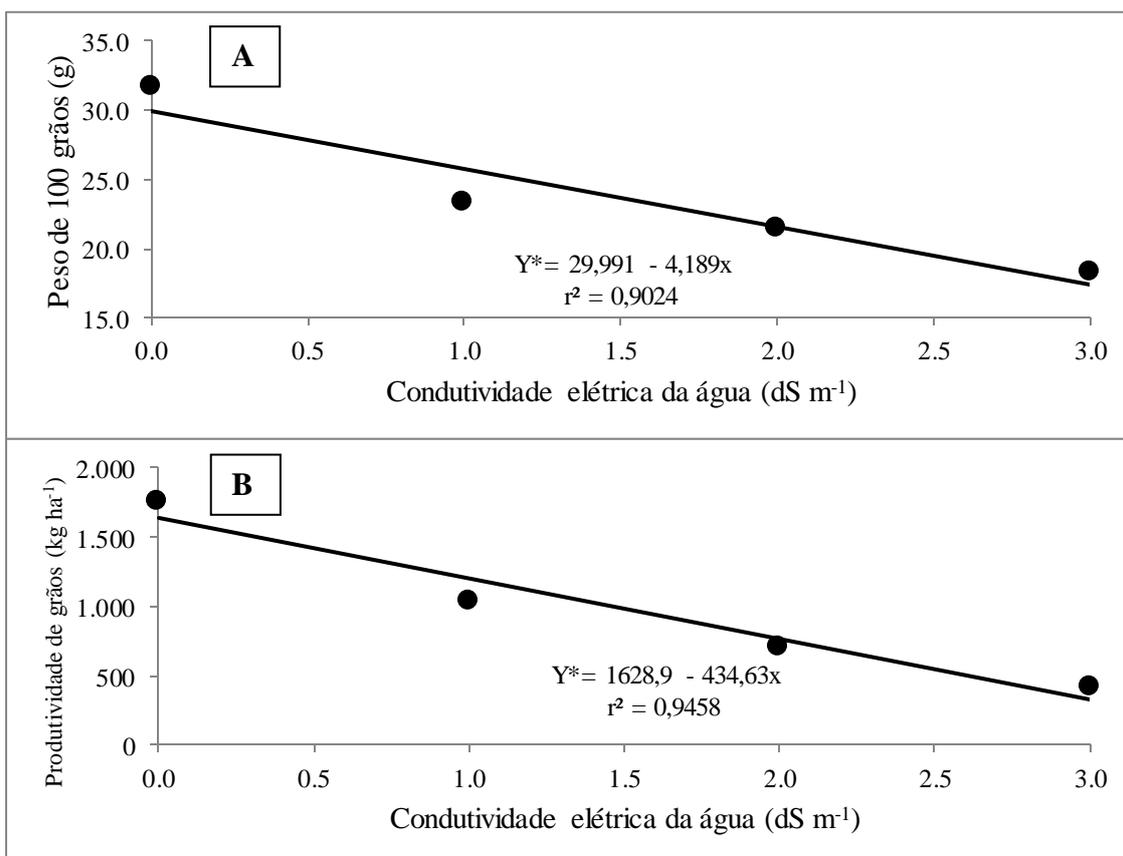
\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 6.** Comprimento de vagem de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 7.** Índice de grãos de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pela análise de variância da regressão.

**Figura 8.** Massa de 100 grãos (A) e produtividade de grãos (B) de cultivares de feijão-comum em vasos sob ambiente protegido, submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação em Vitória da Conquista – BA, 2020.

**6 ARTIGO IV**

Parâmetros genéticos e características agronômicas em cultivares de feijão-comum sob adubações química, orgânica e com fixação biológica de nitrogênio

---

**\*Situação:** Não submetido

1 **RESUMO** - Os agricultores familiares não detêm de grandes recursos para investir em  
2 insumos, a adubação orgânica, então, pode suplementar, ou até substituir os adubos  
3 químicos na lavoura. O custo da adubação nitrogenada tem aumentado a cada ano,  
4 sendo assim, é necessário avaliar alternativas que sejam viáveis para suprir o teor de N  
5 exigido sem comprometer a produtividade da cultura, como, por exemplo, a fixação  
6 biológica de nitrogênio. Estudos que avaliam o desempenho de cultivares sob tipos de  
7 adubações com o auxílio da estimativa de parâmetros genético pode otimizar o  
8 rendimento de grãos das cultivares em condições edafoclimáticas específicas. Diante  
9 disso, objetivou-se avaliar o desempenho e estimar parâmetros genéticos de cultivares  
10 de feijão-comum submetidas a diferentes tipos de adubação: mineral, orgânica e com  
11 fixação biológica de nitrogênio. Foram utilizadas duas cultivares de feijão-comum,  
12 pertencentes ao grupo comercial carioca (BRS Pérola e IPR Tangará) e quatro  
13 tratamentos (sem adubação, adubação mineral NPK, adubação orgânica e fixação  
14 biológica de nitrogênio). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao  
15 acaso, em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições, totalizando 16 tratamentos. A  
16 cultivar IPR Tangará foi superior para índice de clorofila *a*, Total e massa de 100 grãos.  
17 A cultivar IPR Tangará apresentou maior eficiência ao tratamento FBN com inoculante  
18 *Rhizobium tropici* para a característica produtividade de grãos. A cultivar BRS Pérola  
19 apresentou resultados de produtividade de grãos superiores nos tratamentos de adubação  
20 mineral e orgânica. Os traços avaliados apresentaram grande variabilidade genética,  
21 com alta herdabilidade, e correlação genética forte, o que possibilita a seleção indireta  
22 das características ICF *a*, Total e massa de 100 grãos com o objetivo de aumentar a  
23 produtividade de grãos.  
24 **Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* (L.), material genético, produtividade, adubação.

25 **ABSTRACT** - Family farmers do not have large resources to invest in inputs, so  
26 organic fertilization can supplement or even replace chemical fertilizers in the crop. The  
27 cost of nitrogen fertilization has increased every year, so it is necessary to evaluate  
28 alternatives that are viable to supply the required N content without compromising crop  
29 productivity, such as biological nitrogen fixation. Studies that evaluate the performance  
30 of cultivars under types of fertilization with the help of the estimation of genetic  
31 parameters can optimize the grain yield of cultivars under specific edaphoclimatic  
32 conditions. Therefore, the objective was to evaluate the performance and estimate  
33 genetic parameters of common bean cultivars submitted to types of mineral and organic  
34 fertilization and with biological nitrogen fixation. Two common bean cultivars,  
35 belonging to the commercial group from Rio de Janeiro (BRS Pérola and IPR Tangará)  
36 and four treatments (without fertilization, NPK mineral fertilization, organic  
37 fertilization and biological nitrogen fixation) were used. The experimental design used  
38 was randomized blocks, in a 2 x 4 factorial scheme, with three replications, totaling 16  
39 treatments. Cultivar IPR Tangará was superior for chlorophyll index *a*, Total and 100  
40 grain mass. The cultivar IPR Tangará showed greater efficiency to the FBN treatment  
41 with inoculant *Rhizobium tropici* for the characteristic grain yield. Cultivar BRS Pérola  
42 showed superior grain yield results in mineral and organic fertilizer treatments. The  
43 evaluated traits have great genetic variability, with high heritability, and strong genetic  
44 correlation, which allows the indirect selection of ICF *a*, Total and 100 grain mass traits  
45 in order to increase grain yield.

46 **Keywords:** *Phaseolus vulgaris* (L.), genetic material, productivity, fertilization.  
47  
48  
49  
50

## 6.1 INTRODUÇÃO

51

52 Para que haja alta produtividade da cultura do feijão, é imprescindível a nutrição  
53 dos solos. No Brasil, a maioria dos solos possui reserva de nutrientes insuficiente para  
54 suprir à demanda exigida pelas culturas. Desse modo, a adubação é uma prática  
55 indispensável para a manutenção da produtividade do feijoeiro ao longo dos anos, e  
56 atualmente, utilizam-se dois métodos de adubação: orgânica e mineral (EMBRAPA,  
57 2014).

58 De acordo com Melo et al (2011), os adubos orgânicos, além de aumentar e  
59 melhorar a fertilidade do solo, especialmente os teores de P e K, causam menos  
60 poluição ambiental, promovendo maior estabilidade econômica aos produtores, pois é  
61 um recurso natural que pode ser encontrado na propriedade. A utilização de resíduos  
62 orgânicos pode ser uma maneira de diminuir os custos com adubação, além de criar um  
63 descarte apropriado para aqueles (CASTRO et al., 2016). Em regiões onde o cultivo do  
64 feijão é realizado por agricultores familiares sem grandes investimentos em insumos, a  
65 adubação orgânica pode vir a suplementar ou, até mesmo, substituir, a longo prazo, os  
66 adubos químicos na lavoura (MARTINS et al. 2015).

67 Dando ênfase à adubação mineral, Martins, Martins e Borges (2017) afirmam que,  
68 além de realizar a calagem, é indispensável também a correção da fertilidade do solo,  
69 com destaque para a adubação com os macronutrientes fósforo (P), potássio (K) e  
70 nitrogênio (N).

71 O fósforo é um componente integral de compostos importantes das células  
72 vegetais, incluindo os açúcares fosfato, nucleotídeos utilizados no metabolismo  
73 energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA, intermediários da respiração e  
74 fotossíntese, bem como os fosfolípidos, que faz parte das membranas vegetais. O  
75 potássio desempenha uma função importante na regulação do potencial osmótico das  
76 células vegetais, como também ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na  
77 fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

78 Outro macronutriente de suma importância para o desenvolvimento do feijoeiro é  
79 o nitrogênio. Segundo Ferreira et al. (2013), a cultura do feijão absorve o nitrogênio  
80 durante todo o ciclo, mas a exigência é maior na época do florescimento e enchimento  
81 de grãos. Por se tratar de um mineral que necessita da queima de combustíveis fósseis  
82 para sua produção e também por este motivo possuir alto custo financeiro, a adubação  
83 nitrogenada e o seu manejo configuram algumas das mais principais dificuldades no  
84 cultivo do feijão-comum (SOUZA et al., 2011; MENDES JÚNIOR; BUENO, 2015).

85 No feijoeiro, em condições ambientais adequadas, a simbiose com bactérias do  
86 gênero *Rhizobium* é capaz de suprir, em parte, a demanda de nitrogênio da planta, no  
87 entanto, não é suficiente para suprir totalmente a demanda de N, principalmente quando  
88 se visam altas produtividades (acima de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>) (SANTI et al., 2013). Os rizóbios  
89 formam uma parte importante da microbiota do solo e realizam a fixação biológica de  
90 nitrogênio (FBN), por meio da atividade da nitrogenase, quando em simbiose com  
91 plantas leguminosas (LEITE et al., 2017).

92 Essas bactérias têm grande valor agrícola, devido, principalmente, à necessidade  
93 de redução da utilização de fertilizantes nitrogenados, além de exercer papel importante  
94 na melhoria da fertilidade do solo em sistemas agrícolas (MARTINS; MARTINS;  
95 BORGES, 2017).

96 Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e estimar  
97 parâmetros genéticos de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes tipos de  
98 adubação: mineral, orgânica e com fixação biológica de nitrogênio.

99

100

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116 **Tabela 1** – Análise físico-química do solo utilizado no experimento em campo com  
 117 diferentes tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Análise Física do solo													
FAT (%)		Composição granulométrica (tfsa g kg <sup>-1</sup> )					Classe textural						
Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Franco Argilo Arenosa								
100	630	130	40	200									
Análise Química do solo													
pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	Na	SB	t	T	V	m	MO
(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>	-----				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%	g dm <sup>-3</sup>	
6,1	22	0,69	2,9	2,4	0,0	2,5	0,0	6,0	6,0	8,5	71	0	13

118 Extratores: P, K e Na (Mehlich-1); Ca, Mg e Al (KCl 1N); H (CaCl<sub>2</sub> 0,01M e SMP).  
 119 FAT: Frações da amostra total; SB: Soma das bases; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação de bases; m:  
 120 Saturação por alumínio; MO: Matéria orgânica.  
 121

122 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema  
 123 fatorial 2 x 4, duas cultivares de feijão-comum, pertencentes ao grupo comercial carioca  
 124 (BRS Pérola e IPR Tangará), e quatro tratamentos (sem adubação, adubação mineral  
 125 NPK, adubação orgânica e fixação biológica de nitrogênio), resultando em um  
 126 delineamento com blocos casualizados (DBC), com arranjo fatorial 2x4 e três  
 127 repetições, totalizando 8 tratamentos.

128 Na adubação mineral, aplicou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato  
 129 simples; 10 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio; e 10 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma  
 130 de ureia. Para adubação de cobertura, utilizou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (15 mg dm<sup>-3</sup> de N), na  
 131 forma de ureia, que foi aplicada 25 dias após a emergência, conforme a recomendação  
 132 para cultura do feijão-comum (PREZOTTI et al., 2013).

133 A adubação orgânica consistiu na utilização do esterco bovino curtido,  
 134 incorporados sete dias antes do plantio, tomando por base a recomendação de 25 t ha<sup>-1</sup>  
 135 (OLIVEIRA et al., 2001). Cada parcela experimental possuiu quatro linhas com cinco  
 136 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5m entre elas. Para a fixação biológica  
 137 de nitrogênio, utilizou-se a estirpe BR 322, em que a inoculação das sementes foi  
 138 realizada com 100 g de inoculante para 100 kg da semente, proporcionalmente, e  
 139 homogeneizada com solução açucarada a 10%. Nesse tratamento, além da inoculação,  
 140 foi realizada a adubação de plantio, com 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato  
 141 simples; e 10 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio, conforme a  
 142 recomendação da cultura (PREZOTTI et al., 2013).

143 Para a representação da área útil, considerou-se as duas linhas centrais. Na  
144 semeadura, a distribuição das sementes foi realizada manualmente, utilizando 15  
145 sementes por metro linear, sendo realizado o desbaste aos 15 dias após a emergência,  
146 deixando 12 plantas por metro linear, resultando em uma população de 240 mil plantas  
147 por hectare. O sistema de irrigação adotado foi por aspersão convencional e os demais  
148 tratos culturais foram executados de acordo com as recomendações da cultura.

149 No final do estágio V4, foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas  
150 (cm), diâmetro de caule (mm) e índices de clorofila *a*, *b* e total. Após a maturidade  
151 fisiológica (R9) (84 DAE), foram efetuadas as avaliações do número de vagens por  
152 planta, massa de vagem (g), comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem,  
153 índice de grãos (relação da massa dos grãos com a massa total da vagem), massa de 100  
154 grãos (g) e produtividade de grãos (estimado a partir da produção de grãos de cada  
155 parcela, corrigido por 13% de umidade e transformado para kg ha<sup>-1</sup>).

156 Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade (Lillefors) e  
157 homogeneidade de variância (Cochran). Em seguida, foi realizada a análise de  
158 variância, posteriormente as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste  
159 Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA,  
160 2014).

161 Os traços que apresentaram diferença significativa entre as diferentes cultivares  
162 foram submetidas à avaliação de parâmetros genéticos, e seus estimadores foram  
163 analisados, utilizando-se as seguintes expressões (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO,  
164 2012):

165 a) Variância Fenotípica:  $VP = QMg / r$

166 b) Variância Genética:  $VG = (QMg - QMr) / r$

167 c) Variância Ambiental:  $VE = QMr / r$

168 d) Herdabilidade:  $h^2 = (VG/VP) \times 100$

169 As  $h^2$ a foram classificadas como: Baixa = 0% a 30%; Média = 31% a 60%; e Alta =  
170 acima de 60% (JOHNSON; ROBINSON; COMSTOCK, 1995).

171 e) Coeficiente de Variação Fenotípica:  $CV_P = (\sqrt{VP} / \bar{X}) \times 100$

172 f) Coeficiente de variação Genética:  $CV_G = (\sqrt{VG} / \bar{X}) \times 100$

173 g) Coeficiente de Variação Ambiental:  $CV_E = (\sqrt{VE} / \bar{X}) \times 100$

174 CVP, CVG e CVE foram classificados como: Baixo = menor que 10%; Médio = 10% a  
175 20%; e Alto = mais que 20% (SIVASUBRAMANIAN; MENON, 1973).

176 h) Coeficiente de Variação Relativo (Coeficiente “b”) = CVG / CVE,

177 i) Ganho genético:  $GA = i \Delta p h^2$

178  $i$  = Intensidade de Seleção (5%) = 2,06 (Constante),

179  $\Delta p$  = Desvio Padrão da Variância Fenotípica:  $\sqrt{VP}$ ;

180  $h^2$  = Herdabilidade.

181 j)  $GAM = [(GA / \bar{X}) \times 100]$  - Ganho Genético em Porcentagem da Média.

182 Tem-se o ganho genético assumindo a intensidade de seleção de 5% em um ciclo  
183 de avaliação.

184 O GAM foi classificado como: Baixo = menos de 10%; Médio = 10% a 20%; e  
185 Alto = mais que 20% (JOHNSON; ROBINSON; COMSTOCK, 1955).

186 Para estimar as correlações, foram utilizadas as expressões citadas por Ramalho,  
187 Santos e Zimmermann (1993):

188 d) Correlação fenotípica ( $rP$ )

$$rP(xy) = \frac{COV_{P(XY)}}{\sqrt{\sigma^2PX. \sigma^2PY}}$$

189 e) Correlação genética ( $rG$ )

$$rG(xy) = \frac{COV_{G(XY)}}{\sqrt{\sigma^2GX. \sigma^2GY}}$$

190 f) Correlação ambiental ( $rE$ )

$$rE = \frac{COV_{E(XY)}}{\sqrt{\sigma^2EX. \sigma^2EY}}$$

191 Em que:  $r_{xy}$  = correlação entre os caracteres  $X$  e  $Y$ ;  $COV_{(XY)}$  = covariância entre os  
192 dois caracteres  $X$  e  $Y$ ; e  $\sigma^2X$  e  $\sigma^2Y$  = variância dos caracteres  $X$  e  $Y$ , respectivamente.

193 Em que:  $r_{xy}$  = correlação entre os caracteres  $X$  e  $Y$ ;  $COV_{(XY)}$  = covariância entre os  
194 dois caracteres  $X$  e  $Y$ ; e  $\sigma^2X$  e  $\sigma^2Y$  = variância dos caracteres  $X$  e  $Y$ , respectivamente.

195 As  $rP$ ,  $rG$  e  $rE$  foram classificadas como: Muito Fraca = 0,00 a 0,19; Fraca = 0,20  
196 a 0,39; Moderada = 0,40 a 0,69; Forte = 0,70 a 0,89; e Muito Forte = 0,90 a 1,00  
197 (SHIMAKURA; RIBEIRO JÚNIOR, 2012).

198 Para o cálculo das correlações, foi utilizado o *software* Genes (CRUZ; REGAZZI;  
199 CARNEIRO, 2012) e, para verificar o nível de significância das correlações, utilizou-se  
200 o teste “t” a 1% e 5% de probabilidade.

201

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

202

203 Na Tabela 2, observa-se diferença significativa somente para Índice de Clorofila  
204 Falker *a* e total. Para o fator adubação, com exceção da característica altura de plantas,  
205 todas as demais apresentaram significância.

206

207 **Tabela 2** – Análise de variância de altura (ALT), diâmetro (DIÂ), índice de clorofila  
208 Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker (ICF *b*) e índice de clorofila Falker Total  
209 (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio fenológico V<sub>4</sub> submetidas a  
210 tipos de adubações em Vitória da Conquista-BA, 2020

Características	Fatores de variação					C.V. (%)
	Cultivares (C)	Adubação (A)	C X A	Blocos	Resíduos	
Quadrados Médios						
ALT	9,41	48,54	9,70	53,29	17,46	6,76
DIÂ	2,97	2,81*	0,28	3,35*	0,76	9,70
ICF <i>a</i>	15,20*	10,64*	7,54	2,73	2,62	4,18
ICF <i>b</i>	12,47	12,50*	2,22	15,06*	3,54	12,55
ICF T	55,20*	43,52*	16,87	19,51	10,45	6,02
GL	1	3	3	2	14	

211 \*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

212 Na Tabela 3, verifica-se que as adubações orgânica (9,74mm), química (9,45mm)  
213 e com FBN (8,71mm) foram similares, porém, somente a adubação orgânica foi  
214 superior ao tratamento sem adubação (8,24mm) para o diâmetro de caule. Esta  
215 característica é muito importante para o desenvolvimento da planta, pois quanto maior a  
216 espessura do caule, menor será a probabilidade de acamamento e maior será o fluxo da  
217 seiva na planta. Na Tabela 1, observa-se que o solo, onde foi conduzido o experimento,  
218 apresenta boa fertilidade, com a saturação de bases 71%, valor superior ao recomendado  
219 pela cultura, segundo Prezzoti et al. (2013).

220

221 **Tabela 3** – Diâmetro de caule de cultivares de feijão-comum ao final do estágio  
222 fenológico V<sub>4</sub> submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Adubação	Diâmetro de caule (mm)
Adubação química	9,45 ab
Com FBN	8,71 ab
Adubação orgânica	9,74 a
Sem adubação	8,24 b
Média total	9,03
DMS	1,47

223 \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

224

225 Para os índices de clorofila *a* e total, observa-se que a cultivar IPR Tangará foi  
226 superior à BRS Pérola, contudo, para o índice de clorofila *b*, apresentaram valores  
227 similares. Como o índice de clorofila total é o resultado da soma do ICF *a* e ICF *b*, e a

228 cultivar IPR Tangará apresentou valor superior no ICF *a*, essa diferença possibilitou a  
 229 superioridade no ICF total, mesmo apresentando valores similares no ICF *b* (Tabela 4).

230  
 231

232 **Tabela 4** – Índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker *b* (ICF *b*) e  
 233 índice de clorofila Falker total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio  
 234 fenológico V<sub>4</sub> submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Cultivares	ICF <i>a</i>	ICF <i>b</i>	ICF T
BRS Pérola	37,89 b	14,27 a	52,16 b
IPR Tangará	39,48 a	15,71 a	55,20 a
Média total	38,68	14,99	53,68
DMS	1,41	1,64	2,83

235 \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

236

237 Na Tabela 5, estão apresentados os valores de ICF *a*, *b* e total das cultivares de  
 238 feijão-comum submetidas a vários tipos de adubação. Para o índice de clorofila *a*,  
 239 observa-se que a adubação mineral foi superior ao tratamento testemunha (sem  
 240 adubação), e semelhante aos tratamentos com FBN (39,60) e adubação orgânica  
 241 (38,06). Vale ressaltar que o Índice de Clorofila Falker apresenta relação direta com o  
 242 teor de nitrogênio na planta, o qual foi suprido na forma de ureia no tratamento de  
 243 adubação mineral e, por isso, apresentou superioridade para o ICF *a*.

244

245 **Tabela 5** – Índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker *b* (ICF *b*) e  
 246 índice de clorofila Falker total (ICF T) de cultivares de feijão-comum ao final do estágio  
 247 fenológico V<sub>4</sub> submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Adubação	ICF <i>a</i>	ICF <i>b</i>	ICF T
Adubação mineral	39,96 a	15,98 a	55,95 a
Com FBN	39,60 ab	16,46 a	56,06 a
Adubação orgânica	38,06 ab	13,55 a	51,61 a
Sem adubação	37,11 b	13,98 a	51,10 a
Média total	38,68	14,99	53,68
DMS	2,71	3,15	5,42

248 \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

249

250 Na Tabela 6, verifica-se diferença significativa para o fator cultivar nas  
 251 características massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Considerando o fator  
 252 adubação, observa-se significância para número de vagem por planta, massa de vagem e  
 253 produtividade dos grãos. Para a característica de produtividade de grãos, foi constatado  
 254 também significância para interação.

255

256 **Tabela 6** – Análise de variância de número de vagens por planta (NVP), número de  
 257 grãos por vagem (NGV), índice de grãos (IG), comprimento de vagem (COMPV),  
 258 massa de vagem (MV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD)  
 259 de cultivares de feijão-comum submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista  
 260 – BA, 2020

Características	Fatores de variação					C.V. (%)
	Cultivares (C)	Adubação (A)	C X A	Blocos	Resíduos	
	Quadrados Médios					
NVP	3,52	48,29*	0,45	0,58	2,65	13,72
NGV	0,05	1,09	0,41	0,55	0,52	12,22
IG	0,05	25,86	7,44	47,32	16,53	5,26
COMPV	0,05	0,44	0,27	0,16	0,23	4,44
MV	4,42	15,84*	2,45	0,05	3,62	8,66
M100G	22,42*	1,59	1,25	4,66	2,41	5,41
PROD	384015,03*	1204854,74*	565614,46*	160817,24	44392,39	4,99
GL	1	3	3	2	14	

261 \*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

262 Observa-se, na Tabela 7, que todos os tratamentos que foram submetidos à  
 263 adubação foram superiores ao tratamento sem adubação (testemunha) para número de  
 264 vagens por planta, sendo que o tratamento de adubação orgânica foi superior à adubação  
 265 mineral e similar ao tratamento com FBN. As plantas submetidas aos tratamentos de  
 266 adubação orgânica, mineral e com FBN apresentaram maior número de vagens por  
 267 planta porque estavam bem nutridas, promovendo bom desenvolvimento vegetativo e  
 268 emissão de ramos laterais. Nunes et al. (2017) encontraram resultados semelhantes ao  
 269 avaliar adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijão-comum,  
 270 proporcionando um incremento de 39% em comparação com a adubação mineral,  
 271 demonstrando superioridade aos resultados do presente estudo, que promoveu um  
 272 incremento de 24%. Segundo Magalhães et al. (2018), a utilização da adubação  
 273 orgânica é eficaz, uma vez que, devido ao ciclo curto, a cultura apresenta uma resposta  
 274 positiva a esse tipo de fertilização. Para Silva et al. (2011), a adubação orgânica não só  
 275 promove incremento na produtividade, como também produz plantas com  
 276 características melhores em comparação com as cultivadas exclusivamente com adubos  
 277 minerais.

278  
 279  
 280  
 281

282 **Tabela 7** – Número de vagem por planta (NVP) e Massa de vagem (MV) de cultivares  
 283 de feijão-comum submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Adubação	NVP	MV
Adubação mineral	11,30 b	22,60 ab
Com FBN	13,01ab	22,90 a
Adubação orgânica	14,91 a	22,86 a
Sem adubação	8,23 c	19,55 b
Média total	11,86	21,97
DMS	2,73	3,19

284 \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.  
 285

286 Para massa de vagem, verificou-se que os tratamentos submetidos à adubação  
 287 com FBN e adubação orgânica foram superiores ao tratamento sem adubação. As  
 288 plantas submetidas à adubação mineral apresentaram valores de massa de vagem  
 289 similares, quando comparadas com o tratamento com FBN e adubação orgânica.  
 290 Especificamente para essa característica, os valores foram parecidos, sendo que os  
 291 tratamentos com FBN e adubação orgânica obtiveram um incremento de 13,5 e 14,64%,  
 292 respectivamente.

293 Em relação à resposta das cultivares para a característica massa de 100 grãos,  
 294 observa-se que a cultivar IPR Tangará foi superior à BRS Pérola, apresentando  
 295 incremento de 6,95%, quando comparadas (Tabela 8). Soratto et al. (2013) argumentam  
 296 que o fato da massa de 100 grãos não ter sido alterada pela adubação confirma a teoria  
 297 de que a característica tenha pouca influência ambiental, sendo fortemente influenciada  
 298 pelo genótipo.

299  
 300 **Tabela 8** – Massa de 100 grãos de cultivares de feijão-comum submetidas a diferentes  
 301 tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Cultivares	M100G
BRS Pérola	27,74 b
IPR Tangará	29,67 a
Média total	28,70
DMS	1,35

302 \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.  
 303

304

305

306 **Tabela 9** – Produtividade de grãos de cultivares de feijão-comum após a maturidade  
 307 fisiológica (R<sub>9</sub>) submetidas a tipos de adubação em Vitória da Conquista – BA, 2020

Cultivares	Adubação mineral	Com FBN	Adubação orgânica	Sem adubação
BRS Pérola	4.284,36 aA	3.783,42 bB	4.719,39 a A	3.585,68 b A
IPR Tangará	4.264,34 bA	4.951,87 aA	4.572,93 abA	3.595,65 c A
Média total	4.274,35	4.367,64	4.646,16	3.590,66

308 \*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo  
 309 teste Tukey a 5% de probabilidade.

310 Na Tabela 9, nota-se o desdobramento da interação significativa entre cultivares e  
 311 adubação para produtividade de grãos. Verifica-se que a produtividade de grãos para a  
 312 cultivar BRS Pérola, com adubação mineral, apresentou similaridade em relação à  
 313 orgânica; e ambas foram superiores ao tratamento com FBN e sem adubação. Dando  
 314 ênfase à cultivar IPR Tangará, constata-se que, quando foi submetida ao tratamento com  
 315 FBN, apresentou maior produtividade de grãos em relação à adubação mineral e ao  
 316 tratamento testemunha, sendo que o tratamento com FBN não diferiu da adubação  
 317 orgânica. Tal fato pode ser atribuído à maior efetividade da cultivar IPR Tangará ao  
 318 tratamento FBN, assimilando maior quantidade de N, contribuindo para  
 319 desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, promovendo maior produtividade de  
 320 grãos.

321 Resultados contrastantes foram encontrados por Nunes et al. (2017) que, ao  
 322 trabalharem com cultivares de feijoeiro submetidos à adubação mineral e orgânica,  
 323 observaram maior produtividade de grãos no tratamento de adubação orgânica em  
 324 relação à adubação mineral.

325 Analisando o fator adubação no desdobramento, verifica-se que só houve  
 326 diferença significativa entre as cultivares no tratamento com FBN, sendo que a IPR  
 327 Tangará apresentou superioridade em comparação com a BRS Pérola, com incremento  
 328 de 30,9% de rendimento de grãos. Silva, Costa e Lourenço (2018), avaliando a  
 329 efetividade da fixação biológica de nitrogênio em cultivares do feijão-comum,  
 330 constataram que a resposta de cada cultivar pode ser diferenciada, quando aplicado o  
 331 inoculante de *Rhizobium tropici*.

332 A Tabela 10 mostra os parâmetros genéticos das características índice de clorofila  
 333 Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker Total (ICF T), massa de 100 grãos (M100G)  
 334 e produtividade de grãos (PROD). Segundo a classificação proposta por

335 Sisasubramanian e Menon (1973), os coeficientes de variação fenotípica (CVP),  
 336 genética (CVG) e ambiental (CVE) foram considerados baixos para todos os traços  
 337 avaliados, sendo que o coeficiente de variação ambiental apresentou valores inferiores  
 338 aos respectivos CVP e CVG de cada traço avaliado. Os coeficientes de variação  
 339 genética foram superiores a 5% para todas as características avaliadas, indicando que há  
 340 ampla variabilidade genética para todas as características analisadas. Segundo  
 341 Gonçalves et al. (2016), a existência da variabilidade genética numa determinada  
 342 população é determinante e crucial para qualquer programa de melhoramento.

343 Vale salientar também que os valores de CVP e CVG aproximados são  
 344 importantes, uma vez que representam o destaque do componente genético em relação  
 345 ao componente ambiental. Sendo assim, verificando-se o coeficiente *b* (CVG/CVE),  
 346 para índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*) (2,19), índice de clorofila Falker Total (ICF T)  
 347 (2,07), massa de 100 grãos (M100G) (2,88) e produtividade de grãos (PROD) (2,77),  
 348 pode-se constatar a superioridade da variação genética sobre a ambiental, apresentando  
 349 valores do coeficiente *b* maiores do que 1, indicando situação favorável à seleção.

350

351 **Tabela 10** – Parâmetros genéticos para índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de  
 352 clorofila (ICF T), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de  
 353 duas cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020

Fator de Variação	Parâmetros Genéticos			
	ICF <sub>a</sub>	ICF <sub>T</sub>	M100	PROD
VP	5,067	18,400	7,473	128005,010
VG	4,193	14,917	6,670	113207,547
VE	0,873	3,483	0,803	14797,463
CVP (%)	5,819	7,991	9,525	8,479
CVG (%)	5,294	7,195	8,999	7,974
CVE (%)	2,416	3,477	3,123	2,883
h <sup>2</sup> <sub>a</sub> (%)	82,8	81,1	89,3	88,4
GA	3,838	7,164	5,026	651,822
GAM	9,9	13,3	17,5	15,4
CVG/CVE	2,19	2,07	2,88	2,77

354 Variação fenotípica (VP), variação genotípica (VG), variação ambiental (VE), coeficiente de variação  
 355 fenotípica (CVP), coeficiente de variação genotípica (CVG), coeficiente de variação ambiental (CVE),  
 356 herdabilidade em sentido amplo (h<sup>2</sup><sub>a</sub>), ganho genético (GA), ganho genético em porcentagem da média  
 357 (GAM).

358

359 De acordo com a classificação proposta por Johnson et al. (1955), a  
 360 herdabilidade foi considerada alta para todas as características avaliadas, com menor  
 361 valor de 81,1% para índice de clorofila Falker Total e o maior valor de 89,3% para  
 362 massa de 100 grãos, indicando que esses traços avaliados são pouco influenciados pelo

363 ambiente. Resultados similares foram encontrados por Santos et al. (2015), em estudo  
 364 com feijão-comum, sendo a maior herdabilidade observada no caráter massa de 100  
 365 grãos (84,51%). Segundo El-Nahrawy (2018), valores altos de herdabilidade sugerem  
 366 que a predominância da ação do gene aditivo, na expressão das características, tem  
 367 margem para ser melhorada, podendo-se obter resultados satisfatórios a partir do  
 368 primeiro ciclo de seleção.

369 Para ganho genético em porcentagem da média (GAM), segundo a classificação  
 370 proposta por Johnson et al. (1955), o índice de Clorofila Falker *a* foi classificado como  
 371 baixo, apresentando valor menor que 10%; e os demais traços, índice de clorofila Falker  
 372 Total (13,3%), massa de 100 grãos (17,5%) e produtividade de grãos (17,5%) foram  
 373 classificados como médios, apresentando valores entre 10 e 20%. Dando ênfase à  
 374 característica mais importante da cultura, a produtividade de grãos, com herdabilidade  
 375 de 88,4% e GAM de 15,4%, tem-se uma estimativa de ganho genético (GA) para a  
 376 próxima geração de 651,82 kg ha<sup>-1</sup>.

377

378 **Tabela 11** – Correlações fenotípicas (*rP*), correlações genéticas (*rG*) e correlações  
 379 ambientais (*rE*) de índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker Total  
 380 (ICF T), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de duas  
 381 cultivares de feijão-comum em Vitória da Conquista – BA, 2020

		ICF <i>a</i>	ICF T	M100G	PROD
<b>ICF <i>a</i></b>	<i>rP</i>	1,00**	0,99**	0,98**	0,99**
	<i>rG</i>	1,00**	0,97**	0,98**	0,99**
	<i>rE</i>	1,00**	0,83**	0,09 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>
<b>ICF T</b>	<i>rP</i>		1,00**	0,98**	0,99**
	<i>rG</i>		1,00**	0,96**	0,99**
	<i>rE</i>		1,00**	0,30 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>
<b>M100G</b>	<i>rP</i>			1,00**	0,99**
	<i>rG</i>			1,00**	0,99**
	<i>rE</i>			1,00**	0,03 <sup>ns</sup>
<b>PROD</b>	<i>rP</i>				1,00**
	<i>rG</i>				1,00**
	<i>rE</i>				1,00**

382 \*; \*\*; ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste t.  
 383 Correlação fenotípica (*rP*), correlação genotípica (*rG*), correlação ambiental (*rE*).

384  
385 De forma geral, os sinais das correlações genéticas e ambientais foram iguais,  
386 indicando que o motivo das variações genéticas e ambientais influenciam os caracteres  
387 por meio dos mesmos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (Tabela 11). Em relação  
388 às correlações genéticas e fenotípicas, verifica-se que os sinais são iguais e os valores  
389 das correlações fenotípicas são ligeiramente superiores, especificamente para as  
390 correlações de índice de clorofila Falker Total *a* (ICF *a*) com índice de clorofila Total  
391 (ICF) e índice de clorofila Total (ICF T) com massa de 100 grãos (M100G), e isso  
392 indica que a expressão fenotípica é diminuída perante a influência ambiental.

393 Os índices de clorofila Falker *a* e Total apresentaram correlações fenotípicas e  
394 genéticas de magnitude muito forte entre eles que, segundo Shimakura e Ribeiro Júnior  
395 (2012), pode ocorrer devido às características estarem interligadas. Analisando a  
396 característica produtividade de grãos, que é o traço de maior importância da cultura,  
397 observa-se que as correlações fenotípicas e genéticas são de magnitude muito forte com  
398 todos os traços avaliados e podem, portanto, auxiliar na seleção indireta quanto a esse  
399 caráter. Diferentemente dos resultados encontrados por Públio Júnior et al. (2013) que,  
400 estudando a estimativa de parâmetros genéticos no feijão-frade, não constataram  
401 correlação significativa para massa de 100 grãos e produtividade.

402 Na prática, este resultado significa que, quanto maior os teores de clorofila Falker  
403 (*a* e Total) e maior massa de 100 grãos, maior será a produtividade. Os índices de  
404 clorofila Falker *a* e total estão diretamente relacionados à atividade fotossintética da  
405 planta, ou seja, quanto maior o teor de clorofila nas plantas, maior será a produção dos  
406 fotoassimilados e, conseqüentemente, maior a produtividade de grãos.

#### 407 **6.4 CONCLUSÕES**

- 408
- 409 1. A cultivar IPR Tangará foi superior para índice de clorofila *a*, Total e massa de 100  
410 grãos.
  - 411 2. A cultivar IPR Tangará apresentou maior eficiência ao tratamento FBN com  
412 inoculante *Rhizobium tropici* para a característica produtividade de grãos.
  - 413 3. A cultivar BRS Pérola apresentou resultados de produtividade de grãos superiores  
414 nos tratamentos de adubação mineral e orgânica.

415 4. Os traços avaliados apresentam grande variabilidade genética, com alta herdabilidade  
416 e correlação genética forte, o que possibilita a seleção indireta das características ICF  
417 *a*, Total e massa de 100 grãos com o objetivo de aumentar a produtividade de grãos.

418

419

## 6.5 REFERÊNCIAS

420 CASTRO, C. S. et al. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras  
421 tropicais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p. 48-54, 2016.

422 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados**  
423 **ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012, 514 p.

424 EL-NAHRAWY, S. M. Agro-morphological and genetic parameters of some cowpea  
425 genotypes. **Alexandria Science Exchange Journal**, v. 39, n. 1, p. 56-64, 2018.

426 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Arroz e  
427 Feijão. **Cultivo do Feijoeiro Comum**. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica. 2003.  
428 Disponível em: <[http:// sistemasdeproducao. cnptia. embrapa. br/ FontesHTML/  
429 Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima.htm)> . Acesso em: 23 de dezembro de 2020.

430 FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.  
431 **Ciência e Agroecologia**. v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

432 FERREIRA, M. M. R. et al. Reguladores vegetais e nitrogênio em cobertura em  
433 feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. **Revista Agrarian**, v.6, p.268- 280, 2013.

434 GONÇALVES, D. L. et al. Variabilidade genética de germoplasma tradicional de  
435 feijoeiro comum na região de Cáceres-MT. **Ciência Rural**, v.46, n.1, p.100-107,  
436 2016.

437 JOHNSON, H. W.; ROBINSON, H. F.; COMSTOCK, R. E. Estimation of genetic and  
438 environmental variability in soybeans. **Agronomy Journal**, v. 47, p. 314–318, 1955.

439 LEITE, J. et al. Genomic identification and characterization of the elite strains  
440 *Bradyrhizobium yuanmingense* BR 3267 and *Bradyrhizobium pachyrhizi* BR 3262

441 recommended for cowpea inoculation in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.  
442 49, n. 4, p. 703-713, 2017.

443 MAGALHÃES, A. C. M. de. et al. Production components of the cowpea under  
444 different doses of organic fertiliser. **Journal of Experimental Agriculture**  
445 **International**, v. 26, n. 5, p. 1-9, 2018.

446 MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S.; BORGES, W. L. Correção da acidez, adubação  
447 e fixação biológica. *In*: VALE, J. C. do; BERTINI, C.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão-**  
448 **caupi: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, cap. 5, p. 89-112, 2017.

449 MARTINS, J. D. L. et al. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no  
450 desempenho produtivo do feijão-comum. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p.  
451 369-376, 2015.

452 MELO, A. V. de. et al. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta  
453 cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina:**  
454 **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 411-420, 2011.

455 MENDES JÚNIOR, A. A.; BUENO, O. C. Participação da energia fóssil na produção  
456 dos fertilizantes industriais nitrogenados com ênfase na ureia. **Energia na Agricultura**,  
457 Botucatu, v. 30, p.442-447, 2015.

458 NUNES, V. et al. Adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijoeiro.  
459 **Ambiência Guarapuava**, v.13, n.3.p. 629-641, 2017.

460 OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e  
461 adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 81-84, 2001.

462 PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o**  
463 **Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**, 2013.

464 PUBLIO JUNIOR, E. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de  
465 feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 231-240, 2018.

466 RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética**  
467 **quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro.**  
468 Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

469 SANTI, A. L. et al. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro em plantio  
470 convencional. **Ciência Rural**, v.36, p.1079- 1085, 2006.

471 SANTOS, A. et al. Escolha de genitores de feijão-comum baseado na divergência  
472 genética. **Agrarian**, v. 8, n.29, 235-245, 2015.

473 SHIMAKURA, S.E.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. Departamento de Estatística da UFPR.  
474 **Estatística descritiva: interpretação do coeficiente de correlação.** 2012. Disponível  
475 em: <<http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node8.html>>. Acesso em: 12 agosto  
476 2020.

477 SILVA, J.; COSTA, R.; LOURENÇO, F. Efetividade da fixação biológica de  
478 nitrogênio para diferentes cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)  
479 recomendadas para Minas Gerais 1. **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, 2018.

480 SILVA, E. M. N. C. P. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico,  
481 convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, p.242-245, 2011.

482 SIVASUBRAMANIAM, P.; MENON, P. M. Inheritance of short statute in rice.  
483 **Madras Agricultural Journal**. v. 60, p. 1129-1133, 1973.

484 SORATTO, R. P. et al. Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após  
485 milho solteiro ou consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,  
486 Brasília, v.48, n.10, p.1351-1359, 2013.

487 SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e  
488 inoculação com rizóbio em feijoeiro-comum cultivado após milho consorciado com  
489 braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.370-377, 2011.

490 TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**, 6<sup>a</sup> Edição, Porto Alegre:  
491 Artmet, 2017. 888 p.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo são de grande relevância para o agricultor, uma vez que existem poucos trabalhos que visam identificar genótipos superiores de feijão-comum em diferentes estresses abióticos. As condições ambientais de cada região são peculiares, seja em relação aos índices pluviométricos ou à salinidade na água de irrigação, sendo necessário desenvolver pesquisas nas regiões específicas, principalmente na Região Nordeste, onde agricultores utilizam a irrigação demasiadamente e sem o controle da qualidade da água, o que conseqüentemente limita a sua produção e pode salinizar o solo.

Estudos que objetivam identificar o desempenho de diferentes cultivares de feijão sob diferentes adubações é de suma importância diante do cenário atual, pois com a alta do dólar, o custo da adubação química tem aumentado constantemente, dificultando esse trato cultural para o agricultor familiar. Para a cultivar BRS Pérola, a adubação mineral apresentou similaridade em relação à orgânica no que se refere à produtividade de grãos. Para a cultivar IPR Tangará, constatou-se que, quando foi submetida ao tratamento com FBN, apresentou melhor rendimento de grãos em relação à adubação mineral e ao tratamento testemunha. Estes resultados são promissores, no entanto, ainda se faz necessária a realização de mais estudos, em diferentes tipos de solo e com outras cultivares.

Neste trabalho foi constatada ampla variabilidade genética entre as cultivares, em todos os experimentos avaliados, possibilitando seleção para ganho na característica viável, via melhoramento genético do feijoeiro.