



**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CULTIVARES  
DE FEIJOEIRO FERTILIZADOS COM  
POLIFOSFATO DE AMÔNIO, SUPERFOSFATO  
SIMPLES, BIOESTIMULANTES E  
MICRONUTRIENTES**

**DANILO NOGUEIRA DOS ANJOS**

**2018**

**DANILO NOGUEIRA DOS ANJOS**

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CULTIVARES DE  
FEIJOEIRO FERTILIZADOS COM POLIFOSFATO DE  
AMÔNIO, SUPERFOSFATO SIMPLES, BIOESTIMULANTES  
E MICRONUTRIENTES**

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

**Orientador:  
Cláudio Lúcio Fernandes Amaral**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2018**

A619p Anjos, Danilo Nogueira dos.

Parâmetros genéticos de cultivares de feijoeiro fertilizados com polifosfato de amônio, superfosfato simples, bioestimulantes e micronutrientes. / Danilo Nogueira dos Anjos, 2018.

123f.

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 Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2018.

Inclui referência F. 106 – 123.

1. Feijão - Cultivo. 2. Adubação. 3. Biorreguladores. 4. Nutrientes. I. Amaral, Cláudio Lúcio Fernandes. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Área de concentração Fitotecnia. III. T.

CDD 635.652

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

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Área de Concentração em Fitotecnia

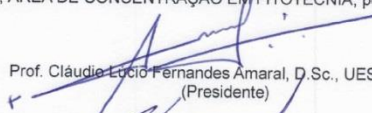
Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

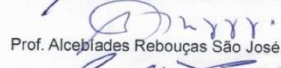
Título: "PARÂMETROS GENÉTICOS DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO FERTILIZADOS COM POLIFOSFATO DE AMÔNIO, SUPERFOSFATO SIMPLES, BIOESTIMULANTES E MICRONUTRIENTES".

Autor: Danilo Nogueira dos Anjos

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

  
Prof. Cláudia Lucio Fernandes Amaral, D.Sc., UESB-Jequié  
(Presidente)

  
Prof. Ramon Correia de Vasconcelos, D.Sc., UESB

  
Prof. Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB

  
Prof. Givaldo Dantas Sampaio Neto, D.Sc., IFMT- Diamantino

  
Prof. Raphael Maia Aveiro Cessa, D.Sc., IFBrasília-Planaltino

Data de realização: 05 de dezembro de 2018.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9363  
Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

*Aos meus pais Ednaldo Santana dos Anjos e Maria Auxiliadora Nogueira dos Anjos e meu irmão Murilo Nogueira dos Anjos por me ensinarem o conceito de família.*

*À minha esposa, Hellenn Thallyta Alves e Mendes, com muito amor*

***DEDICO.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu guia em minhas decisões e me auxiliar sempre em minha jornada;

Ao meu pai, Ednaldo Santana dos Anjos, exemplo paterno, alegre trabalhador e sempre amoroso.

A minha mãe, Maria Auxiliadora Nogueira dos Anjos, pelo carinho, honestidade, paciência e pela força que sempre me serviu de modelo;

Ao meu irmão, Murilo Nogueira dos Anjos, por ser um exemplo de bondade e companheirismo por toda a minha vida.

A minha esposa, Hellenn Thallyta Alves e Mendes, pelo companheirismo e por acreditar que tudo que sonhamos poderá ser realizado.

Ao orientador Cláudio Lúcio Fernandes Amaral pelo auxílio, dedicação e orientação na condução do experimento e do desenvolvimento da tese.

Aos professores da UESB em especial meu amigo, Ramon Correia de Vasconcelos, Otoniel Morais “*in memoriam*”, Alcebíades Rebouças São José e Anselmo Eloy Silveira Viana por todo o conhecimento transmitido, por terem sido verdadeiros educadores, pelo respeito e colaborações em toda a jornada acadêmica;

À equipe de trabalho: Ane Cangussu, Romana Mascarenhas, Vinicius Castro Araújo e Mara Jane Rocha pela ajuda e dedicação na condução do trabalho.

Aos professores DSc. Givaldo Dantas Sampaio e DSc. Raphael Maia Aveiro Cessa, por aceitar o convite em compor a banca de defesa e colaboração com a tese;

À UESB, por poder proporcionar esse importante passo em minha vida.

Ao IFMT por conceder a licença para a conclusão do doutorado.

MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

ANJOS, D. N. **Estimativas de parâmetros genéticos de cultivares de feijão comum submetidos à adubação com polifosfatos de amônio e superfosfato simples e à aplicação de bioestimulantes e micronutrientes.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2018. 125p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)

O efeito do tratamento de sementes com bioestimulantes e micronutrientes pode ser diferenciado de acordo com as cultivares de feijão utilizada e o efeito da adubação com o polifosfato de amônio. Em cultivares de feijão, ainda é pouco conhecido, com o objetivo de avaliar a estimativa dos parâmetros genéticos das cultivares de feijão submetido ao bioestimulantes e micronutrientes no tratamento de sementes e a adubação com polifosfato de amônio e superfosfato simples foram feitos dois experimentos. O experimento I, teve como delineamento experimental o inteiramente casualizado no arranjo fatorial com quatro tratamentos (Testemunha, Broadacre ZM, Broadacre ZM+ Booster e Broadacre ZM + Stimulate) e cinco cultivares de feijão comum (BRS Estilo, BRS Esplendor, IPR Tangará, IPR Tuiuiu e IPR Uirapuru). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por testes de vigor e de germinação. Os bioestimulantes e os tratamentos com micronutrientes melhoraram a qualidade fisiológica das sementes das cultivares Uirapuru e Tuiuiu em praticamente todas as características testadas e a cultivar Tangará apresentou maior vigor quando comparada as demais cultivares. No experimento II, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados no arranjo fatorial com três fatores : 5x2x2 com cinco cultivares: (Uirapuru, Tuiuiu, Tangará, Estilo e Esplendor); duas fontes de fósforo (Superfosfato Simples e Polifosfato de Amônio); dois níveis de adubações (alto e baixo). A dose alta de fósforo melhorou a maioria das características avaliadas, independente das fontes. As cultivares interagem de forma significativa com as fontes e com as doses na produtividade e utilizando o Super Simples a cultivar Estilo foi eficiente e responsiva, quando utilizou-se o polifosfato de Amônio a cultivar eficiente e responsivo foi a Tuiuiu. Em ambos os experimentos, as cultivares apresentaram herdabilidade alta e baixo ganho genético para a maioria das características, significando a ocorrência de genes não aditivos na determinação das características associadas, o que sugere como método de seleção de plantas individuais com teste de progênes e não a seleção massal.

**Palavras-chave:** Biorreguladores, Nutrientes, Adubação.

---

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

## ABSTRACT

ANJOS, D. N. Influence of biostimulants, micronutrients, ammonium polyphosphate and simple superphosphate in common bean cultivars. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2018. 125 p.. (Thesis - PhD in Agronomy, Area of Concentration in Phytotechnology)

The effect of seed treatment with biostimulants and micronutrients can be differentiated according to the bean cultivars used and the effect of fertilization with ammonium polyphosphate in bean cultivars is still little known. With the aim of evaluating the genetic parameters of bean cultivars submitted to biostimulants and micronutrients in seed treatment and fertilization with ammonium polyphosphate and single superphosphate, two experiments were carried out. The Experiment I, with a completely randomized experimental design with four treatments (Witness, Broadacre ZM, Broadacre ZM + Booster and Broadacre ZM + Stimulate) and five common bean cultivars (BRS Style, BRS Esplendor, IPR Tangará, IPR Tuiuiu and IPR Uirapuru). The physiological quality of the seeds was evaluated by vigor and germination tests. Biostimulants and micronutrient treatments improved the physiological quality of the seeds of the Uirapuru and Tuiuiu cultivars in practically all the characteristics tested and the cultivar Tangará presented greater vigor when compared to the other cultivars. In experiment II, a randomized complete block design was used in the factorial arrangement with three factors: 5x2x2 with five cultivars: (Uirapuru, Tuiuiu, Tangara, Estilo and Esplendor); two sources of phosphorus (Simple Superphosphate and Ammonium Polyphosphate); two levels of fertilization (high and low). The high dose of phosphorus improved most of the characteristics evaluated, regardless of sources. The cultivars interact significantly with the sources and the doses in the productivity and using the Super Simple the cultivar Estilo was efficient and responsive, when the ammonium polyphosphate was used the cultivar efficient and responsive was Tuiuiu. In both experiments, the cultivars presented high heritability and low genetic gain for most of the characteristics, meaning the occurrence of non-additive genes in the determination of the associated characteristics, which suggests as a method of selection of individual plants with progeny test and not mass selection.



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

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características morfológicas e fases do ciclo do feijoeiro.....19
- Tabela 2.** Combinações das cultivares de feijão com as adubações instaladas no experimento.....41
- Tabela 3.** Resultado da análise química de amostras de solo, coletada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na camada de 0 - 20 cm. Vitória da Conquista – BA, 2018.....43
- Tabela 4.** Teor de água, condutividade elétrica (C.E) e peso de mil sementes (PM) das sementes das cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista – BA, 2018.....49
- Tabela 5.** Resumo do quadro de análise de variância das características germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea da plântula (PA), diâmetro do coleto (DIA), comprimento das raízes das plântulas (RAIZ), peso das raízes das plântulas (PRAIZ) e peso da parte aérea das plântulas (MPA).....51
- Tabela 6.** Desdobramento da interação da porcentagem de germinação de sementes de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....52
- Tabela 7.** Desdobramento da interação da emergência de plântulas de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista, 2018.....53
- Tabela 8.** Desdobramento da interação do índice de velocidade de emergência de plântulas de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....55
- Tabela 9.** Desdobramento da interação do comprimento de plântulas (cm) de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....57
- Tabela 10.** Desdobramento da interação do peso da parte aérea de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....58

<b>Tabela 11.</b> Desdobramento da interação do comprimento das raízes de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....	59
<b>Tabela 12.</b> Desdobramento da interação da massa seca das raízes (gr.) de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.....	61
<b>Tabela 13.</b> Parâmetros genéticos das variáveis GERM, EMER, IVE, PA, RAIZ e MPA de sementes de cultivares de feijão comum submetidos a bioestimulantes e micronutrientes. 2018.....	62
<b>Tabela 14.</b> Resumo do quadro de análise de variância das características índice SPAD, massa seca da haste (MSH), índice de área foliar (IAF) e dias para o florescimento (FLOR) do experimento supersimples e polifosfato de amônio em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista – BA, 2018.....	66
<b>Tabela 15.</b> Desdobramento da interação entre fontes e doses da característica SPAD em cultivares de feijão em Vitória da Conquista – Bahia.2018.....	67
<b>Tabela 16.</b> Desdobramento da interação entre fontes e doses da característica SPAD em cultivares de feijão em Vitória da Conquista -Bahia. 2018.....	68
<b>Tabela 17.</b> Massa seca das hastes de cultivares de feijoeiro em função dos níveis adubação baixa e alta de fósforo e das fontes de fósforo. Vitoria da Conquista – BA. 2018.....	69
<b>Tabela 18.</b> Massa seca das folhas de cultivares de feijão em função dos níveis de adubação e das fontes de fósforo . Vitória da Conquista – Bahia, 2018.....	70
<b>Tabela 19.</b> IAF de cultivares de feijão em função das doses de fósforo em Vitória da Conquista – Bahia, 2018.....	72
<b>Tabela 20.</b> Resumo do quadro de análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista- Bahia. 2018.....	73
<b>Tabela 21.</b> Teores de fósforo em função dos níveis e fontes de fósforo do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	74

<b>Tabela 22.</b> Teor de fósforo em função da fonte Free fós e superfosfato simples experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	75
<b>Tabela 23.</b> Teor de Cálcio nas folhas em função da fonte Free fós e superfosfato simples experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	76
<b>Tabela 24.</b> Desdobramento da interação entre fontes e cultivares do Teor de Cálcio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	78
<b>Tabela 25.</b> Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de Cálcio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	78
<b>Tabela 26.</b> Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de potássio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	79
<b>Tabela 27.</b> Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de Magnésio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	80
<b>Tabela 28.</b> Resumo do quadro de análise de variância com as médias e o coeficiente de variação das características altura das plantas, altura da inserção da primeira vagem e diâmetro do caule do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista – BA. 2018.....	82
<b>Tabela 29.</b> Desdobramento da interação tripla das cultivares nas doses e fontes de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	83
<b>Tabela 30.</b> Desdobramento da interação tripla das fontes nas doses e cultivares de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	84
<b>Tabela 31</b> – Desdobramento da interação tripla das doses nas cultivares e fontes de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	85

<b>Tabela 32.</b> Altura da Inserção da primeira Vagem das cultivares de feijão comum submetidos ao SPS e o polifosfato de amônio em Vitória da Conquista, 2018.....	86
<b>Tabela 33.</b> Desdobramento da interação entre doses e fontes da altura da inserção da primeira vagem do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018.....	87
<b>Tabela 34.</b> Diâmetro do caule (mm) de cultivares de feijão em função das doses de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018.....	88
<b>Tabela 35.</b> Resumo do quadro de análise de variância das características UMI, NV e NG com os coeficientes de variação e as médias referentes ao experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista. 2018.....	89
<b>Tabela 36.</b> Número de vagens e número de grãos por planta de cultivares de feijão em função das doses de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018.....	90
<b>Tabela 37.</b> Resumo do quadro de análise de variância das características M100 e PROD com os coeficientes de variação e as médias referentes ao experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista. 2018.....	91
<b>Tabela 38.</b> Massa de 100 grãos (gr.) de cultivares de feijão em função das doses de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018.....	92
<b>Tabela 39.</b> Massa seca de 100 grãos (gr.) das cultivares de feijão comum submetidos ao SPS e o PA em Vitória da Conquista, 2018.....	93
<b>Tabela 40.</b> Desdobramento da interação entre fontes e cultivares da produtividade de grãos Kg.ha <sup>-1</sup> do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	94
<b>Tabela 41.</b> Desdobramento da interação entre doses e cultivares da produtividade de grãos Kg.ha <sup>-1</sup> do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.....	95

**Tabela 42.** Coeficientes de correlação de Pearson das características SPAD, MSH, MSF, IAF, ALT, AIV, DIA, CV, NV, GPV, UMI, M100, P, K, Ca, Mg e PROD do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista – Bahia.....101

**Tabela 43.** Parâmetros genéticos das variáveis SPAD, P, Ca, ALT, AIV e M100 de cultivares de feijão comum submetidos ao polifosfato de amônio e superfosfato simples Vitoria da Conquista. 2018.....102

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Variação diária de temperatura média (°C), precipitação pluviométrica (mm), e umidade média do ar (%), em Vitória da Conquista, BA, no período de 21 de setembro de 2017 a 08 de fevereiro de 2018.....44

**Figura 2.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108.....96

**Figura 3.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo via supersimples do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108.....98

**Figura 4.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo via freefós do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108...98

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REFERENCIAL TÉORICO</b> .....	18
2.1 Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ).....	18
2.2 Estádios fenológicos da planta de feijão.....	19
2.3 Fósforo no solo e no feijoeiro.....	20
2.4 Polifosfato de amônio e superfosfatos.....	22
2.5 Tratamento de sementes com micronutrientes .....	24
2.6 Tratamento de sementes com micronutrientes.....	27
2.7 Aspectos gerais do melhoramento genético do feijoeiro e estimativas do parâmetro genético.....	28
2.7.1 Coeficientes de variação genético.....	29
2.7.2 Herdabilidade.....	30
2.7.3 Ganho genético.....	32
2.7.4 Correlações entre caracteres.....	32
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
3.1 Experimento I – Tratamento de sementes com bioestimulantes e micronutrientes em cultivares de feijão comum.....	34
3.1.1 Local e período experimental.....	34
3.1.2 Delineamento e condução experimental.....	34
3.1.3 Características dos genótipos utilizados.....	35

3.1.4	Características dos bioestimulantes.....	36
3.1.5	Características do fertilizante líquido.....	38
3.1.6	Características a serem analisados.....	38
3.1.7	Determinação dos parâmetros genéticos.....	40
3.1.8	Análises Estatísticas.....	41
3.2	Experimento II – Polifosfato de amônio (PA) e superfosfato simples (SS) em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista.....	41
3.2.1	Local.....	41
3.2.2	Delineamento, condução e período experimental.....	42
3.2.3	Características dos adubos.....	43
3.2.4	Características analisadas.....	44
3.2.5	Correlação de Pearson.....	46
3.2.6	Determinação de parâmetros genéticos.....	47
3.2.7	Análise estatística.....	48
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>E</b>
	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
4.1	Experimento I.....	49
4.1.1	Teor de água, condutividade e massa de mil sementes.....	49
4.1.2	Quadro de análise de variância.....	50
4.1.3	Germinação.....	51
4.1.4	Emergência de plântulas.....	52
4.1.5	Índice de velocidade de emergência.....	54
4.1.6	Comprimento da parte aérea de plântulas.....	55
4.1.7	Peso da parte aérea.....	56
4.1.8	Comprimento de raízes.....	58



4.1.9	Massa seca das raízes.....	59
4.1.10	Parâmetros Genéticos.....	61
4.1.11	Conclusão experimento I.....	63
4.2	Experimento II.....	64
4.2.1	Análise do solo.....	64
4.2.2	SPAD, Massa seca das hastes, massa seca das folhas, índice de área foliar.....	65
4.2.3	Fósforo, Cálcio, Magnésio e Potássio nas folhas.....	73
4.2.4	Altura das plantas, altura da inserção da primeira vagem e diâmetro do caule.....	81
4.2.5	Umidade, número das vagens e grãos por vagem.....	89
4.2.6	Massa de 100 grãos e produtividade.....	91
4.2.7	Índice de eficiência e resposta.....	96
4.2.8	Correlação entre os caracteres.....	99
4.2.9	Estimativa dos parâmetros genéticos.....	102
4.2.10	Conclusões.....	105
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>106</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaesolus vulgaris* L.) é de suma importância no Brasil, em especial no Nordeste, devido ao seu elevado valor nutricional e o uso como alimento básico na dieta. Cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões do país, o alto consumo e a constante demanda, contribuem para que o Brasil seja o terceiro maior produtor de feijão do mundo. Após uma queda na safra de 2015/2016 com uma produção de 2,5 milhões de toneladas, o feijoeiro em 2016/2017 retoma a safra de altas produções ao atingir 3,2 milhões de toneladas, valor próximo ao recorde estabelecido na safra de 2007/2008 de 3,4 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Apesar do sucesso da produção, o cultivo do feijão apresenta baixo rendimento no país, de cerca de 1.395 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018), sendo que, o potencial genético para a espécie pode chegar à 5.000 kg.ha<sup>-1</sup> (MENTEN e outros, 2006). Vários fatores comprometem a produtividade e o desempenho do feijoeiro no campo, como por exemplo, a ausência de uso de sementes certificadas, resistência dos produtores por inovações tecnológicas no cultivo do feijão, falta de assistência técnica aos produtores, a não utilização de tecnologias que visem o aumento da produtividade, adubações desequilibradas, uso de cultivares não adaptadas para a região de cultivo, etc.

Entre os fatores que limitam a produtividade do feijoeiro, a adubação inadequada está entre os principais. A maioria dos solos brasileiros apresentam elevada acidez, baixa saturação de bases e baixos teores de fósforo. Dentre os nutrientes, o fósforo é o que mais limita a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros, isso ocorre, pois o ele é pouco móvel no solo e a maior parte fica adsorvida nos solos tropicais e subtropicais, característica associada à alta capacidade que esses solos têm em reter o fósforo na fase sólida, na forma de compostos de baixa solubilidade.

No Brasil, são escassos estudos que visam fornecer fósforo de forma líquida nos sulcos na cultura do feijoeiro, seja para suplementar ou como utilização da adubação convencional por meio dos fosfatados.

Outro aspecto importante que compromete a produtividade do feijoeiro é o baixo número de produtores que utilizam sementes certificadas, uma vez que tais sementes, além de apresentarem melhor controle fitossanitário, qualidade física e fisiológica, também expressam o máximo potencial genético.

Considerando a semente insumo agrícola de suma importância na lavoura, o tratamento de sementes apresenta-se como alternativa que pode auxiliar o estabelecimento da cultura e o aumento da produtividade do feijoeiro. Nos tratamentos de sementes, o uso de bioestimulantes e micronutrientes vem aumentando entre os produtores, porém ainda é pouco conhecido seus efeitos quando utilizados em diferentes cultivares.

Assim, são justificados os esforços em estudos que visam ao desenvolvimento de cultivares de feijão com maior capacidade de aproveitamento do fósforo e que apresentem melhores respostas relacionadas ao desenvolvimento inicial quando submetidas ao tratamento de sementes.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as estimativas dos parâmetros genéticos de cultivares de feijão comum, submetidos à adubação com polifosfatos de amônio e superfosfato simples e à aplicação de bioestimulantes e micronutrientes nas sementes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

A importância econômica da cultura do feijão se deve, principalmente por ser alimento humano rico em proteína, ferro, vitamina B<sub>1</sub> e fibra que compõe a base alimentar da população. Os maiores produtores mundiais de feijão, respectivamente são: Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por 59,4 % do total produzido no mundo, ou 15,8 milhões de toneladas. Observa-se que os Estados Unidos possui a maior produtividade (2,01 t.ha<sup>-1</sup>), seguidos de Myanmar (1.68 t.ha<sup>-1</sup>), Brasil (1,01 t.ha<sup>-1</sup>) e Índia (0,4 t.ha<sup>-1</sup>); demonstrando que o Brasil pode melhorar sua produção aumentando a produtividade. (FAOSTAT, 2017).

A safra brasileira de 2016/2017 obteve uma produção de 3,4 milhões de toneladas, a região nordeste foi responsável por cerca de 20% dessa produção com destaque para o estado da Bahia que é o maior produtor de feijão de sua região com 300.000 toneladas do grão produzidos e o quinto maior produtor do Brasil ficando atrás dos estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (CONAB, 2018).

Nesta safra o estado da Bahia teve a maior área plantada de feijão do país com 450.000 hectares, porém a produtividade no estado é baixa quando comparadas com os demais estados, a produtividade média do estado é de 667 kg.ha<sup>-1</sup> cerca de 42 % do principal produtor que é o Paraná com 1.588 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018)

O cultivo do feijoeiro encontra-se distribuída em todos os estados brasileiros, como cultura de subsistência por pequenos produtores rurais ou até mesmo em cultivos com alta tecnologia com uso de irrigação, de cultivares melhorada com uso adubações equilibradas e controle satisfatório de pragas, doenças e plantas daninhas (LOVERA e outros, 2011).

Existe uma diversidade de cores, tamanhos e formas das sementes que influenciam a preferência por determinada cultivar além de questões culturais e regionais (CARNEIRO e outros, 2005).

Na Bahia, existem três principais períodos de exploração da cultura: primeira safra (feijão das águas) semeado em novembro e dezembro, segunda safra (feijão das secas) semeado em fevereiro e março e a terceira safra (feijão de inverno) semeado em julho e agosto, sendo que nesta época o uso da irrigação é obrigatório (FERREIRA e outros, 2002).

O feijão no mercado nacional tem seus preços oscilando durante o ano. Na semeadura de inverno o uso da irrigação associado com novas técnicas de biotecnologia contribuem para que o produtor de feijão alcance um maior preço de seu produto em função da baixa oferta do feijão dos períodos tradicionais de colheita (EMBRAPA, 2005).

## 2.2 Estádios fenológicos da planta de feijão

O desenvolvimento do feijoeiro é separado em duas fases: a vegetativa e a reprodutiva. Na Tabela 1 encontram-se as etapas das fases de desenvolvimento propostas por Gepts e Fernandez (1982).

**Tabela 1.** Características morfológicas e fases do ciclo do feijoeiro

<b>Vegetativa</b>	V0	Iniciada a germinação da semente
	V1	Aparecimento dos cotilédones ao nível do solo (emergência)
	V2	Folhas primárias totalmente abertas
	V3	Abertura da primeira folha trifoliada e aparecimento da segunda folha trifoliada.
	V4	Abertura da terceira folha trifoliada
<b>Reprodutiva</b>	R5	Aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro rácemo.
	R6	Abertura da primeira flor
	R7	Surgimento das primeiras vagens
	R8	Início do enchimento da primeira vagem (maturação da semente)
	R9	Maturidade fisiológica

Fonte: (GEPTS e FERNÁNDEZ, 1982)

O agricultor tem recebido recomendações técnicas de manejo e tratos culturais por meio da escala do tempo (dias após a emergência), o que contribui na diminuição da eficiência do uso de fertilizantes (VINCENSI e outros, 2011). A utilização e o reconhecimento dos estádios fenológicos para

recomendação de adubos, aplicações de novas tecnologias e os tratos culturais são mais precisos, haja vista que o material genético tem desempenho diferente, variando de acordo com o ambiente em que o feijão é cultivado (COIMBRA e outros, 1999).

### **2.3 Fósforo no solo e no feijoeiro**

Segundo Barber (1984), o fósforo no solo pode ser dividido em quatro categorias: fósforo na forma iônica e em compostos na solução do solo; fósforo adsorvido na superfície dos constituintes minerais do solo; minerais cristalinos e amorfos de fósforo e componente da matéria orgânica. O mecanismo de difusão é o principal responsável pelo contato entre o fosfato e as raízes no solo e depende de fatores como a concentração do nutriente na solução, poder tampão do solo e o coeficiente de difusão do elemento no solo.

O fósforo é o nutriente que mais influencia na produtividade do feijoeiro na maioria dos solos brasileiros (ARF, 1994). Mas, em virtude de reações de adsorção em colóides minerais, precipitação ou conversão em formas orgânicas, grande parte do fósforo adicionado no solo torna-se não disponível, reduzindo a eficiência da adubação fosfatada (HOLFORD, 1997).

O fósforo é o nutriente que mais tem aumentado a produção de grãos (MALAVOLTA, 1972) e a metade da área agricultável do planeta apresenta problemas com baixa disponibilidade de fósforo às plantas. As reservas são finitas e sem sucedâneo, além disso, o aproveitamento desse nutriente no sistema agrícola não ultrapassa os 30 %, devido a sua rápida adsorção e precipitação no solo, quanto maior o contato do fósforo com o solo, maior sua adsorção pelas argilas e precipitação com Fe e Al, e menor a recuperação pelas plantas (REIS, 2007). No Brasil, em 90 % das análises de solo encontram-se teores considerados baixos de fósforo disponível, menores que  $10 \text{ mg.dm}^{-3}$  (MALAVOLTA, 1980).

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na

fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos (GRANT e outros, 2001).

Nascente e outros (2014) observaram que a aplicação de fontes de fósforo juntamente com o cálcio (supersimples, MAP + CaNO<sub>3</sub> e MAP + CaCO<sub>3</sub>) proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos e no teor e conteúdo de fósforo nos grãos do feijoeiro comum; além disso, o teor e o conteúdo de fósforo nos grãos do feijoeiro correlacionaram-se positivamente com a produtividade de grãos.

Cunha e outros (2014) testando doses de fósforo em plantas de feijoeiro consorciada com mamona verificaram que a fertilização fosfatada promove acréscimos de rendimento do feijoeiro e mamoneira em sistema consorciado.

Leal e Prado (2008) verificaram que as plantas de feijão que foram submetidas à deficiência de fósforo obtiveram diminuição do número de folhas, da altura da planta, do diâmetro de caule e da área foliar, diminuição da produção de matéria seca de folhas (93 %), caule (95 %) e raízes (88 %). Grant e outros (2001) relatam que a deficiência desse nutriente diminui o número de sementes por vagem, crescimento e o desenvolvimento das plantas de trigo. Alguns trabalhos verificaram incrementos positivos entre as doses de fósforo e a produtividade do feijoeiro (VALDERRAMA e outros 2009; SILVA e VAHL, 2002; MIRANDA e outros, 2000).

As limitações na disponibilidade de fósforo, no início do ciclo vegetativo, podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados (GRANT e outros, 2001), justificando, dessa forma, que o fornecimento desse nutriente seja feita de uma só vez na adubação de base.

## **2.4 Polifosfato de Amônio e Superfosfatos**

De acordo com Niemeyer (1999), os Polifosfatos ou fosfatos condensados, são compostos por cadeias em que cada P está ligado através de átomos de oxigênio, formando estruturas lineares, cíclicas ou ramificadas.

Dentre as diversas fontes de fósforo existentes na agricultura, os fosfatos totalmente acidulados são os mais utilizados no mundo para a correção de baixos teores de fósforo no solo (BARBOSA FILHO, 1984). Porém em solos ácidos com alto grau de intemperização, uma parte do fósforo pode tornar-se imediatamente indisponível pelos processos de adsorção nas superfícies de óxido de Fe/Al e minerais de argila e/ou precipitação como minerais secundários de fósforo ligado a ferro e alumínio (HAVLIN e outros, 2005).

Os polifosfatos são cadeias lineares polímeras que podem conter de dois a cem grupos de fosfatos e na agricultura não são populares no país, porém isso vem se modificando (PERES, 2014). Os polifosfatos se apresentam em sua maioria na forma de ortofosfatos (30 a 40 %) e pirofosfatos (50 a 55 %), sendo o restante constituído por tripolifosfatos e outras formas de fósforo mais condensadas (McBEATH e outros, 2007)

Existem diversos polifosfatos, por exemplo o de potássio, Ashmed e Hsu (1985) patentearam o polifosfato de potássio com o objetivo de aumentar o acúmulo de potássio e de fósforo em sua formulação eles combinaram o polifosfato de amônio e de um hidrolisado de proteínas em que a maioria da proteína foi hidrolisada a um polipéptido, dipeptido ou do estado de um único aminoácido. Entretanto, o polifosfato mais largamente utilizado é polifosfato de amônio e o número de pesquisas principalmente no Brasil com polifosfato de amônio via solo é escasso e de suma importância, uma vez que a maioria das culturas têm pouca eficiência em absorção de fósforo pelo adubos convencionais.

Segundo Franzen e Gerwing (1997), os polifosfatos quando



introduzidos no solo tem suas cadeias quebradas e se tornam novamente ortofosfatos para demonstrar esta hipótese os autores utilizaram um experimento com milho segundo esses autores, no qual as fontes são o ortofosfato e o polifosfato e os resultados da absorção pela planta são iguais em todas as doses aplicadas.

Entretanto, existem estudos que relatam dados diferentes do acima citado a exemplo do trabalho de Muraoka e Neptune (1977) que testando diversas fontes de fósforo na produção do feijoeiro em vasos com dois tipos de solo (Latosolo e Regossol), verificou que o polifosfato de amônio (PA) conjuntamente com o Superfosfato Simples (SFS) e o DAP proporcionaram plantas com maior quantidade de matéria seca e foi apontado conjuntamente com o super fosfato triplo e o DAP como os adubos que melhor disponibilizaram fósforo para a planta e em Latossolo o polifosfato de amônio e o DAP foram os adubos que deram melhor resultado em quantidade de matéria seca e quantidade de N e fósforo absorvidas.

Peres (2014), observou testando diferentes fontes de fósforo e micronutrientes em soqueiras de cana de açúcar, verificou aumento de produtividade de  $4,0 \text{ t.ha}^{-1}$  em relação aos tratamentos com o superfosfato triplo.

As diferentes formas de fósforo presentes nos polifosfatos fazem com que haja solubilidade diferencial dos compostos no solo afetando o grau de adsorção pelos constituintes do solo e a disponibilidade para as plantas (PERES, 2014; DICK e TABATAI, 1980).

Na realidade, todas as fontes fosfatadas solúveis são rapidamente solubilizadas no solo disponibilizando fósforo para a absorção pelas plantas. No entanto, o fósforo solúvel em água na forma de ortofosfato pode ser rapidamente convertido em formas não solúveis por meio de reações com minerais (RHEINHEIMER e outros, 2003; BASTOS, 2006). Devido à variabilidade dos produtos das reações do fósforo no solo (HEDLEY e MCLAUGHLIN, 2005), diferentes fontes fosfatadas solúveis podem

apresentar eficiências agronômicas diferenciada sob condições adversas, também dependentes das características texturais e mineralógicas do solo (CHIEN e outros, 2011).

## **2.5 Cultivares de feijão comum**

Uma estratégia para se conseguir boa produtividade, mantendo a estabilidade do agroecossistema, é o uso de variedades adaptadas à região (CARVALHO e WANDERLEY,2006), nesse contexto foram utilizadas cultivares fornecidas pela Empresa Brasileira de Agropecuária e Abastecimento –EMBRAPA e do Instituto Agronomico do Parana –IAPAR descritas abaixo:

### **2.5.1 BRS Esplendor**

A cultivar se originou de um cruzamento em 1992, entre linhagens da Empresa Brasileira de Agropecuária Brasileira – EMBRAPA Arroz e Feijão e após sucessivas seleções e testes de Valor de Cultivo e Uso – VCU. Pertencente ao grupo preto a cultivar é lançada em 2009 e possui uniformidade de coloração e de tamanho de grão, massa média de 100 grãos de 21,0 gramas e tempo médio de cozimento de 31 minutos.

A cultivar BRS Esplendor, sob inoculação artificial, é resistente ao mosaico-comum e aos patótipos 23, 55, 64, 71, 73, 89, 97, 127 e 453 de *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal da antracnose. Nos ensaios de campo, apresentou reação intermediária a ferrugem, crestamento bacteriano comum e murcha de fusário, e reação de suscetibilidade à mancha angular e ao mosaico-dourado.

A cultivar BRS Esplendor apresenta arquitetura de plantas ereta, com resistência ao acamamento, sendo adaptada à colheita mecânica direta e apresentando ciclo normal (de 85 a 90 dias, da emergência à maturação fisiológica). Apresentou média em 12 estados de 2150 Kg.ha<sup>-1</sup> e segundo a os autores tem potencial produtivo de 4150 Kg.ha<sup>-1</sup> (COSTA e outros, 2009).

### **2.5.2 BRS Estilo**

A cultivar destaca-se pela sua arquitetura de planta ereta, alto potencial produtivo, além da resistência a oito patótipos do fungo causador da antracnose e ao mosaico-comum.

A cultivar BRS Estilo possui uniformidade de coloração e de tamanho de grão, massa média de 100 grãos de 26 gramas e tempo de cozimento de 26 minutos, com resistência ao acamamento, sendo adaptada à colheita mecânica direta e apresentando ciclo normal (de 85 a 90 dias, da emergência à maturidade fisiológica). Em 134 ensaios de VCU conduzidos de 2003 a 2009, a cultivar apresentou 6,3 % de rendimento superior quando comparadas a testemunhas : (Pérola, Iapar 81, BRS Horizonte, BRS Requite e IPR Juriti) (MELO e outros, 2009).

### **2.5.3 IPR Tuiuiu**

Cultivar pertencente ao grupo preto apresenta potencial de rendimento de 3950 Kg.ha<sup>-1</sup> o ciclo médio da emergência a colheita é de 88 dias, tolerância intermediária a temperaturas elevadas e a seca ocorridas durante a fase reprodutiva e tolerância a baixa disponibilidade de fósforo e acidez do solo.

Apresenta-se como resistente a murcha de *Fusarium* e ao mosaico comum e moderadamente resistente a ferrugem, mancha angular e oídio, moderadamente suscetível a murcha de *Curtobacterium* e suscetível a antracnose e crestamento bacteriano comum, hábito de crescimento indeterminado tipo II e porte ereto favorecendo a colheita mecânica direta.

. Em avaliações efetuadas no Paraná entre 2005 e 2008 a cultivar apresentou rendimento médio 14,48 % superior a média das testemunhas IPR Uirapuru e FT Nobre. As sementes apresentam tempo médio de cozimento de 17 minutos, teor médio de proteína de 24%, teor médio de Fe de 7 mg/100 g e teor médio de Zn de 4 mg/100 g. O peso médio de mil sementes é de 227 g

(IAPAR, 2018).

#### **2.5.4 IPR Tangará**

Cultivar pertencente ao grupo carioca, registrada para cultivo a partir de abril de 2008. Apresenta hábito de crescimento indeterminado, plantas de porte ereto com guias longas e ciclo médio de 87 dias da emergência a colheita e potencial produtivo médio de 3.326 kg/ha. Possui resistência ao mosaico comum, murcha de *curtobacterium*, murcha de *Fusarium* e ferrugem e resistência moderada ao oídio e mancha angular e suscetibilidade a antracnose e crestamento bacteriano comum. Apresenta tolerância intermediária a altas temperaturas e à seca ocorridas durante a fase reprodutiva.

Em 18 ambientes no estado do Paraná a cultivar apresentou rendimento similar a cultivar IPR Juriti e superou em 11 % o rendimento da cultivar IAPAR 81

As sementes apresentam tegumento de cor bege clara com listras marrom-claras, tempo médio de cozimento de 28 minutos e teor médio de proteínas de 22%. O peso de mil sementes é de 290 g (IAPAR, 2018)

#### **2.5.5 IPR Uirapuru**

Cultivar do grupo preto, de ampla adaptação, registrada para cultivo a partir de julho de 2000. Apresenta hábito de crescimento indeterminado, porte ereto, guias curtas, com possibilidade de colheita mecânica. O tempo médio até o florescimento é de 43 dias, o ciclo médio é de 86 dias da emergência a colheita. Apresenta-se como resistente à ferrugem, oídio e mosaico comum e suscetível à antracnose, crestamento bacteriano comum, murcha-de-*curtobacterium*, murcha de *Fusarium* e mancha angular. Tem apresentado boa tolerância a déficit hídrico e alta temperatura ocorridos durante a fase reprodutiva, também se mostrou relativamente eficiente em condições de baixa disponibilidade de fósforo. As sementes apresentam tegumento preto,

teor médio de proteína de 21 % e tempo médio de cozimento de 28 minutos. O peso médio de mil sementes é de 246 g (IAPAR, 2018).

## **2.6 Tratamento de sementes com bioestimulante**

De acordo com Marcos Filho (2012), a semente é considerada o mais importante insumo agrícola, visto que, além de conduzir na lavoura as características genéticas, contribui de forma decisiva no estabelecimento da cultura o que constitui fator determinante para a produção rentável. Entre as ferramentas que podem facilitar a emergência, crescimento inicial e torná-las mais resistentes às adversidades enfrentadas no estabelecimento da cultura estão os tratamentos de sementes com bioestimulantes e micronutrientes (BONTEMPO e outros, 2016; BINSFELD e outros, 2014).

Klahold e outros, (2006) definem bioestimulantes como substâncias naturais ou sintéticas, oriundos da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes.

A maioria dos bioestimulantes disponíveis no mercado são compostos de auxinas, citocininas e ácido giberélico. As auxinas promovem formação de raízes laterais e adventícias, além de estarem envolvidas na permeabilidade das membranas e possuem ação característica no alongamento celular. As citocininas regulam a divisão e a diferenciação celular. E as giberelinas estão envolvidas na germinação das sementes, tanto na superação da quiescência de algumas espécies, como no controle de hidrólise das reservas ( BONTEMPO e outros, 2016).

Os bioestimulantes favorecem a expressão do potencial genético das plantas mediante alterações dos processos vitais e estruturais, promovendo um equilíbrio hormonal e estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (SILVA e outros, 2008 e KOLLING e outros, 2016). O uso de bioestimulantes

no tratamento de sementes ainda possui efeitos contraditórios pois, alguns autores não observaram efeito do produto nos testes avaliados na cultura do milho (KOLLING e outros, 2016; FERREIRA e outros 2007), porém outros trabalhos apontam que os bioestimulantes melhoram os rendimentos da cultura da soja (KLAHOLD, 2006).

Os resultados contrastantes são em função de diversos fatores, tais como espécie da planta, tempo de exposição do produto a sementes, condições ambientais e a hipótese que vem sendo apontada por alguns trabalhos como (MOTERLE e outros, 2008 e BUCHANAN e outros, 2001) é que as cultivares demonstram efeito de forma diferenciada aos bioestimulantes pois, a absorção dos produtos pelas cultivares ocorrem de formas distintas devido às características morfológicas e fisiológicas das sementes de cada cultivar e, ou, por apresentar menor ou maior sensibilidade a estas substâncias.

## **2.7 Tratamento de sementes com micronutrientes**

A utilização do tratamento de sementes com micronutrientes vem aumentado entre produtores, porque além de ser uma via que permite uniformidade de distribuição de pequenas doses, as quais podem ser aplicadas com precisão (LOPES e SOUZA, 2001) pode auxiliar no desenvolvimento inicial das plântulas e incrementar no potencial germinativo

De acordo com Menten e Moraes (2010) tratamento de sementes, no sentido amplo, é a aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético. Inclui a aplicação de defensivos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, etc. ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos, a exemplo do zinco, considerando-se que ele é um importante ativador enzimático e que a atividade enzimática e o bom funcionamento das membranas celulares são indispensáveis para a germinação, visto que interferem na síntese e degradação de compostos durante a mobilização das

reservas, assim como na expansão, divisão e crescimento celular, que ocorrem durante a germinação (NONOGAKI e outros, 2010). Como também o manganês, elemento que está diretamente relacionado à formação de lignina, substância encontrada na parede celular conferindo-lhe impermeabilidade. Este elemento também tem efeito significativo sobre a capacidade e a velocidade de absorção de água através do tegumento, interferindo assim, na quantidade de líquidos liberados para o meio externo durante a fase de embebição do processo de germinação de sementes (TEIXEIRA e outros, 2005).

## **2.8 Aspectos gerais do melhoramento genético do feijoeiro e estimativas de parâmetros genéticos**

No Brasil, o melhoramento do feijoeiro tem sido desenvolvido quase que exclusivamente por instituições públicas, dentre estas instituições podem ser citadas a Empresa de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), na Embrapa Arroz e Feijão, e empresas estaduais de pesquisa como a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epanig), e as universidades federais e estaduais (ex. Universidade Federal de Viçosa e Universidade Federal de Lavras) (VIEIRA e outros 2005). A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia também vem contribuindo com trabalhos de melhoramento genético em diversas culturas como feijão caupi e girassol. (MEIRA e outros 2017; BRITTO, 2017; SANTOS e outros 2017)

O melhoramento genético do feijoeiro tem por objetivos principais o desenvolvimento de novas cultivares com maior capacidade de produzir sementes e resistências as doenças. Além disso, também objetiva-se obtenção de plantas apropriadas para colheita mecanizada e resistentes a seca entre outras características (VIEIRA e outros 2005).

O feijoeiro é uma planta autógama, que apresenta cleistogamia, ou seja, os órgãos femininos e masculinos são protegidos pelas pétalas, sendo que, os grãos de pólen caem no estigma por ocasião da antese. Desse modo, os métodos de melhoramento utilizados para a espécie são comuns as plantas autógamas como a introdução de germoplasma, seleção de linhas puras, hibridação e condução da população de segregante (método de genealógico, método de bulk e seleção da descendência de uma semente única-SSD), e a seleção recorrente. Nesse sentido, as estimativas de parâmetros genéticos são úteis para a escolha do método de seleção mais eficaz de acordo com os objetivos do programa (CRUZ, 2006).

Os estudos dos parâmetros genéticos, como coeficiente de variação fenotípico, genotípico e ambiental, herdabilidade, ganhos genéticos e correlação entre caracteres têm grande importância em programas de melhoramento, pois por meio destes é possível conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (ROCHA e outros, 2003).

As estimativas dos parâmetros de herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas e ganho esperado de seleção permitem a obtenção de informações a respeito da natureza da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres; escolha do esquema mais adequado de seleção a ser adotado; informações a respeito de quais características deverão ser selecionadas em gerações precoces ou avançadas e; estimativas dos progressos esperados com a seleção. (VENCOVSKY, 1987).

### **2.9.1 Coeficientes de variação genético**

O coeficiente de variação genético constitui um valioso indicador da grandeza relativa das mudanças possíveis de serem conseguidas em cada característica, por meio da seleção (MORAIS, 1992).



Lopes e outros (2001), estudando a variabilidade e o potencial genético de 28 linhagens de feijão-caupi, constataram que entre os genótipos e linhagens, na maioria dos caracteres, ocorreu uma ampla variabilidade genética, tendo sido o caráter produtividade de grãos secos o que apresentou maior estimativa para o coeficiente de variação genético de 23,90 %, também com o feijão caupi.

Andrade e outros (2010), avaliaram quatorze genótipos (linhagens e cultivares) de feijão de vagem roxa e grãos brancos do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte concluiu que existe um alto componente genético na expressão fenotípica de todos os caracteres estudados, com grande probabilidade de ganhos genéticos em ciclos adicionais de seleção com base no fenótipo para o melhoramento do feijão fresco e que a seleção de genótipos de feijão-caupi de alta produtividade e precoces é mais fácil do que a seleção de genótipos de alta produtividade e tardios, no melhoramento para feijão fresco.

Vieira e outros (2009) avaliando a estimativa de parâmetros genéticos em famílias de seleção recorrente para produtividade em feijoeiro comum de grãos carioca verificaram que existe ampla variabilidade genética dentro da população base do programa de seleção recorrente para tipo de grão carioca com os genótipos utilizados, para a característica produtividade de grãos.

### **2.9.2 Herdabilidade**

Herdabilidade, representada pelo símbolo  $h^2$ , é um coeficiente genético que expressa a relação entre a variância genotípica e a variância fenotípica, ou seja, mede o grau de correspondência entre fenótipo e valor genético que é, em última instância, aquilo que influencia a próxima geração (FALCONER, 1987). Ela expressa a confiabilidade do valor fenotípico como indicação do valor genético (FALCONER, 1987). É um conceito exclusivo da genética quantitativa, que é inerente a natureza de caracteres quantitativos (COMSTOCK 1996) É um dos parâmetros

genéticos mais utilizados pelos melhoristas, que permite estimar o progresso e as possibilidades de sucesso com a seleção antecipadamente, além de refletir as proporções da variação fenotípica que podem ser herdadas (RAMALHO e outros, 2000).

Para caracteres que apresentam alta herdabilidade, a seleção nas gerações iniciais de autofecundação é eficiente. Por sua vez, a seleção deve ser realizada nas gerações avançadas em caracteres que apresentam baixa herdabilidade, dado que o aumento da homozigose propicia um aumento na herdabilidade no sentido restrito (FALCONER & MACKAY, 1996).

É uma medida em que é observada a proporção da variação fenotípica que é devida a fatores genéticos. Podem ser feitas mensurações para a herdabilidade no sentido amplo ( $h^2_a$ ) que envolve todas as variâncias do componente genético total e a herdabilidade no sentido restrito ( $h^2_r$ ) que considera apenas a variância aditiva do componente genético, importante por fixar a seleção na maioria dos casos e por fornecer maiores auxílios aos melhoristas (RAMALHO e outros, 2000).

Ressalta-se que o seu valor é influenciado pelas propriedades do caráter da população estudada e das condições ambientais que o experimento foi avaliado (FALCONER, 1987)

Rosa e outros (2010) estudaram o teor de zinco em duas populações de feijão comum e as estimativas de herdabilidade no sentido amplo ( $h^2_a$ ) foram de 54,28 % e 74,46 % e as estimativas de ( $h^2_r$ ) foram de 57,46 % e 77,84 %. Os altos valores para ( $h^2_r$ ) indicam que a variância genética aditiva é o maior componente da variância genética.

### **2.9.3 Ganho Genético**

O ganho genético é um dos efeitos básicos da seleção obtido por meio da alteração na frequência alélica e genotípica, objetivando uma melhor resposta à seleção que é proporcionada diretamente pela herdabilidade do

caráter associada à pressão de seleção aplicada pelo melhorista (BUENO e outros, 2001). Portanto, quanto maior a pressão de seleção maior será o diferencial de seleção e conseqüentemente, o progresso genético. Porém, uma alta pressão de seleção pode implicar na drástica redução da variabilidade genética. As condições ambientais em que o experimento é submetido também interferem no ganho de seleção, pois o ambiente influencia nas estimativas dos coeficientes de herdabilidade (PATERNIANI e MIRANDA FILHO, 1987; VENCOVSKY, 1987).

#### **2.9. 4 Correlações entre caracteres**

A correlação corresponde ao parâmetro estatístico que mede o grau de associação entre duas variáveis (RAMALHO e outros, 2012). Os estudos de correlações têm grande importância em programas de melhoramento, porque possibilita ao melhorista saber como a seleção para um caráter influencia a expressão de outro, principalmente quando a seleção de um caráter desejável apresenta dificuldades, por se tratar de um caráter de baixa herdabilidade e por apresentar problemas de medição ou identificação. Estas correlações podem ser realizadas a partir da medida de dois caracteres em certo número de indivíduos na população, com o objetivo de aprimorar o material genético para um conjunto de características. Possui causas tanto genéticas quanto ambientais, sendo que somente as causas genéticas envolvem associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada em programa de melhoramento (CRUZ e REGAZZI, 1994).

A existência de correlação genética indica que no controle genético dos dois caracteres, existem genes pleiotrópicos e/ou ligados. A pleiotropia é o fenômeno genético em que um gene tem efeito em mais de um caráter ao mesmo tempo. Por sua vez, a correlação devido à ligação se dá quando os genes que tem efeito nos caracteres estão no mesmo cromossomo ou próximos (RAMALHO e outros, 2012).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Experimento I - Tratamento de sementes com bioestimulantes e micronutrientes em cultivares de feijão comum**

##### **3.1.1 Local e período experimental**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, localizado a 14° 53' de latitude Sul e 40° 67' de longitude Oeste com clima tropical de altitude (Cwa), de acordo com Köppen, entre 05 de dezembro de 2017 a 01 de fevereiro de 2018. O município tem em média 923 metros de altitude, temperatura média anual de 21° C e a pluviosidade média anual é 730 mm concentradas principalmente nos meses de novembro a janeiro.

##### **3.1.2 Delineamento Experimental e Condução do Experimento**

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições no arranjo fatorial com cinco cultivares de feijão sendo três do grupo preto (BRS Esplendor, IPR Tuiuiu e IPR Uirapuru) e duas do grupo carioca (IPR Tangara e BRS Estilo) e quatro tratamento de sementes (Testemunha; Broadacre ZM; Broadacre ZM + Booster e Broadacre ZM + Stimulate). As sementes foram adquiridas do Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Arroz e Feijão. A fonte dos micronutrientes utilizados com zinco e manganês foi o fertilizante mineral Broadacre ZM e os bioestimulantes utilizados foram o Stimulate e o Booster. O contato das

sementes com as respectivas soluções contendo os micronutrientes e o bioestimulante foi agitado vigorosamente durante quatro a cinco minutos, visando uniformizar a distribuição do tratamento sobre a massa de sementes. Os tratamentos foram aplicados nas sementes acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 2,0 kg, com o auxílio de uma pipeta graduada.

### 3.1.3 – Características dos Bioestimulantes

#### **Booster®**

Booster® Zn/Mo é um produto líquido que contém 2,3 % molibdênio (Mo) e 3,5 % de zinco (Zn), 3,0 % de cobre, 0,10 % de zinco, auxina e citocinina, fabricado pela empresa Agrichem, o Booster é um produto que melhora a recuperação e a sobrevivência das plantas em condições de stress. Ajuda também no desenvolvimento de caules mais fortes e aumenta a resistência das raízes. Os nutrientes contidos nesse produto também propiciam um melhor desenvolvimento do sistema radicular, promovendo uma maior quantidade de radículas, o que aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas (AGRICHEM, 2008).

Na composição do Booster, além dos elementos zinco e molibdênio, os quais são essenciais na rota de produção de hormônios, como aia e aba (reguladores de crescimento), contém também o extrato da alga *Ecklonia maxima* que, por ser de origem vegetal, facilita o processo de reconhecimento dos compostos do produto, aumentando seu tempo de resposta e ação. No Brasil, vem se destacando como um dos produtos mais vendidos da linha de alta tecnologia da Agrichem.

#### **Stimulate®**

O Stimulate é um produto fabricado pela empresa Stoller do Brasil, seu nome comum é Citocinina (cinetina) + Ácido Indol-Butírico + Ácido Giberélico (GA3) e possui em sua composição 0,09 g L<sup>-1</sup> de cinetina + 0,05 g L<sup>-1</sup> de ácido indol-butírico + 0,05 g.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e 4 % de

molibdênio. É classificado como pouco Tóxica e de formulação concentrada solúvel (STOLLER DO BRASIL, 1998). A empresa aponta que a principal função do produto é estimular as raízes para um aproveitamento maior de nutrientes e de água para que a cultura tenha um melhor desempenho no campo.

#### **3.1.4. Característica do fertilizante líquido**

##### **Broadacre® ZM**

Fertilizante líquido que tem na sua composição 14 % de zinco e 19,56 % de manganês de acordo com Agrichem, 2018 a alta concentração desses elementos permite o uso do produto no tratamento de sementes e aplicações foliares com máxima eficiência e a aplicação de zinco no tratamento de sementes permite às plantas, potencializar suas características produtivas.

#### **3.1.5 Características a serem analisadas**

**Teor de água:** As sementes foram pesadas e colocadas na estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas, com circulação forçada de ar para a determinação da umidade (RAS, 2009);

**Teste de condutividade elétrica:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, para cada unidade experimental, sendo pesadas em balança analítica com precisão de um miligrama e colocadas em copos plásticos, contendo 75 mL de água destilada, permanecendo em estufa incubadora a uma temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 h. Posteriormente, o conteúdo dos copos foram agitados suavemente com bastão de vidro, e a condutividade, medida sem filtrar a solução. A condutividade elétrica foi determinada em condutivímetro e os valores médios da condutividade elétrica para cada repetição foram expressos em micromhos  $\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$  de sementes (VIEIRA, 1994);

**Massa de mil sementes:** Realizadas nas sementes não tratadas, foram utilizadas amostras formadas ao acaso, com oito repetições de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão. O resultado obtido foi a média das quatro determinações, expressa em gramas e corrigidas a 13 % de umidade (RAS, 2009);

**Germinação:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel *germitest* umedecidos em 2,5 vezes o peso do papel seco com água destilada e mantidos em germinador regulado a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco dias após o início do teste (RAS, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais emergidas;

**Emergência e índice de velocidade de emergência:** avaliadas nas bandejas de alumínio com solo retirado da área experimental do campus. As anotações de emergência foram realizadas diariamente, sendo que, no 12º dia, o número de plântulas emergidas estabilizou-se, finalizando, assim, as avaliações. A emergência final foi obtida pela soma do total das plântulas emergidas em cada tratamento. O índice de velocidade de emergência foi obtido por meio de fórmula proposta por Maguire (1962);

**Comprimento de parte aérea das plântulas e raízes:** foram determinados ao final do teste de emergência, com o auxílio de uma régua milimétrica, o comprimento das plântulas (do solo até o ápice da parte aérea) e raízes (do solo até o ápice das raízes em 10 plantas por parcela coletadas aleatoriamente sendo os resultados expressos em centímetros.

**Massa seca da parte aérea e das raízes:** as 10 plântulas que foram avaliadas no comprimento de plântulas foram separadas e removeram-se os cotilédones e em seguida, foi feito um corte com o bisturi para separar a parte aérea da plântula e as raízes. Após a separação cada parte foi acondicionada em sacos de papel e colocada para secar em estufa com circulação de ar, a 80 °C, durante 24 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e em seguida pesadas, determinando-se a massa de

matéria seca da parte aérea e das raízes das plântulas, sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

**3.1.7 Determinação dos parâmetros genéticos:** As estimativas de parâmetros genéticos foram determinadas utilizando metodologia apresentada por OYIGA e UGURU, 2010; SUNDAY e outros, 2007.

#### **Variabilidade genotípica, fenotípica e ambiental**

$$Vg = \frac{MSg - MSe}{r} \quad Vp = \frac{MSg}{r} \quad Ve = \frac{MSe}{r}$$

Sendo

VG = Variância genotípica;

VP = Variância fenotípica;

VE= Variância ambiental;

Msg = quadrados médios do genótipos;

Mse = quadrado médio do erro;

r = números de repetições.

#### **Coefficiente de variação genotípico, fenotípico e ambiental**

$$CVG = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{X}} \times 100 \quad CVP = \frac{\sqrt{VF}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CVE = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{X}} \times 100$$

Sendo

CVP = coeficiente de variação fenotípica;

CVG = coeficiente de variação genotípica;

CVE = coeficiente de variação ambiental;

$\bar{X}$  = média geral de cada tratamento.

#### **Herdabilidade**



$$h^2 = \frac{VG}{VF}$$

VG = variabilidade genotípica;

VF = variabilidade fenotípica.

### **Ganho genético**

$$\Delta G = i\Delta p h^2$$

i = corresponde a constante (que corresponde a 2,06 quando a intensidade de seleção é de 5%);

$\Delta p$  = corresponde ao desvio padrão da variância fenotípica;

$h^2$  = herdabilidade.

### **3.1.6 Análises estatísticas**

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade pelo programa SAEG 9.1 (SAEG, 2007) e a análise de variância utilizando-se o *software* SISVAR (FERREIRA, 2010) as médias foram comparadas pelo teste de Skott Knott, a 5 % de probabilidade.

## **3.2 Experimento II – Polifosfato de Amônio (PA) e Superfosfato Simples (SFS) em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista**

### **3.2.1 Local**

O experimento foi implantado na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) localizada no Campus de Vitória da Conquista - BA, Brasil, a 850 m de altitude, coordenadas geográficas de 14°51' de latitude Sul e 40°50' de longitude Oeste. O clima regional é classificado como tropical de altitude (Cwa), de acordo com Köppen, com pluviosidade média anual em torno de 735 mm.

### **3.2.2 Delineamento, Condução e período experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no arranjo fatorial 5x2x2 com cinco cultivares: (Uirapuru, Tuiuiu, Tangara, Estilo e Esplendor); duas fontes de fósforo (Superfosfato Simples e Polifosfato de Amônio); dois níveis de adubações (alto e médio), sendo a dose média com superfosfato simples a de 50 mg P.kg<sup>-1</sup> de solo e a alta com 200 mg P.kg<sup>-1</sup>. As doses com o PA foi a baixa com 4 mL por vaso com

capacidade de 30 litros e a alta com 16 mL de Polifosfato de Amônio por vaso, sendo este misturado com água na proporção de 100 mL do produto em 1L de água. As doses do superfosfato simples foi escolhida com base em trabalhos com feijão em vasos (FAGERIA, 1998; BAESSO e outros, 2005). A dose do polifosfato de amônio foi baseada em pré-testes de toxicidade na emergência de plântulas e com informações cedidas pela empresa que afirma recomenda o uso do produto na equivalência de 16 litros do produto para 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de P. Totalizaram 20 tratamentos conforme demonstrado na tabela 2:

**Tabela 2** – Combinações das cultivares de feijão com as adubações instaladas no experimento.

TRAT	CULTIVAR	ADUBAÇÃO
1	IPR-Uirapuru	50mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
2	IPR-Uirapuru	200mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
3	IPR-Uirapuru	4 mL de PA por vaso
4	IPR-Uirapuru	16 mL de PA por vaso
5	IPR-Tuiuiu	50mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
6	IPR-Tuiuiu	200mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
7	IPR-Tuiuiu	4 mL de PA por vaso
8	IPR-Tuiuiu	16 mL de PA por vaso
9	IPR-Tangará	50mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
10	IPR-Tangará	200mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
11	IPR-Tangará	4 mL de PA por vaso
12	IPR-Tangará	16 mL de PA por vaso
13	BRS Estilo	50mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
14	BRS Estilo	200mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
15	BRS Estilo	4 mL de PA por vaso
16	BRS Estilo	16 mL de PA por vaso
17	BRS Esplendor	50mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
18	BRS Esplendor	200mg P.kg <sup>-1</sup> de solo de SS
19	BRS Esplendor	4 mL de PA por vaso
20	BRS Esplendor	16 mL de polifosfato de amônio por vaso

A parcela foi constituída de 4 plantas por vaso, sendo duas plantas para análises destrutivas feitas no florescimento de cada cultivar e duas para as avaliações na colheita.

No dia 21 de setembro de 2017 o solo foi corrigido com  $1,54 \text{ g.Kg}^{-1}$  de calcário magnesiano com o objetivo de elevar a saturação por bases a 70 %, levando em referência a análise do solo coletada no dia 11 de setembro do corrente ano. No dia 23 de outubro foi realizado a adubação com  $300 \text{ mg.Kg}^{-1}$  de solo de N e K com Cloreto de potássio e Ureia e no dia 14 de novembro foi realizada a semeadura com 8 sementes por vaso semeadas a uma profundidade de 3 cm.

No dia 27 de novembro aos 13 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste com a finalidade de se manter 4 plantas por vaso.

A partir do 37 DAS quando os tratamentos apresentavam mais de 50 % das plantas com flores, as mesmas foram encaminhadas aos Laboratórios de Melhoramento e Produção vegetal e para o Laboratório de Sementes da UESB, para aferição das características agrônômicas.

Quando cada tratamento atingiu a maturidade fisiológica foram colhidas e encaminhadas ao Laboratório de Sementes para aferição das características dos componentes de produtividade.

### 3.2.3 Características dos Adubos

**Polifosfato de Amônio:** O PA utilizado foi da marca comercial Free Frós da empresa Agrichem, o produto possui elevada concentração em Fósforo, tendo como grande diferencial a sua exclusiva formulação de liberação controlada. Elemento importante na aquisição energética da planta, sendo um dos elementos essenciais ao desenvolvimento pleno da cultura (AGRICHEM, 2015). Possui 37 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 11 % de N, em cada litro do produto existem 532 gramas de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 158,4 gramas de N.

**Superfosfato Simples:** É um adubo ortofosfatado vastamente utilizado na agricultura com garantia mínima de 16 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e possui como características: Fósforo determinado como  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em citrato neutro de

amônio mais em sua constituição existe de 18 a 20 % de cálcio e 10-18 % de Enxofre.

Observação: Nos tratamentos, foi compensados os valores referentes ao cálcio presente no SS e o Nitrogênio presente no polifosfato de amônio com intuito de que apenas o fator de variação seja a fonte de fósforo.

### 3.3 Análise do solo e dados meteorológicos

A composição granulométrica do solo apresentou os seguintes resultados: Areia grossa 435, areia fina 135 e silte 60, classificada de acordo com triângulo do grupamento textural da Embrapa (2006), como textura média. Na Tabela 3 estão apresentados o resultado da análise de química de solo.

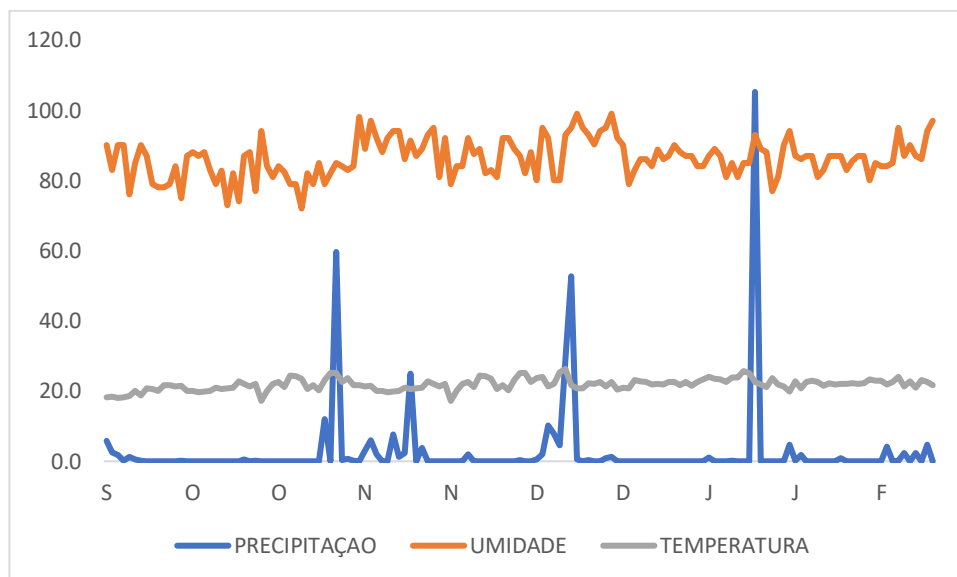
**Tabela 3** Resultado da análise química de amostras de solo, coletada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na camada de 0 - 20 cm e utilizadas nos vasos. Vitória da Conquista – BA, 2018

Característica	Extratores	Unidade	Resultado
Ph	H <sub>2</sub> O		4,22 B
P	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	4,7 B
K	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	56 M
Ca	KCl	cmolc. dm <sup>-3</sup>	1,79 M
Mg	KCl	cmolc. dm <sup>-3</sup>	0,14 B
Al	KCl	cmolc. dm <sup>-3</sup>	0,85 M
H+Al	SMP	cmolc. dm <sup>-3</sup>	3,92 M
M.O	Oxi-Red.	dag.Kg <sup>-1</sup>	1,18 B
C.O	Oxi-Red.	dag.Kg <sup>-1</sup>	0,58 B
Zn	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	1,1 M
Fe	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	59,3 A
Mn	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	14,6 A
Cu	Mehlich	mg.dm <sup>-3</sup>	0,23 B
B	Água quente	mg.dm <sup>-3</sup>	0,76 A
S	Fosfato monocalcico	mg.dm <sup>-3</sup>	25 A
S.B	Soma de bases	cmolc. dm <sup>-3</sup>	2,07 M
T	CTC efetiva	cmolc. dm <sup>-3</sup>	2,92 M
T	CTC (pH a 7,0)	cmolc. dm <sup>-3</sup>	5,99 M
V	Saturação de bases	%	34,6 B

\*A= alto, M=médio e B= baixo de acordo com classificação de Alvarez e outros (1999)

Do ponto de vista químico, o solo utilizado possui um baixo teor de nutrientes, resalta-se que o pH foi corrigido com a calagem, e é importante para a responsividade dos tratamentos que o solo tenha poucos nutrientes, principalmente para o fósforo que de acordo com classificação de Alvarez e outros (1999) é considerada baixa, garantindo dessa forma que os resultados sejam pouco interferido pelo conteúdo de fósforo do solo.

Na figura 1 estão os dados relacionados à variação diária de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade do ar.



**Figura 1.** Variação diária de temperatura média (°C), precipitação pluviométrica (mm), e umidade média do ar (%), em Vitória da Conquista, BA, no período de 21 de setembro de 2017 a 08 de fevereiro de 2018.

Nenhuma eventualidade climática comprometeu o andamento do experimento.

### 3.2.4 Características Analisadas:

**Teor de Nutrientes:** em relação aos teores de, P, K, Ca e Mg, foram coletadas todas as folhas de duas plantas acondicionadas em sacos de papel e enviadas ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais campus Barbacena para quantificação dos teores de nutrientes.

**Índice SPAD :** foi realizada com o aparelho SPAD-502, Minolta, Japão, no primeiro trifolíolo completamente desenvolvido, no sentido basípeto, sendo realizadas quatro leituras por folíolo em todas as plantas da parcela na fase R6 (PIRES e outros, 2004).

**Índice de Área foliar (IAF):** foi realizado no início de floração, sendo colhida a parte aérea de duas plantas por parcela. Antes da secagem, foi efetuado a medição da área foliar, por meio do medidor da área foliar, LI 3100C Área Meter com resolução de 0,1 mm<sup>2</sup>, no laboratório de melhoramento e produção vegetal da UESB. Após a medição, determinou-se o índice da área foliar, segundo Evans (1972), por meio da razão entre os valores da área foliar total (AF<sub>total</sub>) e área de solo (AS) ocupada pelas plantas:  $IAF = AF_{total} / AS$ .

**Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) Massa Seca das Folhas (MSFO), Massa Seca da Haste (MSHA) e Massa Seca do Pecíolo (MSPEC):** foi realizado no início da floração, logo após a determinação da área foliar, duas plantas amostradas de cada parcela foram seccionadas e separadas em haste, limbo foliar e pecíolo, devidamente identificadas e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65°C, durante 72 horas (MONTEIRO, 2012). Após este período, as frações da planta foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01g, para a característica MSHA, e obtido seus valores de forma direta. Para as características MSFO, serão feitos os seguintes cálculos:

$MSFO = \text{Massa Seca do Limbo Foliar} + \text{Massa Seca Pecíolo}$

**Altura das plantas (AP), Diâmetro do Caule (DC) e Altura de Inserção da Primeira Vagem (AIV):** um dia antes da colheita nas duas plantas de cada parcela foi realizada a avaliação das características:

a) A altura das plantas foi mensurada a partir do nível do solo até o ápice da haste principal com régua graduada em centímetros (VOGT e outros, 2013);

b) O diâmetro do caule, foi mensurado a 1cm do nível do solo, com o auxílio de um paquímetro digital;

c) Altura de inserção da primeira vagem, mensurado com uma régua graduada em centímetros (ROMERO e outros, 2011).

**Números de grãos por vagem (NGRAO), Massa Média de 100 Grãos (M100), Comprimento da Vagem e Número de Vagens por planta (NVAG):**um dia antes da colheita, nas duas plantas de cada parcela foram avaliadas as seguintes características:

a) Contagem dos números de grãos por vagem de todas as vagens em 10 plantas;

b) Massa de 100 grãos, avaliando-se quatro repetições de cem grãos, coletados ao acaso, por parcela experimental, com seus resultados expressos em gramas e corrigidos para 13% de umidade, mensurados em balança de precisão 0,01 g (CALONEGO e outros, 2010);

c) Foi medido com régua graduada em centímetros o comprimento da vagem;

d) Contagem dos números de vagens por planta.

**Rendimento de grãos (RG):** foi obtido por meio da pesagem do total da massa de grãos, obtida nas duas primeiras linhas úteis da parcela, sendo esse valor transformado para  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e o seu peso corrigido para 13% de umidade.

**Índice de eficiência e resposta (IER):** foi utilizada uma representação gráfica no plano cartesiano para classificar os cultivares. No eixo das abcissas (x) encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das ordenadas (y) a resposta a sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta médias dos cultivares. No primeiro quadrante é representado os cultivares e responsivos (ER); no segundo, os não eficientes e responsivos (NER); no terceiro, os não eficientes e não responsivos



(NENR); e no quarto, os eficientes e não responsivos (ENR). Adaptado de Fageria e Kluthcouski (1980); Fidelis e outros (2017)

### 3.2.5 Correlação de Pearson

A correlação de Pearson foi calculada com base na média dos tratamentos avaliados entre todas as variáveis. A significância do coeficiente de correlação linear foi calculada por meio do teste t de Student, a 5 % de probabilidade. As análises foram feitas com auxílio da planilha Office excel 2010 e do software Genes (CRUZ, 2006).

### 3.2.6 Determinação dos parâmetros genéticos

As estimativas de parâmetros genéticos foram determinadas utilizando metodologia apresentada por OYIGA e UGURU, 2010; SUNDAY e outros, 2007.

### Variabilidade genotípica, fenotípica e ambiental

$$VG = \frac{MSg - MSe}{r} \quad VP = \frac{MSg}{r} \quad VE = \frac{MSe}{r}$$

Sendo

VG = Variância genotípica;

VP = Variância fenotípica;

VE= Variância ambiental;

Msg = quadrados médios do genótipos;

Mse = quadrado médio do erro;

r = números de repetições.

### Coefficiente de variação genotípico, fenotípico e ambiental

$$CVG = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{X}} \times 100 \quad CVP = \frac{\sqrt{VF}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CVE = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{X}} \times 100$$

Sendo

CVP = coeficiente de variação fenotípica;

CVG = coeficiente de variação genotípica;

CVE = coeficiente de variação ambiental;

$\bar{X}$  = média geral de cada tratamento.

### **Herdabilidade**

$$h^2 = \frac{VG}{VF}$$

VG= variabilidade genotípica;

VF= variabilidade fenotípica.

### **Ganho genético**

$$\Delta G = i\Delta p h^2$$

i = corresponde a constante (que corresponde a 2,06 quando a intensidade de seleção é de 5%);

$\Delta p$  = corresponde ao desvio padrão da variância fenotípica;

$h^2$  = herdabilidade.

### **3.2.7 Análise Estatística**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade pelo programa estatístico SAEG 9.1 e a comparação das médias pelo Teste Skott-knott a 5% e para a comparação de apenas dois grupos de médias foi utilizado o teste F pelo programa SISVAR.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1 – Estimativa dos parâmetros genéticos de sementes de feijão tratados com micronutrientes e bioestimulantes.

#### 4.1.1 Teor de água, condutividade elétrica e massa de mil sementes

Os resultados referentes à caracterização do lote das cultivares de sementes de feijão comum utilizados neste estudo estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Teor de água, condutividade elétrica (C.E) e peso de mil sementes (PM) das sementes das cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista – BA, 2018.

CULTIVARES	Teor de água (%)	C.E ( $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ )	PM (gr.)
IPR-UIRAPURU	17,80	38,93	208,83
BRS ESPLENDOR	9,44	65,57	305,21
IPR TUIUIU	18,07	38,42	178,13
BRS ESTILO	10,52	52,14	263,81
IPR TANGARÁ	16,35	31,60	251,80

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

De acordo com Bragantini (2005) quando a umidade das sementes permanece abaixo de 13 % o processo respiratório se mantém em baixa atividade, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado, porém ao aumentar o teor de água o processo respiratório acelera e a deterioração se intensifica. Diversos fatores contribuem para o aumento do teor de água, a exemplo da colheita e o armazenamento inadequado, idade das sementes, é importante ressaltar que após a entrega pelos correios as sementes foram armazenadas em câmara fria do Laboratório de Sementes da UESB. As três cultivares utilizadas neste trabalho, que foram fornecidas pelo Iapar, apresentaram teor de água acima dos relatados pelo autor.

O teste de condutividade elétrica é uma avaliação baseada na integridade das membranas e é baseado no princípio que sementes menos vigorosas (ou mais deterioradas) apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e em consequência, liberam maiores quantidades de solutos para o meio exterior (MARCOS FILHO, 2005).

ZUCARELI e outros (2011), avaliando a qualidade fisiológica das sementes de feijão da cultivar Carioca Precoce submetidos a doses de fósforo verificaram valores que oscilaram de 73,70 a 87,97  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , ou seja, números acima aos comparados com as cultivares utilizadas neste trabalho. Também Santos et al. (2016) verificaram medidas superiores ao encontrado neste estudo, que avaliaram o desempenho das sementes de quatro cultivares de feijão no município de Ceres no estado de Goiás, sendo que os valores das variedades não diferiram entre si, porém apresentaram medidas que oscilaram de 305,4 a 395,7  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  o que demonstra que embora, apresentem diferenças entre a condutividade elétrica das sementes das duas cultivares apresentadas, elas são consideradas baixas quando comparadas à outros trabalhos com cultivares de feijão.

A massa de mil sementes é uma importante característica devido ao fato de sementes maiores e mais pesadas, durante sua formação, apresentarem maiores quantidades de reservas em relação às sementes menores e mais leves. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) sementes maiores possuem maior quantidade de reserva e são, conseqüentemente, mais vigorosas.

#### **4.1.2 Quadro de análise de variância**

Na tabela 5 encontra-se o resumo do quadro de análise de variância, os coeficientes de variação e as médias das variáveis: germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea da plântula (PA), comprimento das raízes das plântulas (RAIZ), massa seca das raízes das plântulas (M. RAIZ) e massa seca da parte aérea das plântulas (M. PA). Verificou-se significância em todas as características avaliadas com exceção de cultivares nas características germinação e massa seca das raízes. Observou-se ainda interação significativa ( $p>0,05$ ) entre variedades e os tratamentos de sementes para todas as características avaliadas.

**Tabela 5.** Resumo do quadro de análise de variância das características germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea da plântula (PA), diâmetro do coleto (DIA), comprimento das raízes das plântulas (RAIZ), peso das raízes das plântulas (PRAIZ) e peso da parte aérea das plântulas (MPA)

FV	QUADRADO MÉDIO						
	GERM	EMER	IVE	PA	RAIZ	MRAIZ	MPA
CULTI	29,05**	93,64**	2,39**	181,06**	69,35**	0,06	1,41**
TRAT	2,98	251,83**	5,91**	46,86**	21,79**	0,22**	0,56**
CUL*TRAT	2,23**	68,01**	1,87**	19,24**	14,46**	0,13**	0,3**
RES	3,41	3,68	0,29	1,48	2,31	0,04	0,05
CV	1,88	11,70	19,71	7,47	14,12	35,95	19,68
MÉDIA	98,27	16,4	2,75	16,29	10,78	0,56	1,15

#### 4.1.3 Germinação

De acordo com os resultados, para a variável germinação demonstrados na Tabela 6, verifica-se que todos os tratamentos obtiveram mais de 95 % de germinação. Ao avaliar o desdobramento das cultivares dentro dos tratamentos entre as cultivares tratadas com o broadacre ZM + Booster a cultivar Uirapuru apresentou uma germinação menor do que as demais cultivares enquanto que no desdobramento dos tratamentos dentro das cultivares, a cultivar Uirapuru na testemunha e tratadas com o broadacre ZM + Booster apresentou uma média de sementes germinadas menor do que os demais tratamentos, podendo ter ocorrido uma leve fitotoxicidade da cultivar em relação ao produto. Em geral para as demais cultivares não houve influência dos produtos.

Os dados da germinação apresentados nesta característica de todos os tratamentos são elevados e a baixa variabilidade (CV=1,88) dos dados faz com que pequenas diferenças sejam detectadas estatisticamente. Ressalta-se que todos os tratamentos deste experimento estão com valores de germinação acima do recomendado para comercialização e produção de feijão comum no Brasil (BRASIL, 2009).

Ferreira et al. (2007), não verificaram diferença significativa na germinação das sementes utilizando bioestimulante e fertilizante em sementes de milho.

**Tabela 6.** Desdobramento da interação da porcentagem de germinação de sementes de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.

CULTIVARES	TEST	BROADAC RE ZM	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	96,00 Ab	98,00 Aa	92,50 Bb	97,00 Aa
BRS ESPLENDOR	99,00 Aa	100,00 Aa	98,50 Aa	97,50 Aa
IPR TUIUIU	99,00 Aa	98,50 Aa	99,00 Aa	99,50 Aa
BRS ESTILO	99,00 Aa	99,00 Aa	99,00 Aa	99,00 Aa
IPR TANGARÁ	99,50 Aa	97,00 Aa	99,50 Aa	99,00 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

#### 4.1.4 Emergência de plântulas

Para a variável emergência de plântulas, conforme demonstrado na Tabela 7, no desdobramento de cultivares dentro dos tratamentos de sementes. Verifica-se que na testemunha as cultivares IPR Uirapuru e IPR Tuiuiu apresentaram um menor número de plântulas emergidas em relação as demais cultivares. Ressalta-se que essas cultivares apresentaram teor de água mais elevado nas sementes o que pode ter contribuído com o baixo número de plântulas emergidas quando não se tratou as sementes. No tratamento de sementes com Broadacre as cultivares IPR Tuiuiu e BRS Esplendor demonstraram um menor número de plântulas em relação as demais cultivares. Quando utilizou-se Broadacre + Booster não se verificou diferença entre as cultivares e quando utilizou-se Broadacre+Stimulate o desempenho inferior às demais cultivares foi da BRS Esplendor e BRS Estilo

**Tabela 7.** Desdobramento da interação da emergência de plântulas de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista, 2018.

	TEST	BROADACRE ZnMN	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	2,50 Cb	11,50 Bb	18,75 Aa	19,75 Aa
BRS ESPLENDOR	13,50 Ba	13,00 Bb	19,25 Aa	17,00 Ab
IPR TUIUIU	4,75 Bb	18,25 Aa	18,50 Aa	20,50 Aa
BRS ESTILO	17,00 Aa	18,25 Aa	19,00 Aa	15,75 Ab
IPR TANGARÁ	19,00 Aa	19,75 Aa	20,50 Aa	19,50 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

No desdobramento de tratamentos de sementes dentro das cultivares. Na cultivar IPR Uirapuru os tratamentos de sementes o número de plântulas emergidas foi maior que a testemunha, entretanto o tratamento de sementes quando foi adicionado o bioestimulante foi superior ao tratamento apenas com Broadacre. Na cultivar BRS Esplendor o número de plântulas emergidas foi maior quando foi utilizado os bioestimulantes. No IPR Tuiuiu houve efeito positivo em todos os tratamentos de sementes quando comparado com a testemunha. Nas cultivares BRS Estilo e IPR Tangará não houve diferença entre os tratamentos de sementes.

A quantidade de substâncias reguladoras de crescimento e nutrientes absorvidos depende de diversos fatores, entre eles a superfície de contato da semente, da quantidade de água e da concentração da solução contendo os biorreguladores e os micronutrientes absorvida pelas sementes, ou seja, cada genótipo terá uma resposta diferenciada à ação dos tratamentos, pois a absorção dos produtos pelas cultivares ocorrem de formas distintas devido às características morfológicas e fisiológicas das sementes de cada cultivar e/ou, por apresentar menor ou maior sensibilidade a estas substâncias (BUCHANAN et al., 2001; MOTERLE, 2008). Com a cultivar IPR Tuiuiu o tratamento de sementes com manganês e zinco foi maior que a testemunha, provavelmente porque nessa cultivar a ação dos micronutrientes manganês e o zinco são capazes de ativar enzimas como as desidrogenases, aldolases, enolases e isomerases, intensificando a respiração e consequentemente, a produção de ATP para os processos que demandam energia, como a emergência e a germinação (TAIZ; ZEIGER, 2013; PLETSCHE et al., 2014). A utilização conjunta dos micronutrientes e os bioestimulantes na cultivar



BRS Esplendor e IPR Uirapuru aumentaram a emergência das plântulas. De acordo com Vieira e Castro (2004) os bioestimulantes agem de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais, como no vigor inicial e na produção de compostos orgânicos.

Plestch et al. (2014) analisando doses de zinco em sementes de duas variedades de canola, verificaram que os melhores resultados ocorreram com as doses de 1,7 mL e 2,6 mL para as cultivares 'Hyola 61' e 'Hyola 433', respectivamente. Já Biensfield et al. (2014) avaliando bioestimulante, bioativador e um complexo de nutrientes em dois lotes de sementes com vigor alto e baixo na cultura da soja, verificaram apenas decréscimo na emergência das sementes ao bioativador, sendo que o complexo de nutrientes e o bioestimulante e a testemunha não diferiram entre si no número de plântulas emergidas.

Ramos et al. (2015) estudando o condicionamento fisiológico e o tratamento de sementes com bioestimulantes não verificaram diferença na emergência das plântulas nas três cultivares de feijão estudadas porém, os autores verificaram diferença em outras características avaliadas corroborando com a hipótese de que os bioestimulantes terão respostas diferenciadas de acordo com a interação da embebição, concentração e genótipo.

#### **4.1.5 Índice de velocidade de emergência**

Para a característica índice de velocidade de emergência (IVE) conforme demonstrado na Tabela 8, o desdobramento cultivares dentro dos tratamentos de sementes verificou-se na testemunha que as cultivares IPR Tangará e BRS Estilo apresentaram os maiores IVE. No tratamento de sementes com zinco e manganês as cultivares BRS Uirapuru e BRS Esplendor apresentaram desempenho inferior às demais cultivares. Nas sementes tratadas com broadacre com os dois bioestimulantes não houve diferença entre as cultivares.

No desdobramento dos tratamentos de sementes dentro das cultivares, os bioestimulantes aumentaram o IVE para as cultivares IPR Uirapuru e BRS Esplendor. Todos os tratamentos de sementes apresentaram IVE superior que a testemunha na cultivar IPR Tuiuiu. Não houve diferença significativa na cultivar

BRS Estilo entre os tratamentos de sementes e na cultivar Tangará o Broadacre + Stimulate diminuiu o IVE quando comparado aos outros tratamentos de sementes

De acordo com Ludwig et al. (2008) uma maior velocidade nesses processos metabólicos faz com que as reservas sejam mais rapidamente mobilizadas das sementes e realocadas em tecidos das plântulas, resultando em uma maior velocidade de emergência das plântulas originadas de sementes de melhor qualidade fisiológica.

**Tabela 8.** Desdobramento da interação do índice de velocidade de emergência de plântulas de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.

CULTIVARES	TEST	BROADACRE ZnMn	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	0,83 Cc	1,97 Bb	2,88 Aa	3,18 Aa
BRS ESPLENDOR	2,20 Bb	2,21 Bb	3,35 Aa	3,06 Aa
IPR TUIUIU	0,68 Bc	3,21 Aa	3,05 Aa	3,37 Aa
BRS ESTILO	2,92 Aa	3,40 Aa	3,25 Aa	2,99 Aa
IPR TANGARÁ	3,20 Aa	3,31 Aa	3,51 Aa	2,41 Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

Conforme Ribeiro e Santos (1996) como o zinco é um ativador enzimático, as sementes portadoras de menor nível de qualidade podem apresentar melhorias na germinação e no vigor, quando enriquecidas com zinco, fato observado em algumas cultivares neste estudo.

Salienta-se que a eficiência dos micronutrientes no tratamento de sementes tem relação com a cultivar, dose utilizada, tempo de contato com a semente podendo inclusive apresentar efeito fitotóxico quando utilizada dose elevada (Ribeiro e Santos, 1996)

Bontempo e outros (2016) avaliando a influência de bioestimulantes e nutrientes na cultura do feijão, milho e soja não verificaram diferença para o IVE, os autores explicam porém, que a ausência de respostas significativas das culturas aos tratamentos o IVE pode ser explicada pelo fato do experimento ter sido conduzido na época de cultivo ideal e em condições climáticas favoráveis, o que não permitiu que os potenciais efeitos dos produtos pudessem ser percebidos.

Já Canesin e outros (2012) estudando bioestimulante Stimulate em faveiro verificaram um ponto de máximo de 0,9 com a dose de 15 mL, representando um aumento de 2,8 vezes ao obtido com a testemunha.

#### **4.1.6 Comprimento da parte aérea de plântulas**

No desdobramento da interação de cultivares dentro de tratamentos na característica comprimento da parte aérea das plântulas conforme demonstrado na Tabela 9, a cultivar IPR Tangará em todos os tratamentos apresentou um maior tamanho de plântula do que as demais cultivares, o fator genético combinado pode ter favorecido uma maior reserva para seu desenvolvimento inicial.

No desdobramento da interação dos tratamentos de sementes dentro de cultivares, os genótipos IPR Uirapuru e IPR Tuiuiu com incremento médio de 66,12 % e 73,22 % em relação à testemunha. Nas demais cultivares o tratamento de sementes não influenciou no comprimento da parte aérea.

O crescimento vegetal é regulado por diferentes substâncias reguladoras de crescimento, tendo as auxinas grande participação no processo de crescimento. O Zn participa de diferentes rotas metabólicas nos vegetais, uma destas rotas é a síntese de ácido indolacético (AIA), uma auxina, cuja principal função é de participar do crescimento vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O Mn funciona como cofator do sistema e oxidação do AIA, além de ser cofator de compostos secundários que dão origem ao triptofano, que dão origem ao AIA (PRADO, 2008). Dorr et al. (2017) testando diferentes doses de zinco via tratamento de sementes de feijão, verificaram que para as variáveis de comprimento de parte aérea e raiz, matéria seca de parte aérea e raiz, observou-se a eficiência do tratamento de sementes com Zn. Entretanto Almeida et al. (2015) testando diferentes soluções de micronutrientes em sementes de tremço branco, não verificaram diferença significativa entre os tratamentos incluindo  $ZnSO_4$  e  $MnSO_4$  para a variável comprimento da parte aérea.

**Tabela 9.** Desdobramento da interação do comprimento de plântulas (cm) de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018

	TEST	BROADA CRE ZnMn	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	10,54 Bc	17,65 Ab	17,80 Ab	17,19 Ab
BRS ESPLENDOR	14,60 Ab	13,98 Ac	15,12 Ac	15,02 Ab
IPR TUIUIU	10,87 Cc	20,15 Aa	19,00 Ab	17,35 Bb
BRS ESTILO	11,55 Ac	12,50 Ac	12,85 Ad	13,40 Ac
IPR TANGARÁ	22,45 Aa	20,98 Aa	20,97 Aa	22,05 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

#### 4.1.7 Peso da parte aérea

No desdobramento das cultivares dentro dos tratamentos de sementes o desempenho das cultivares em relação à característica peso da parte aérea é semelhante ao comprimento de plântulas, conforme pode ser visualizado na Tabela 10. A cultivar IPR Tangará destaca-se em todos os tratamentos de sementes, comparada com as demais cultivares, embora não se diferencie da cultivar IPR Tuiuiu quando utilizado o Boradacre Zn Mn.

Quanto ao desdobramento dos tratamento de sementes dentro das cultivares, a IPR Uirapuru e IPR Tuiuiu aumentaram o peso da parte aérea quando houve tratamento de sementes comparando com a testemunha, isso ocorreu provavelmente porque os micronutrientes tem importante papel como promotor do crescimento, estando envolvidos em diversas rotas metabólicas responsáveis pelo crescimento das plântulas e/ou sendo cofator de reações que podem provocar um acréscimo na área fotossintetizante ativa, proporcionando um aumento na massa seca de plântulas (FUNGUETO et al., 2010) e também devido aos biorreguladores agirem como estimuladores da divisão celular, diferenciação e alongamento das células, podendo também aumentar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (STOLLER DO BRASIL, 1998).

Vendruscolo (2015) trabalhando com duas cultivares de algodão e seis doses do bioestimulante, o autor verificou que as cultivares de algodão apresentaram respostas diferenciadas à aplicação de biorregulador na expressão do vigor avaliados pelos testes de comprimento de parte aérea e raiz e massa de parte aérea

e raiz de plântulas, corroborando com a hipótese de que não se pode generalizar a dose e deve-se ter redobrada cautela na recomendação do uso de tratamento de sementes com bioestimulante para a cultura, pois cada cultivar de sua espécie pode responder de forma diferenciada aos tratamentos de sementes, no entanto deve-se ter mais trabalhos corroborando com tal hipótese.

Outro trabalho que demonstra respostas diferentes dos tratamentos e as cultivares foi o de Soares e outros. (2012) que verificaram o efeito da pré-embebição dos bioestimulantes em duas variedades de alface, observando aumento do comprimento das plântulas em relação às doses do bioestimulante na variedade Bariri, porém na cultivar Maravilha das Quatro Estações o maior comprimento com a dose de 10 mL.L<sup>-1</sup>

**Tabela 10.** Desdobramento da interação do peso da parte aérea de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.

	TEST	BROADACRE ZnMn	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	0,22 Cd	1,46 Aa	0,92 Bb	1,35 Ab
BRS ESPLENDOR	1,10 Ab	1,10 Ab	0,97 Ab	1,07 Ac
IPR TUIUIU	0,61 Bc	1,16 Ab	1,21 Ab	1,33 Ab
BRS ESTILO	0,81 Ab	1,03 Ab	1,07 Ab	0,93 Ac
IPR TANGARÁ	1,81 Aa	1,53 Aa	1,68 Aa	1,68 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

#### 4.1.8 Comprimento de raízes

Em relação ao comprimento das raízes, no desdobramento do tratamento de sementes dentro das cultivares conforme demonstrado na Tabela 11, verificou-se que na testemunha a cultivar BRS Estilo se destacou das demais cultivares, porém com o Broadacre ZnMn não houve diferença entre as cultivares.

Utilizando o Broadacre + Booster a BRS Estilo e a IPR Tangara apresentaram o comprimento das raízes superior as demais cultivares com o Broadacre + Stimulate as cultivares BRS Esplendor e IPR Tangará foram superiores às demais cultivares.

O desempenho superior das cultivares quando utilizado os micronutrientes com bioestimulante pode ocorrer porque a auxina e a citocinina podem atuar no

aumento no comprimento radicular por influenciar a zona de alongamento da raiz Sversson (2006).

No desdobramento das cultivares dentro do tratamento de sementes na cultivar BRS Esplendor não houve influência dos tratamentos de sementes.

Na cultivar BRS Estilo o tratamento Broadacre e o Broadacre + Stimulate apresentaram comprimento de raízes menores do que a testemunha e o Broadacre+Booster.

Com a cultivar IPR Uirapuru o maior comprimento foi com Broadacre e Broadacre + Booster.

Com a cultivar IPR Tangara houve maior comprimento quando utilizado Broadacre + Booster e na cultivar IPR Tuiuiu todos os tratamentos de sementes foram superiores á testemunha.

Esse desempenho diferente das cultivares também foi relatado por Moterle et al. (2008) que trabalhando com nove cultivares comerciais de soja e três concentrações de bioestimulantes, observaram que o produto pode influenciar nas características relacionadas ao vigor das sementes dependendo da cultivar. Também Vendruscolo et al. (2015) avaliando o comprimento das raízes, verificou que enquanto uma cultivar de soja responde positivamente às menores doses do biorregulador, a outra cultivar de soja responde positivamente às maiores doses do biorregulador.

**Tabela 11.** Desdobramento da interação do comprimento das raízes de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.

	TEST	BROADA CRE ZnMn	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR-UIRAPURU	5,70 Cc	11,52 Aa	10,11 Ab	8,13 Bb
BRS ESPLENDOR	10,99 Ab	10,85 Aa	10,12 Ab	11,20 Aa
IPR TUIUIU	5,27 Bc	10,77 Aa	8,60 Ab	9,51 Ab
BRS ESTILO	14,05 Aa	12,12 Ba	14,87 Aa	9,97 Bb
IPR TANGARÁ	11,56 Bb	11,87 Ba	15,38 Aa	13,02 Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

#### 4.1.9 Massa seca das raízes

No desdobramento da interação do tratamento de cultivares dentro do tratamento de sementes verifica-se conforme a Tabela 12 que as cultivares IPR

Uirapuru e IPR Tuiuiu apresentaram desempenho inferior as demais cultivares. Com o Broadacre a cultivar IPR Uirapuru se destacou das demais cultivares em relação à massa seca das raízes e não houve diferença significativa entre as cultivares quando foi utilizado os micronutrientes com os bioestimulantes.

No desdobramento do tratamento de sementes dentro das cultivares verificou-se que o tratamento de sementes da cultivar IPR Tuiuiu aumentou o peso das raízes com os tratamentos de sementes com bioestimulantes, isso ocorre provavelmente porque a radícula é o sítio de síntese e de liberação de hormônios vegetais como a auxina, a qual é muito sensível em baixas concentrações (COLL et al., 1992; MOTORELE et al., 2011).

Na cultivar Uirapuru quando se aplicou o Broadacre que aumentou em 7,2 vezes o peso das raízes se comparada à testemunha, entretanto a solução com broadacre + stimulate não diferiu da testemunha.

Nas demais cultivares o tratamento de sementes não aumentou o peso das raízes. A massa seca das raízes serve como indicativo em relação à capacidade da planta em obter água e nutrientes disponíveis ao seu desenvolvimento (SIQUEIRA et al. 2002) critério importante no desenvolvimento inicial das plantas.

Avaliando o desenvolvimento inicial de trigo (*Triticuma estivum*) com uso de fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes, Georgin et al. (2014) não verificaram diferença no peso das raízes pelo tratamento das sementes, entretanto as soluções com Fitohormônios + zinco, Fitohormônios + Inoculante e Fitohormônios aumentaram a massa seca total da planta.

Santos et al (2013) avaliando o uso de bioestimulantes no crescimento inicial de plantas de milho observaram que os bioestimulantes proporcionaram maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de milho.

**Tabela 12.** Desdobramento da interação da massa seca das raízes (gr.) de cultivares de feijão submetidas aos tratamentos de sementes com zinco e manganês e bioestimulantes. Vitória da Conquista – BA, 2018.

CULTIVAR	TEST	BROADA CRE ZnMn	BROAD. + BOOSTER	BROAD.+ STIMULATE
IPR UIRAPURU	0,14 Cb	1,01 Aa	0,63 Ba	0,42 Ca
BRS ESPLENDOR	0,51 Aa	0,61 Ab	0,42 Aa	0,53 Aa
IPR TUIUIU	0,32 Bb	0,53 Bb	0,76 Aa	0,40 Ba
BRS ESTILO	0,47 Aa	0,57 Ab	0,57 Aa	0,62 Aa
IPR TANGARÁ	0,66 Aa	0,67 Ab	0,56 Aa	0,76 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knott ( $p>0,05$ ).

Em geral, percebe-se que o tratamento de sementes com zinco e manganês e os bioestimulantes formam uma alternativa para melhorar a qualidade fisiológica da semente, entretanto é necessário mais estudos com diferentes cultivares, pois nota-se que as características genéticas inerentes à cultivares produzem efeitos diferenciados.

#### 4.1.10 Parâmetros Genéticos

Das variáveis que foram avaliadas no experimento 1 apenas a MRAIZ não apresentou diferença significativa para o fator cultivares, nas demais características procedeu-se os cálculos da estimativa dos parâmetros genéticos apresentadas na Tabela 13. Indicando a existência de variabilidade genética entre as cultivares para as diferentes características avaliadas, o que é favorável para a realização do melhoramento das características.



**Tabela 13.** Estimativa da variância fenotípica (VP), variância genética (VG), variância ambiental (VE), coeficiente de variação fenotípico (CVG), coeficiente de variação genotípica (CVg), coeficiente de variação ambiental (CVE), relação CVg /CVa (B), herdabilidade ( $H_2$ ), ganho genético (GG), ganho genético sobre a média (G%) das variáveis germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea das plântulas (PA), comprimento das raízes (RAIZ) e massa seca da parte aérea das plântulas (MPA) de sementes de cultivares de feijão comum submetidos a micronutrientes e bioestimulantes. Vitória da Conquista-BA, 2018.

	<b>GERM</b>	<b>EMER</b>	<b>IVE</b>	<b>PA</b>	<b>RAIZ</b>	<b>MPA</b>
<b>VP</b>	7,26	23,41	0,59	45,26	17,33	0,35
<b>VG</b>	6,41	22,49	0,52	44,89	16,76	0,34
<b>VE</b>	0,85	0,92	0,07	0,37	0,57	0,01
<b>CVP (%)</b>	2,74	29,50	28,10	41,30	38,62	51,62
<b>CVG (%)</b>	2,57	28,91	26,34	41,13	37,97	50,70
<b>CVE (%)</b>	0,93	5,48	9,79	3,73	7,04	9,72
<b>B</b>	2,74	4,94	2,69	11,01	5,38	5,21
<b><math>H_2</math></b>	88,26	96,07	87,86	99,18	96,66	96,45
<b>GG</b>	4,89	9,57	1,39	13,74	8,29	1,17
<b>G (%)</b>	4,98	58,38	50,87	84,38	76,91	102,58

As variâncias fenotípica, genética e ambiental servem de base para estimar o coeficientes fenotípico, genotípico e ambiental, genética. Verifica-se que a variância genética foi maior que a variância ambiental em todas as características, dessa forma pode-se afirmar que a variância fenotípica foi determinada principalmente pelo fator genético o que pode facilitar a seleção de cultivar.

O coeficiente de variação fenotípica é resultante da ação conjunta dos efeitos genéticos e do ambiente e desta maneira, a variação do ambiente obscurece a variação de natureza genética (SILVEIRA e outros, 2010).

Os CVP e CVG foram maiores do que (20 %) consideradas altas para todas as características, os valores oscilaram entre 28,10 e 26,34 para IVE até 51,62 e 50,70 para MPA com exceção do caráter germinação no qual apresentou CVP e CVG com 2,74 e 2,57 esse coeficiente expressa, em percentagem, a fração genética na média do experimento. Vasconcelos e outros (2012) avaliou valores de

próximos ao encontrado na análise conjunta de sementes de soja com 2,37 para o CVG.

Em todas as variáveis o coeficiente B foi maior que 1 indicando que o CVG é maior que o CVE, condição essa desejável no processo de seleção, pois dessa forma, a variação genética supera a ambiental, na determinação das características em estudo (CRUZ e outros, 2004).

Maia e outros (2011) verificou diferença para cultivares de feijão apenas nas características IVE+ massa seca e massa seca

Em todas as variáveis o CVP e o CVG foram próximos, o que indicam mínimo efeito ambiental, ou seja, os valores obtidos para estimativas de coeficientes de variação fenotípica são atribuídos mais aos fatores genéticos do que ambiental, o que é desejado para se fazer seleção.

O coeficiente de variação genético é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade presente na população em diferentes caracteres, possibilitando comparar os níveis de variabilidade genética presente em diferentes genótipos, ambientes e caracteres (FERRAO e outros, 2008)

Os valores elevados dos coeficientes de determinação genética verificadas demonstram a existência de amplas possibilidades de ganhos genéticos para com a seleção de todos os caracteres (ROCHA e outros, 2003).

Meira e outros 2017, também verificaram valores classificados como alto de CVP e CVG para emergência e IVE na cultura do feijão caupi.

O CVE foi menor do que 10% em todas as variáveis o que é considerado um coeficiente baixo (SIVASUBAMANIAN e MENON, 1973) e demonstra baixa influência ambiental na determinação do caráter.

A herdabilidade foi considerada alta para as variáveis analisadas, com valores oscilando entre 88,26 percentual de germinação a 99,18 PA, valores de alta magnitude, porém menores do que os verificados neste estudo foi encontrado por Maia e outros, 2011 em cultivares de feijão comum com herdabilidade de 81,7. Também Meira e outros (2017) verificou alta herdabilidade nas características GERM e IVE na cultura do feijão caupi.

A magnitude das herdabilidades é muito importante em programas de melhoramento, pois se uma característica é altamente herdável pode-se afirmar que

com alto desempenho tenderão a produzir progênies, também com alto desempenho (RAMALHO e outros, 2008) além disso, existe a implicação de seleção de plantas individuais, necessitando intensificar programas de melhoramento genético de feijão, visando a melhoria das características avaliadas, que apresentaram elevado valor de herdabilidade.

De acordo com Meira e outros (2017), a herdabilidade combinado com ganho genético é um índice mais confiável para a seleção de genótipos e garante a seleção eficiente para melhoria das características avaliadas. Porém, neste estudo o ganho genético foi baixo para todas as características com exceção de MPPA que foi classificado como médio, a herdabilidade alta e o ganho genético baixo tem como consequências métodos de seleção mais complexos, a exemplo da seleção recorrente, muito utilizado em algumas autógamias a exemplo do arroz, porém pouco ou não utilizado em outras como o feijoeiro. Por isto, sugere-se o SSD (Single Seed Descendent) também conhecido como método de descendente de uma semente.

Quando considerado o G (%) que o ganho é em função da média os valores, todos foram considerados altos. Meira e outros (2017) verificaram valores próximos aos encontrados neste estudo de GG altos para IVE e GERM na cultura do feijão-caupi.

Santos e outros (2017) verificaram valores que oscilaram entre 26,40 e 52,47 de G (%) na cultura do girassol menores do que este estudo, porém classificadas como altas

É importante frisar que ao se efetuar as estimativas de parâmetros genéticos, estes são válidos apenas para a população da qual o material experimental constitui a amostra e para as condições ambientais onde o estudo foi conduzido. As diferenças observadas ao estimar parâmetros genéticos ocorrem em função dos diferentes métodos utilizados na sua determinação, materiais genéticos analisados, das diferentes condições ambientais, entre outras (QUINTAL, 2009).

No feijoeiro o melhoramento é realizado pelos produtores de forma mais empírica, porém para maior eficiência é necessário o emprego de métodos mais eficientes como o massal, o método genealógico, o SSD (descendente de uma única semente) e seleção recorrente, e para alguns objetivos específicos se empregam

métodos mais eficientes como no caso da seleção para fixação biológica de nitrogênio onde emprega-se o LDF (linhas derivadas) (TSUTUMI e outros 2015). Cada cultivar responde de forma diferenciada aos tratamentos de sementes. Assim, existe variabilidade genética entre as cultivares na maioria das características estudadas, podendo ser aproveitada com mais eficiência neste por melhoramento por SSD.

#### **4.1.11 Conclusão**

##### **Experimento I**

O tratamento de sementes melhora a qualidade fisiológica Uirapuru e Tuiuiu e pouco interfere nas demais cultivares.

Houve alta herdabilidade e baixo ganho genético sendo recomendado o método de seleção por Single Seed Descedent.

## 4.2 Experimento II - Estimativa dos parâmetros genéticos de cultivares de feijão fertilizados em dois níveis e duas fontes de fósforo.

### 4.2.1 SPAD, Massa seca das hastes, massa seca das folhas, índice de área foliar.

#### SPAD

Na Tabela 14 estão apresentados o resumo do quadro de variância com as variáveis índice SPAD, massa seca da haste (MSH), índice de área foliar (IAF) e dias para o florescimento (MSF) com as médias e coeficiente de variação de cada característica.

**Tabela 14.** Resumo do quadro de análise de variância das características índice SPAD, massa seca da haste (MSH), índice de área foliar (IAF) e dias para o florescimento (FLOR) do experimento supersimples e polifosfato de amônio em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista – BA

FV	GL	QUADRADO MEDIO			
		SPAD	MSH	MSF	IAF
CULT	4	94,47**	0,14	2,32	21885,87
FONTE	1	51,52	1,13*	25,76*	211430,82**
DOSE	1	116,16**	7,67**	122,26*	1490994,98**
C*F	4	10,46	0,07	0,52	18729,54
C*D	4	45,94*	0,21	3,66	40782,77
F*D	1	132,09*	0,05	0,58	3054,40
V*F*D	4	69,56	0,20	4,23	15110,63
REP	3	6,84	0,53*	2,49	56411,98*
ERRO	57	14,32	0,17	1,73	19468,53
CV (%)		8,26	32,7	34,63	29,49
MEDIA		45,82	1,29	3,8	473,13

Foi verificado efeito de cultivar para SPAD, de fonte para MSH, MSF e IAF, efeito de dose para todas as variáveis apresentadas. Também foi observado efeito significativo das interações C\*D e F\*D para SPAD.

As leituras do clorofilômetro são medidas indireta da clorofila presente na folha ou índice relativo de clorofila – IRC, sendo considerados como índice SPAD (GODOY e outros, 2008; ZUFFO e outros, 2012). De acordo com Zuffo e outros, (2012) o teor de clorofila é um indicador do nível de nitrogênio nas plantas e o teor

de N nas folhas está altamente correlacionado com a produtividade devido a associação entre a atividade fotossintética e o teor de N nas folhas.

Na Tabela 15 estão apresentadas as médias com o desdobramento das interações das cultivares e doses para índice SPAD. As cultivares Uirapuru e Estilo apresentaram índice SPAD menor que as demais cultivares quando submetida menor dose de fósforo e na maior dose de fósforo as cultivares Tangará e Esplendor apresentaram maiores índices SPAD quando comparadas com as outras cultivares. As cultivares Uirapuru e Tangará apresentaram índice SPAD na dose alta de fósforo maior do que a dose baixa, nas demais cultivares não foi verificado diferença significativa entre as doses.

**Tabela 15.** Desdobramento da interação entre cultivares e doses da característica SPAD do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista -Bahia

	BAIXA	ALTA
IPR UIRAPURU	40,67 Bb	46,70 Ab
BRS ESTILO	41,66 Ab	44,48 Ab
IPR TANGARÁ	45,90 Ba	50,82 Aa
IPR TUIUIU	47,16 Aa	44,72 Ab
BRS ESPLENDOR	47,71 Aa	48,42 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Silva e outros (2016) avaliando 20 genótipos de feijão em Latossolo Vermelho distrófico e duas doses de fósforo ( $45 \text{ Kg.ha}^{-1}$  e  $90 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ) utilizou as mesmas cultivares utilizadas neste estudo com exceção da Tuiuiu, e verificaram desempenho da cultivar Estilo abaixo das outras cultivares para o índice SPAD, os autores verificaram valores entre 24,50 e 33,44 valores menores aos observados neste trabalho, porém foi utilizado um equipamento de outra marca e modelo.

Nunes, 2017 avaliando o desempenho agrônômico, qualitativo e a eficiência no uso do nitrogênio em cultivares de feijoeiro de inverno, também verificou um desempenho da cultivar Estilo abaixo das demais cultivares demonstrando que para essa característica a cultivar demonstra um baixo índice SPAD.

Na Tabela 16 está demonstrada o desdobramento das interação da característica SPAD entre doses e fontes, a dose alta com Polifosfato de amônio

(PA) apresentou SPAD maior que as tratadas com a menor dose, isso ocorre porque o fósforo na nutrição das plantas, é componente do ATP, que fornece energia ao processo ativo de absorção do N (PRADO e VALE, 2008) com reflexos na leitura SPAD, entretanto não houve diferença entre as doses com a fonte superfosfato simples (SS).

Na menor dose as plantas adubadas com superfosfato simples apresentaram um índice SPAD maior do que as tratadas com PA demonstrando que para essa característica na menor dose de fósforo com a fonte PA as plantas demonstram um índice SPAD menor do que o SFS.

**Tabela 16.** Desdobramento da interação entre fontes e doses da característica SPAD em cultivares de feijão em Vitória da Conquista -Bahia. 2018.

	PA	SUPER SIMPLES
BAIXA	42,53 Bb	46,71 Aa
ALTA	47,51 Aa	46,55 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Prado e Vale, 2008 estudando o índice SPAD em porta enxerto de limoeiro cravo submetidos a adubação de N, P e K verificou interação significativa entre N e P, porém o maior índice foi verificado com a menor dose de fósforo (50 Kg. há<sup>-1</sup>) Os autores ressaltam que a deficiência de fósforo nas plantas são manifestadas por um tom verde-azulado o que pode confundir a leitura SPAD.

Mesquita e outros, 2011 avaliando em 18 áreas diferentes no município de Cristalina, Goiás verificou que existe correlações significativas e positivas entre os nutriente fósforo no solo e o teor de clorofila corroborando com a explicação teórica que quanto maior o teor de fósforo no solo maior o índice de SPAD nas plantas, entretanto o teor de fósforo nas folhas correlacionou negativamente com o teor de clorofila justificada com a explicação explicitada por Prado e Vale, 2008.

Morais e outros, 2013 com o objetivo de determinar a capacidade do clorofilômetro em estimar os teores de macro e micronutrientes em folhas de feijão-caupi verificou relação positiva entre o teor de fósforo e o índice SPAD.

### **Massa seca das hastes**

A dose alta de fósforo promoveu incremento de 63,22 % de massa seca das hastes como pode ser visualizado na Tabela 17. Isso ocorre devido a adubação fosfatada proporcionar aumentos no diâmetro do caule e volume de raízes de genótipos de feijão, indicando um maior crescimento e aporte de sustentação para a planta (Bomfim Silva e outros, 2014) a deficiência de fósforo é relatada como limitante na produção de matéria seca das leguminosas, uma vez que plantas sob deficiência deste nutriente promovem maior translocação de fotoassimilados para as raízes, o que reduz a relação matéria seca da parte aérea e da raiz (ALVES e outros, 1995)

Araujo e outros (2002) testando duas cultivares de feijão em três épocas de avaliação (20, 30 e 40 DAE), três doses de fósforo (0, 30 e 60) e dois níveis de P (baixo e alto) nas sementes, verificou que na dose baixa de P nas sementes aos 40 DAE a maior dose de fósforo promoveu maior massa seca do caule em relação as outras doses, e na dose alta de fósforo a adubação com as doses 30 e 60 promoveram plantas com maior massa seca do caule do que a dose 0.

Resultados semelhantes também foi encontrado por Schoninger e outros, (2015) que testando doses de P e N no feijoeiro verificaram que as doses de fósforo e de N aumentaram a MSPA foram praticamente as mesmas (incremento de 6,4 e 6,3 kg ha<sup>-1</sup> de MSPA para cada kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e N aplicados por hectare, respectivamente), embora algumas doses de fósforo tenham sido maiores que as de N, resultando em maior incremento na MSPA devido a adubação fosfatada.

Verifica-se também na Tabela 17 as médias dos tratamentos das fontes de fósforo no qual o superfosfato simples promoveu um incremento de 20% de massa seca da haste em relação as plantas adubadas com o polifosfato de amônio, demonstrando que provavelmente as plantas adubadas com superfosfato simples demonstram mais eficiência na absorção de fósforo em relação a essa característica.

**Tabela 17.** Massa seca das hastes de cultivares de feijoeiro em função dos níveis adubação baixa e alta de fósforo e das fontes de fósforo. Vitória da Conquista – BA. 2018

BAIXA (g.pl <sup>-1</sup> )	ALTA (g.pl <sup>-1</sup> )
0,98 B	1,60 A
PA (g.pl <sup>-1</sup> )	SUPER SIMPLES (g.pl <sup>-1</sup> )
1,17 B	1,41 A



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

### Massa seca das folhas

O mesmo padrão apresentado para a massa seca das hastes é verificado na Tabela 18 onde a massa seca das folhas no qual as plantas com adubação alta de fósforo promoveram um incremento de 96 % em relação a massa seca das folhas A massa seca do feijoeiro é importante parâmetro, pois além de se correlacionar positivamente com a produtividade grãos ela também esta relacionada com o acúmulo de nutrientes pela cultura (FAGERIA e outros 2008 e ANJOS e outros, 2017).

**Tabela 18.** Massa seca das folhas de cultivares de feijão em função dos níveis de adubação e das fontes de fósforo . Vitória da Conquista – Bahia, 2018.

BAIXA (g.pl <sup>-1</sup> )	ALTA (g.pl <sup>-1</sup> )
2,57 B	5,04 A
PA (g.pl-1)	SUPER SIMPLES (g.pl-1)
3,23 B	4,37 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Resultados semelhantes foram verificados por Moline e outros, (2011) e que testando doses de fósforo em feijoeiro em Rondônia verificou que o tratamento zero de fósforo apresentou a menor produção de matéria seca com 16,75 g, ao passo que a dos de 900 kg ha<sup>-1</sup>de fósforo apresentou a maior produção correspondente a 48,75g. Santos, (2011) também observou que doses de fósforo em feijoeiro com diferentes históricos de uso do solo concluíram que a adição de doses crescentes de fósforo aos solos promove aumento dos componentes relacionados ao crescimento do feijoeiro, principalmente matéria seca e conteúdo de fósforo.

A exemplo do ocorrido com a massa seca das hastes na Tabela 19 as plantas adubadas com a fonte SFS apresentaram uma massa seca de folhas maior que as adubadas com a fonte de polifosfato de amônio.

O desempenho superior da adubação do SFS para essa característica pode estar relacionada com a adaptação das cultivares a esta fonte de P, em geral o SFS tem desempenho semelhante a outras fontes de fósforo nesta característica, embora

o polifosfato de amônio como hipótese a liberação rápida de fósforo não supera o superfosfato simples. Na cultura do rabanete Sousa e outros (2017), também verificou que o SFS apresentou-se superior em todas as características avaliadas em relação a fonte alternativa de fósforo (termofostato magnésiano).

Sambatti e outros, (1998) utilizou hiperfosfato de Gafsa, oriundo da Tunísia; fosfato de arad, oriundo de Israel; fosfato da Carolina do Norte oriundo dos EUA; todos classificados por Léon e outros (1986) como materiais de alta eficiência agrônômica e o SFS para a característica massa seca das folhas não verificou diferença entre as fontes de fósforo na cultura da soja.

Silva e outros (2010) comparando duas fontes (Superfosfato Simples e o Superfosfato Triplo) e doses de fósforo no feijão caupi não verificou diferença entre as doses na característica massa seca da parte aérea.

Tais resultados demonstram que o SFS disponibiliza o fósforo de forma tão eficiente quanto outras fontes e que o polifosfato não interferiu absorção de fósforo ao ponto de promover maior fitomassa para as cultivares de feijão.

### **Índice de Área Foliar**

O IAF é considerado como indicador da intensidade de competição por luz entre plantas individuais dentro de uma população, Para Esteves e outros (2012), quanto mais disponíveis estiverem os nutrientes, maior o IAF. As plantas maiores criam demandas por nutrientes que são satisfeitas em solos adubados (SILVA e outros, 2003).

O IAF é uma característica importante quando elevado a cultura do feijoeiro é favorecida, uma vez que o fechamento mais rápido da lavoura desfavorece as plantas daninhas, além de aumentar a superfície fotossintética da planta (PEREIRA, 2010).

O IAF e a massa seca das hastes e da folha são características que estão intrinsecamente relacionadas (MARSCHNER, 1995) e por razão essa verifica-se que houve efeito significativo para os mesmos fatores apresentados na massa seca das folhas e da haste e as médias com o IAF estão apresentadas na Tabela 19, onde percebe-se que com a maior dose de fósforo houve um incremento de 81,02% no

IAF, não houve significância para cultivares indicando ausência de variabilidade genética para esta característica.

**Tabela 19.** IAF de cultivares de feijão em função das doses de fósforo em Vitória da Conquista – Bahia, 2018

BAIXA (cm <sup>2</sup> )	ALTA (cm <sup>2</sup> )
336,61 B	609,36 A
PA	SUPER SIMPLES
421,72 B	524,54 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Doses menores e o baixo suprimento de fósforo no solo reduz a área foliar, o número de folhas e limita à expansão das mesmas (Rodrigues, 1998) e diminui o IAF.

Resultado semelhante foi encontrado por Zucareli e outros (2012) que utilizando duas fontes de fósforo (superfosfato e simples e superfosfato triplo) e cinco doses de fósforo na cultivar Carioca precoce verificaram que com a maior dose de 150 Kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo obteve-se o maior IAF e a maior massa seca da parte aérea.

Costa Filho, 2013 testando doses de fósforo em cultivares de feijão-caupi verificou uma função quadrática com ponto de máximo próximo a 200 Kg.ha<sup>-1</sup> de P, dose essa próxima a maior dose utilizada no experimento que foi de de 240 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Em geral o IAF obedece a uma função quadrática, na qual seu valor cresce até atingir um valor a partir do qual o auto sombreamento passa a ser prejudicial, aumentando a superfície foliar, que é mantida sob iluminação precária, o que diminui a sua eficiência fotossintética (SANTOS e FAGERIA, 2007).

Também na Tabela 19 estão apresentadas as médias do IAF das plantas adubadas com Free Fós e SPS e da mesma forma que a Massa seca das folhas e da haste as plantas adubadas com SPS apresentaram um IAF maior.

Estes valores indicam que o fósforo disponibilizado pelo Free fós foi menos absorvido do que o do SPS, porém é importante ressaltar que embora a massa seca da parte aérea e o IAF estejam diretamente relacionados com o aumento de produtividade, nem sempre estes parâmetros funcionam, conforme relatado, pois fatores climáticos na fase de formação das vagens podem interferir de forma negativa no rendimento do feijoeiro (PORTES, 1996).

#### 4.2.3 Fósforo, Cálcio, Magnésio e Potássio nas folhas

O resumo do quadro de análise de variância das características P, Ca, Mg e K conjuntamente com suas médias e o coeficiente de variação estão apresentadas na Tabela 20. Foi observado efeito da cultivares para os nutrientes P, Ca e K, efeito das doses para P, Ca e Mg. Também constatou-se efeito da interação cultivar\*fonte para os nutrientes Ca e K, da interação cultivar \*dose para Ca, Mg e K, interação da fonte\*dose para o nutriente Ca.

**Tabela 20.** Resumo do quadro de análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista- Bahia. 2018

FV	GL	QUADRADO MEDIO			
		P	Ca	Mg	K
CULT	4	0,56**	31,95**	1,24	41,31**
FONTE	1	4,51**	279,00**	1,98	11,02
DOSE	1	35,11**	225,79**	43,51**	24,97
CUL*FONTE	4	0,01	14,42*	1,09	24,42*
CUL*DOSE	4	0,27	44,28**	4,18**	53,75**
FONTE*DOSE	1	0,02	38,92**	0,92	27,26
CUL*FONTE*DOSE	4	0,07	4,91	1,18	9,27
REP	3	0,02	4,68	1,51	1,8
ERRO	57	0,07	4,93	0,66	9,38
CV		11,09	13,99	14,59	9,97
MEDIA		2,42	15,8	5,57	30,72

#### Fósforo

Na Tabela 21 estão apresentadas as médias das plantas em função das doses de fósforo na qual o tratamento com a dose alta foi superior em 75% de fósforo comparado com as plantas adubadas com a dose baixa.

**Tabela 21.** Teores de fósforo em função dos níveis e fontes de fósforo do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

BAIXA	ALTA
1,76 B	3,09 A
PA	SFS
2,19 B	2,66 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Este resultado demonstra que a adubação de base foi eficiente e que quanto mais disponível o fósforo no solo maior será seus teores nas folhas. Rosolem e Marubayashi (1994) e Malavolta e outros (1997) afirmam que quando o teor de fósforo está abaixo de 2,0 g. Kg<sup>-1</sup> a planta apresenta deficiência de P, o que indica que com as menores doses utilizadas no experimento as plantas apresentaram deficiência de fósforo.

Resultado semelhante foi verificado por Cunha e outros, (2014) que testando cultivares de feijoeiro consorciado com mamoneira e diferentes doses de fósforo, verificou uma equação de primeiro grau em função da adubação de fósforo e o teor do nutriente na folha, na qual a maior dose (200 Kg. ha<sup>-1</sup>) apresentou o maior teor de fósforo com 5,0 e 6,0 g. Kg<sup>-1</sup> e a menor dose aproximadamente 0,13 g.Kg<sup>-1</sup>.

Também Torquato e outros (2011) testando doses de fósforo no feijão caupi na presença e ausência de calagem e molibdênio, verificaram relação positiva entre as doses de fósforo e seus teores nas folhas.

Na Tabela 21 também está apresentada os teores de fósforo em função das fontes de fósforo, as plantas adubadas com SPS apresentaram teores de fósforo superior ao Free fós, demonstrando que no momento do florescimento as plantas haviam absorvido mais fósforo adubadas com SPS.

Estes resultados corroboram com a hipótese de Franzen e Gerwing (1997) no qual afirmam que polifosfatos quando introduzidos no solo tem suas cadeias quebradas e se tornam novamente ortofosfatos, porém nessas características o

polifosfato tem tido desempenho abaixo do SPS, embora com teores menores as plantas adubadas com polifosfato de amônio estão na faixa crítica estabelecida por Malavolta e outros (1997)

Korndofer e Melo (2009) avaliando a eficiência de diferentes fontes de fósforo (superfosfato simples, superfosfato triplo, ácido fósfórico e ácido fósfórico + fosfato natural), verificaram o que superfosfato simples foi a fonte mais eficiente dentre as fontes testadas em cana de açúcar em relação ao seu aproveitamento pela planta.

Também Lana e outros (2004) testando diferentes fontes de fósforo verificou que o Superfosfato simples apresentou uma eficiência de 95% de fósforo foliar, não se diferenciando do superfosfato triplo e o fosmag e sendo superior a testemunha, Arad e o temofosfato magnésiano na cultura do alface.

Na Tabela 22 estão apresentados os dados referentes aos teores de fósforo nas cultivares de feijão com destaque para a cultivar Tangará e Estilo que apresentaram os maiores teores de fósforo nas folhas, a cultivar Esplendor foi a cultivar que apresentou a menor quantidade de fósforo nas folhas.

**Tabela 22.** Teor de fósforo em função da fonte Free fós e superfosfato simples experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

VARIETADES	P (g.Kg <sup>-1</sup> )
IPR UIRAPURU	2,38 b
BRS ESTILO	2,62 a
IPR TANGARÁ	2,56 a
IPR TUIUIU	2,41 b
BRS ESPLENDOR	2,14 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Malavolta e outros (1997) estabelece que para a cultura do feijoeiro a faixa crítica fica entre 2,0 e 3,0 g.Kg<sup>-1</sup> tais valores têm sido usados como guia básico para interpretação do estado nutricional das culturas. Para tal, faz-se a comparação dos teores dos nutrientes na amostra em teste com a faixa crítica. Se o teor de dado nutriente apresentar um valor igual ou superior ao nível crítico ou faixa crítica do padrão, considera-se que a cultura esteja bem nutrida no nutriente em questão; se

estiver abaixo, considera-se que a planta poderá apresentar problemas nutricionais relativos ao mesmo (FAQUIN, 2002).

As cultivares oscilaram entre 2,14 e 2,62 g. Kg<sup>-1</sup> ficando na faixa crítica para a cultura.

Andrade e outros (2004) testando três cultivares de feijão verificaram em três níveis de adubação (Sem adubação, adubação para produtividade 1200 Kg. há<sup>-1</sup> e adubação para produtividade de 3000 Kg.ha<sup>-1</sup>), não houve diferença entre as cultivares dentro de cada nível de adubação.

Jost e outros, (2010) avaliando a composição mineral de 19 cultivares de feijão com vistas ao melhoramento genético verificou valores maiores ao encontrado neste trabalho, as cultivares oscilaram o teor de fósforo entre 3,9 e 4,5 g.Kg<sup>-1</sup>, porém o solo que os autores realizaram o experimento tinha 15,3 mg.dm<sup>-3</sup> e 9,6 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo valores maiores do que a quantidade de fósforo disponível no solo utilizado nos vasos do experimento.

### **Cálcio**

Em relação ao cálcio todos os fatores e interações com exceção da interação tripla foram significativos e na Tabela 23 está apresentado os dados referentes ao desdobramento da interação entre doses e fontes no qual as plantas adubadas com o SPS demonstraram teores maiores de cálcio tanto na menor dose quanto na dose alta, e na dose alta tanto as plantas adubadas com SPS quanto com PA apresentaram maior teor de cálcio.

**Tabela 23.** Teor de Cálcio nas folhas em função da fonte Free fós e superfosfato simples experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	PA	SUPER SIMPLES
BAIXA	13,02 Bb	15,36 Ab
ALTA	14,98 Ba	20,11 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

O Ca é constituinte da parede celular (Marschner, 1995), assim, para maior crescimento da planta são necessárias maiores quantidades de Ca disponíveis para a absorção, independentemente da parte da planta, como por exemplo (raiz, caule, folha, flor, fruto) (TORQUATO e outros, 2011).

De acordo com a classificação de Malavolta e outros (1997), a faixa crítica de Ca para as folhas do feijoeiro ficam entre 15 e 20g.Kg<sup>-1</sup>, as plantas tratadas com SPS na dose alta apresentou dados acima da faixa crítica indicando bons teores de Ca nas folhas, porém tanto na dose baixa quanto na dose alta as plantas adubadas com PA não alcançou os teores da faixa crítica indicando deficiência de Cálcio nas folhas, embora os teores de Cálcio sejam baixos a planta não expressou características morfológicas que mostrassem deficiência desse elemento.

Outra classificação utilizada é a de Van Raij e outros (1997) que considera adequado os teores de cálcio entre 10 e 25 g.Kg<sup>-1</sup> com esta interpretação todos os tratamentos ficam na faixa adequada com os teores de cálcio nas folhas, teores maiores de fósforo favorecem o crescimento de raízes o que a absorção e acúmulo de Ca nas plantas.

Oliveira e outros (2001) estudando doses (0, 50, 100, 200, 400 e 800 Kg.ha<sup>-1</sup>) e modos de aplicação de fósforo no crescimento do feijoeiro verificaram que a concentração de cálcio nas folhas foi maior com aplicação de fósforo de 487 kg ha<sup>-1</sup>, atingindo 30g.kg<sup>-1</sup>. Indicando que com as doses acima da indicada houve precipitação do cálcio no solo ao reagir com os fosfatos presentes, nos tratamentos que receberam as mais altas doses de fósforo, dando origem a uma curva de cálcio do segundo grau e resultando numa menor absorção de cálcio pelo feijoeiro na presença das maiores doses de fósforo.

Também Silva & Vahl, (2002) testando doses de fósforo num neossolo litólico distrófico no Rio Grande do Sul verificaram que Os teores de P e Ca nas folhas aumentaram linearmente com as doses da adubação fosfatada.

Na Tabela 24 está apresentada o desdobramento da interação entre cultivares e fontes em todas as cultivares o teor de cálcio nas folhas foi maior com o SPS, com exceção da Tangará que apresentou teor de cálcio estatisticamente igual ao Free fós. Não houve diferença no teor de cálcio nas folhas que foram adubadas com polifosfato de amônio indicando que não existe variabilidade genética para esta característica quando a fonte é o PA, quando utilizado SPS a cultivar Tuiuiu apresentou o maior teor de cálcio nas folhas ficando inclusive acima da faixa crítica estipulada para esta característica, seguido da cultivar Uirapuru que apresentou teor de cálcio acima das demais cultivares.



**Tabela 24.** Desdobramento da interação entre fontes e cultivares do Teor de Cálcio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	PA	Supersimples
IPR UIRAPURU	14,87 Ba	18,62 Ab
BRS ESTILO	13,66 Ba	16,46 Ac
IPR TANGARÁ	13,98 Aa	15,23 Ac
IPR TUIUIU	14,76 Ba	21,08 Aa
BRS ESPLENDOR	12,72 Ba	17,27 Ac

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Jost e outros, (2010) observou valores que oscilaram entre 9 e 14 g.Kg<sup>-1</sup>, valores menores aos encontrados quando a adubação é com super simples e próximos ao encontrados quando a adubação é com Free fós.

Araujo (2008) verificou valores bem menores ao encontrado neste trabalho, estudando a competição de cultivares para o sistema orgânico de produção os valores oscilaram entre 8,08 e 8,87 g.Kg<sup>-1</sup>, ficando abaixo inclusive da faixa adequada indicada por Rajj e outros, 1997.

Na Tabela 25 encontra-se o desdobramento da interação entre doses e cultivares, as cultivares Uirapuru e Esplendor aumentaram os teores de cálcio quando a dose de fósforo foi alta e as demais cultivares não apresentaram diferença significativa entre as doses, na dose baixa estas cultivares apresentaram teores de cálcio abaixo das demais cultivares e na dose alta a cultivar Estilo e Tangará foram as cultivares que apresentaram teor de cálcio abaixo das demais cultivares.

**Tabela 25.** Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de Cálcio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	BAIXA	ALTA
IPR UIRAPURU	13,19 Bb	19,58 Aa
BRS ESTILO	14,53 Ab	15,58 Ab
IPR TANGARÁ	14,61 Ab	14,61 Ab
IPR TUIUIU	16,85 Aa	19,00 Aa
BRS ESPLENDOR	11,03 Bc	18,96 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

O aumento das doses de fósforo promove crescimento nas raízes e as cultivares tendem a acumular mais Ca com doses maiores de P. Porém Silva e outros (2016) avaliando 20 cultivares de feijão e 2 doses de fósforo (dose restritiva): 45 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e (dose controle): 90 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, verificou a dose restritiva proporcionou o maior teor de Cálcio nas folhas com 20,61 g.Kg<sup>-1</sup> e a dose restritiva e a dose controle 19,05 g.Kg<sup>-1</sup> os autores justificam afirmando que o houve efeito de diluição dos elementos devido à maior produção de massa seca das plantas da parcela controle

No feijão caupi Fonseca e outros (2010) testando doses de fósforo em diferentes saturações de bases, verificaram que a saturação por bases e as doses de fósforo influenciaram o teor de Ca na MSPA no qual houve uma redução com as doses intermediárias de fósforo, elevando-se com a dose mais alta os autores salientam que os valores encontrados foram abaixo dos teores adequados indicados para a cultura.

### **Potássio**

Houve interação significativa entre doses e cultivares nos teores de potássio na folha, a Tabela 26 está demonstrada o desdobramento da interação entre os fatores, na dose baixa de fósforo a cultivar Esplendor apresentou teores de K abaixo das outras cultivares , já na dose alta a cultivar Tangará que apresentou desempenho inferior as demais cultivares, em geral as cultivares não aumentaram o teor de K com a dose maior de fósforo com exceção da cultivar Esplendor que aumentou em 27% o teor de K nas folhas com o aumento da dose de fósforo.

**Tabela 26.** Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de potássio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	BAIXA	ALTA
IPR UIRAPURU	31,90 Aa	33,35 Aa
BRS ESTILO	32,56 Aa	30,80 Aa
IPR TANGARÁ	30,93 Aa	28,43 Ab
IPR TUIUIU	30,23 Aa	31,96 Aa
BRS ESPLENDOR	25,18 Bb	31,96 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Em relação ao potássio considera-se a faixa critica proposta por Malavolta e outros (1997) ente 20 a 25g.Kg<sup>-1</sup>, estando todos os tratamentos acima dos valores críticos indicando que estivessem bem nutridas relativas ao teor de K nas folhas.

O aumento do teor de K na cultivar Esplendor pode estar relacionada ao fato de que plantas adubadas com fósforo tendem a maior formação de raízes o que favorece a absorção e acúmulo de nutrientes (NAKAGAWA e outros, 2005), entretanto não variar o teor de K nas folhas em função das doses de P, fato ocorrido com as outras quatro cultivares utilizadas neste experimento no qual os teores de K nas folhas não se modificam com o aumento da adubação fosfatada é verificada também em outras culturas.

Batistela Filho e outros (2013) testando doses de fósforo e potássio com objetivo de avaliar a produção e qualidade de sementes de soja não observou aumento nos teores de potássio nas folhas com o aumento das doses da adubação fosfatada.

Veloso e outros (2013) estudando a adubação fosfatada e potássica no nordeste paraense no feijão-caupi não verificaram diferença significativa entre as doses de fósforo em relação a aumento dos teores de K nas folhas.

### **Magnésio**

Houve interação significativa entre doses e cultivares para os teores de magnésio a folha e na Tabela 27 estão apresentado o desdobramento da interação para esta característica no qual todas as cultivares com exceção da Tuiuiu, aumentaram os teores de magnésio com a dose mais alta de P. Não houve diferença entre as cultivares quando adubadas com a dose alta de fósforo o que indica pouca variabilidade genética das cultivares nos teores de Mg nas folhas quando bem

suplementadas com P, porém na dose baixa de fósforo as cultivares Uirapuru e Esplendor apresentaram teores de Mg menores que as demais cultivares.

**Tabela 27.** Desdobramento da interação entre doses e cultivares do teor de Magnésio nas folhas do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	BAIXA	ALTA
IPR UIRAPURU	4,22 Bb	6,27 Aa
BRS ESTILO	5,08 Ba	6,05 Aa
IPR TANGARÁ	5,13 Ba	6,13 Aa
IPR TUIUIU	5,80 Aa	6,20 Aa
BRS ESPLENDOR	3,95 Bb	6,91 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Segundo a classificação de Malavolta e outros, (1997) os teores críticos de magnésio ficam entre 4 e 7 g.Kg<sup>-1</sup>, todos os tratamentos com exceção da cultivar Esplendor quando adubada com a menor dose de fósforo atendem a este critério.

A absorção do fósforo é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta. Acredita-se também que a existência da inter-relação desses dois íons é consequência da necessidade de Mg nas reações de transferência de energia (BERGMANN, 1992 e MALAVOLTA e outros, 1997).

Corroborando com esses dados Moreira e outros (2008) estudando a relação fósforo e magnésio no na fertilidade do solo e no estado nutricional da alfafa verificou que os teores de Mg na massa seca da alfafa aumentam quando a relação de P:Mg no solo aumentam linearmente.

Oliveira e outros (2001) estudando doses e modos de aplicação de fósforo no feijoeiro verificou que o teor de magnésio nas folhas obedeceu uma função quadrática em relação as doses de fósforo. Os autores inferiram que o magnésio foi importante na absorção do fósforo até o ponto máximo de sua influência na produção de matéria seca, os autores afirmam que o sinergismo entre o fósforo e o magnésio ocorre após um ponto crítico de absorção de fósforo, ponto em que aumenta a absorção de magnésio.

Souza e outros (2014) estudando o estado nutricional de cultivares de melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo verificou que houve

interação significativa tripla entre as doses de P\*cultivares\*N e que em geral dependendo da quantidade de N disponível a maioria das cultivares aumentaram os teores de Mg com o aumento dos teores de P.

#### 4.2.4 Altura da planta (ALT), altura da inserção da primeira vagem (AIV) e diâmetro do caule (DIAM).

Na tabela 28 está apresentado o resumo do quadro de análise de variância das características altura das plantas, altura da inserção da primeira vagem e diâmetro do caule com as médias e o coeficiente de variação

**Tabela 28.** Resumo do quadro de análise de variância com as médias e o coeficiente de variação das características altura das plantas, altura da inserção da primeira vagem e diâmetro do caule do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista – BA. 2018

FV	GL	QUADRADO MEDIO		
		ALT	AIV	DIAM
VAR	4	314,33**	30,89**	1,8
FONTE	1	36,45	34,12*	0,66
DOSE	1	418,61*	15,09	17,32**
VAR*FONTE	4	33,01	17,72	0,14
VAR*DOSE	4	168,85	5,13	0,31
FONTE*DOSE	1	61,25	46,13*	1,89
VAR*FONTE*DOSE	4	721,90*	18,55	0,57
REP	3	368,21	8,95	0,66
ERRO	57	62,87	7,87	0,76
CV		20,13	21,69	12,99
MEDIA		39,38	12,94	6,71

#### Altura das plantas

A altura das plantas foi a única característica na qual houve interação tripla entre os fatores. Na Tabela 29 está apresentado o desdobramento das cultivares nas

fontes e doses, verifica-se que na dose baixa utilizando o free fós e na dose alta com o SPS as cultivares Tangará e Tuiuiu apresentam a a maior altura, enquanto que na dose baixa com SPS e na dose Alta com o Free fós as cultivares não apresentaram diferença significativa.

**Tabela 29.** Desdobramento da interação tripla das cultivares nas doses e fontes de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018.

	Dose Baixa		Dose Alta	
	Free Fós	SPS	Free fós	SPS
ESTILO	31,12 b	33,37 a	33,25 a	34,00 b
ESPLENDOR	32,85 b	39,12 a	44,50 a	39,87 b
UIRAPURU	35,62 b	34,00 a	41,00 a	42,75 b
TUIUIU	42,37 a	33,37 a	37,12 a	53,62 a
TANGARÁ	44,50 a	44,62 a	44,75 a	45,87 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

De acordo com Simone e outros. (1992) a planta ideal de feijão para colheita mecanizada, precisa de altura superior a 50 cm sendo que apenas a cultivar Tuiuiu com adubação alta de fósforo com SPS que atende esse requisito, entretanto plantas altas apresentam maior índice de acamamento, estando em relação à planta de menor porte propicia a maior ocorrência de tombamento de plantas causada pela ação de vento (OLIVEIRA e outros, 2012).

As cultivares Tangará e Tuiuiu se destacaram das demais cultivares nesta característica, Oliveira e outros (2014) testando 19 cultivares de feijão no sul do Tocantins verificaram valores de altura entre as cultivares que variaram de 41,2 a 75,8cm na dose alta de fósforo e na dose baixa os valores oscilaram entre 33,9 e

62,4cm, considerando a média de altura das cultivares os valores dos dois estudos se aproximam.

Porém Silva e outros (2016) avaliando 20 cultivares de feijão verificou grande variabilidade genética tanto na dose restritiva quanto na dose controle a altura de plantas variou de 33,4 até 240 cm, essa diferença entre de altura entre as cultivares é justificada pelo fato dos autores utilizarem cultivares de feijão com hábitos de crescimento diferenciados, sendo alguns de crescimento indeterminado.

Na Tabela 30 está o desdobramento das fontes nas cultivares e doses e verifica-se que na dose baixa não houve diferença entre as fontes em todas as cultivares, porém na dose alta a cultivar Tuiuiu apresentou maior altura de planta quando adubado com SPS.

**Tabela 30.** Desdobramento da interação tripla das fontes nas doses e cultivares de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	Dose Baixa		Dose Alta	
	Free Fós	SPS	Free fós	SPS
ESTILO	31,12 A	33,37 A	33,25 A	34,00 A
ESPLENDOR	32,85 A	39,12 A	44,50 A	39,87 A
UIRAPURU	35,62 A	34,00 A	41,00 A	42,75 A
TUIUIU	42,37 A	33,37 A	37,12 B	53,62 A
TANGARÁ	44,50 A	44,62 A	44,75 A	45,87 A

Médias seguidas de mesma letra dentro das doses na linha não diferem entre si, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Este resultado demonstra que com exceção da cultivar Tuiuiu, a altura das plantas não é influenciada pelas fontes de fósforo resultado semelhante foi encontrado por Silva e Alves (2015) que testando fontes e doses de fósforo no feijoeiro em sistema de plantio direto não verificaram diferença estatística entre as fontes, apenas diferença entre as doses para a característica altura de plantas.

Porém Silva e outros (2015) testando 5 fontes de fósforo em feijoeiro em solo incubado verificou diferença entre as fontes, os autores verificaram que Termofosfato de Alumino em pó promoveu maior altura das plantas quando

comparadas a outras fontes. O fosfato reativo de Arad e o Superfosfato Triplo apresentaram também bom desempenho nesta variável, é importante salientar que quanto maior o número de fontes de fósforo testadas mais provável que exista diferença significativa nas características aferidas, pois o contato íon raiz vai interferir entre as fontes, o que influenciara na absorção e acúmulo do nutriente pela planta.

Na Tabela 31 está apresentado o desdobramento das doses nas fontes e cultivares no qual verifica-se que com o free fós apenas a cultivar Esplendor apresentou maior altura de plantas quando adubada com dose maior as demais cultivares não apresentaram diferença nesta característica, já com o SPS apenas a cultivar Tuiuiu que apresentou maior altura quando submetida a maior dose.

**Tabela 31** – Desdobramento da interação tripla das doses nas cultivares e fontes de fósforo da característica altura de plantas (cm) do experimento Polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

	Free Fós		SPS	
	Dose Baixa	Dose Alta	Dose Baixa	Dose Alta
ESTILO	31,12 A	33,25 A	33,37 A	34,00 A
ESPLENDOR	32,85 B	44,50 A	39,12 A	39,87 A
UIRAPURU	35,62 A	41,00 A	34,00 A	42,75 A
TUIUIU	42,37 A	37,12 A	33,37 B	53,62 A
TANGARÁ	44,50 A	44,75 A	44,62 A	45,87 A

Médias seguidas de mesma letra dentro das fontes não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Esses dados demonstram que esta característica neste trabalho não está correlacionada diretamente com a produtividade, indicando que esta correlação possa existir de acordo com cada cultivar, também Anjos e outros (2015) que trabalhando com bioestimulantes, NPK e micronutrientes na cultivar Peróla não verificaram diferença significativa na altura das plantas entre a presença e ausência do NPK, porém a presença de NPK aumentou a produtividade.

Entretanto Fidelis e outros (2017) avaliando dois níveis de fósforo alto e baixo em cultivares de feijão comum no estado do Tocantins verificou que doses



maiores proporcionaram maior média na altura de plantas das cultivares de feijão, porém os autores não demonstraram a comparação das doses em cada cultivar, apenas comparou a média das cultivares na dose baixa com a média das cultivares na dose alta.

Schoniger e outros (2015) verificaram que aumentando as doses de fósforo aumentou a altura das plantas do feijoeiro. Os autores que avaliavam doses de P e N no feijoeiro no estado do Mato Grosso observaram correlação positiva entre altura e produtividade, entretanto os autores utilizaram apenas uma cultivar

Em geral percebe-se que a correlação positiva em relação a altura das plantas e produtividade é variável de acordo com a cultivar.

#### **Altura da inserção da primeira vagem**

Na Tabela 32 estão demonstrados a altura da inserção da primeira vagem das cultivares, com destaque para a cultivar Tangará que apresentou o maior AIV dentre as cultivares no experimento.

**Tabela 32.** Altura da Inserção da primeira Vagem das cultivares de feijão comum submetidos ao SPS e o polifosfato de amônio em Vitória da Conquista, 2018.

CULTIVARES	AIV (cm)
IPR UIRAPURU	12,54 b
BRS ESTILO	11,81 b
IPR TANGARÁ	15,29 a
IPR TUIUIU	12,07 b
BRS ESPLENDOR	12,96 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Para a colheita mecanizada recomenda-se uma AIV superior a 12 cm (OLIVEIRA e outros, 2014) sendo que apenas a cultivar Tuiuiu apresentou média inferior a recomendação, indicando que para a nossa região sua colheita deva ser manual.

A cultivar Tangará também se destacou no trabalho de Oliveira e outros (2014) que estudando a adubação fosfatada em 19 cultivares de feijão no sul do

estado do Tocantins verificou que a cultivar IPR Tangará apresentou as maiores médias de AIV tanto na dose alta quanto na dose baixa de P.

Salienta-se que a altura mínima dependerá da regulação e da velocidade da colhedora, em geral quanto maior o AIV, mais eficiente será a colheita. No Brasil existe um número grande de cultivares que apresentam vagens que ficam situada abaixo do alcance das lâminas de corte das ceifadoras. Alonço e outros. (1997) afirmam que é necessário desenvolver alternativas para adaptar a cultura do feijão à colheita mecanizada, pois 50% das cultivares existentes, além de susceptíveis ao acamamento, apresentam vagens entre 5 e 10 cm acima do solo, dificultando o emprego direto e eficiente das colhedoras automotrizes, embora possa dificultar a colheita, plantas compactas com ramos curtos podem melhorar a aeração da cultura e beneficiar aplicações de defensivos (SILVA e outros, 2008).

Kappes e outros, (2008) ao estudarem o comportamento morfoagronômico de 10 cultivares de feijão comum verificaram valores de AIV que variaram entre 9,6 e 18,6 cm. Valores considerados próximos aos encontrados neste trabalho.

Na Tabela 33 está apresentado o desdobramento da interação entre doses e fontes e na qual as plantas adubadas com polifosfato de amônio com a dose baixa apresentou o AIV superior a dose alta e superior a dose baixa com a fonte supersimples, este tratamento embora importante para a colheita mecanizada, apresentou neste estudo relação inversamente proporcional ao número de grãos que será discutido nos próximos tópicos.

**Tabela 33.** Desdobramento da interação entre doses e fontes da altura da inserção da primeira vagem do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão em Vitória da Conquista. 2018

	PA	SUPER SIMPLES
BAIXA	14,78 Aa	11,96 Ba
ALTA	12,40 Ab	12,61 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Fidelis e outros (2017) testando 10 cultivares de feijão em dois níveis de adubações com fósforo (baixa e alta), verificaram na dose alta de fósforo valores entre 16,40 e 20,90 cm de AIV, enquanto que na dose baixa os valores oscilaram entre 14,22 e 18,95 cm, diferentemente do estudo realizado os autores afirmam que

com a maior dose de fósforo houve maior AIV entretanto devido a falta de interação das cultivares e as doses não foi realizado teste estatístico em cada cultivar no trabalho.

Porém Schoninger e outros (2016), testando doses de P e de N no feijoeiro verificaram que embora os dados tenham sido significativos para as doses de fósforo no teste F, o valor do coeficiente angular de fósforo encontrado é muito baixo assemelhando-se a zero, dessa forma os autores afirmam que neste estudo o incremento obtido no AIV com as doses de fósforo foram insignificantes.

Araújo e outros (2005) testando doses de supersimples em cultivares de soja verificou significância apenas para as cultivares e as doses não interferiram na AIV das cultivares.

#### **Diâmetro do caule**

A característica diâmetro do caule é importante para o feijoeiro, uma vez que, quanto menor for o seu diâmetro, mais propenso esta cultura fica ao acamamento e à quebra de plantas (BEZERRA e outros, 2012). Na Tabela 34 estão apresentadas as médias do diâmetro do caule em função das doses na qual a dose alta apresentou maior diâmetro do caule.

**Tabela 34.** Diâmetro do caule (mm) de cultivares de feijão em função das doses de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista-BA. 2018

BAIXA	ALTA
7,41 B	8,01 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Este resultado demonstra que o fósforo está relacionado à resistência da planta ao acamamento, resultado semelhante foi encontrado por Coutinho e outros (2014 ) que testando doses de fósforo na cultura do feijão caupi verificou que cada Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponibilizado no sulco de semeadura promoveu incremento no diâmetro de caule de 0,00095 cm na cultura do feijão-caupi.

Oliveira e outros (2014) verificaram que o incremento de fósforo promoveu maiores diâmetros de caule nas diversas cultivares testadas, porém os autores

verificaram diâmetro oscilando entre 5,54 e 6,21 mm, valores menores ao encontrados neste estudo.

Bonfim-Silva e outros (2015), trabalhando com doses de fósforo no feijão guandu verificaram efeito quadrático na característica diâmetro do caule com o maior valor (5,87 mm) na dose de fósforo 435,15 mg dm<sup>-3</sup> os autores corroboram que mudas que apresentam um maior diâmetro do colo possuem um maior equilíbrio no crescimento da parte aérea.

#### 4.2.5 Umidade, número das vagens e grãos por vagem

Na Tabela 35 está apresentada os resumo do quadros de análise de variância para as características umidade (UMI), número de vagens (NV) e número de grãos por vagem (GV)

**Tabela 35.** Resumo do quadro de análise de variância das características umidade dos grãos (UMI), número de vagens (NV) e número de grãos (NG) com os coeficientes de variação e as médias referentes as experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista. 2018.

FV	GL	QUADRADO MEDIO		
		UMI	NV	GV
VAR	4	14,12	11,10	1,05
FONTE	1	9,20	21,01	0,06
DOSE	1	10,39	308,11**	16,48**
VAR*FONTE	4	48,25	1,40	0,09
VAR*DOSE	4	2,52	1,13	0,57
FONTE*DOSE	1	70,5	2,98	0,22
VAR*FONTE*DOSE	4	25,13	0,98	0,37
REP	3	74,44	0,76	0,61
ERRO	57	43,27	6,70	0,61
CV		30,53	29,09	21,77
MEDIA		21,54	8,9	3,61

Não houve efeito dos fatores para a característica umidade dos grãos e houve efeito significativo a 1% de probabilidade para o efeito doses na característica NV e GV

#### Número de vagens por planta e grãos por vagem

Na Tabela 36 está apresentado a média do número de vagens em função da dose baixa e alta no qual verifica-se que a dose alta promove incremento no

número de vagens por planta de 56,70 % Esse resultado pode ser associado ao maior estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular, à formação dos primórdios reprodutivos e dos frutos, proporcionados pelo aumento da absorção de fósforo, ressalta-se que esta característica é o componente primário que mais se correlaciona com a produtividade de grãos (SOUZA e outros, 2008) e é bastante influenciado pelo ambiente (VIANA e outros, 2011 ).

**Tabela 36.** Número de vagens e número de grãos por planta de cultivares de feijão em função das doses de fósforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018.

	NV	GV
BAIXA	6,93 b	4,06 a
ALTA	10,86 a	3,15 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Corroborando com este estudo Cunha e outros (2014) avaliando doses de fósforo e consórcio do feijoeiro com a mamona em duas cultivares de feijão comum verificou resultado positivo das doses de fósforo nas duas cultivares tendo efeito quadrático na cultivar Pontal com o valor máximo de 9,6 vagens com dose de 100 Kg.ha<sup>-1</sup> e efeito linear da cultivar Peróla com dose de 200 Kg.ha<sup>-1</sup> proporcionando 7,9 vagens.

Oliveira e outros (2014) verificaram que todos os genótipos foram favorecidos no número de vagens com a dose mais alta de P.

Porém, Valderrama e outros (2009) estudando fontes e doses de P e N não verificaram diferença no número de vagens para o fator doses de P, isso provavelmente ocorreu devido ao nível de fósforo no solo estar com 18 mg.dm<sup>-3</sup>, valor um pouco elevado, sendo aproximadamente quatro vezes maior ao nível de fósforo utilizado neste experimento.

Também na Tabela 36 está apresentada as médias da dose alta e dose baixa de fósforo e na qual as plantas com a dose menor de fósforo apresentaram maior número de grãos por vagem, isso ocorre porque número de grãos por vagem é uma característica de correlação negativa com a massa de 100 grão ,ou seja o aumento do número de grãos por planta e do número de grãos por vagem implicará em redução da massa de 100 grãos.

Viana e outros (2011) trabalhando com doses de N e P no feijoeiro, embora não significativo observou que ao aumentar as doses de fósforo decresce linearmente o número de grãos por vagem.

Coutinho e outros (2014) trabalhando com doses no feijão-caupi verificou que número de grãos por vagem em função da adubação fosfatada obedeceu a uma função quadrática com o ponto de máximo em 200 Kg.ha<sup>-1</sup> proporcionando 12,87 sementes por vagem.

Resultado divergente foi verificado por Schoniger e outros (2015) que verificou aumento linear das doses de fósforo em relação ao número de sementes por vagem, é importante apontar que esta seja uma característica de alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente (SORATTO e outros, 2010) e diversos trabalhos que envolvam diferentes nutrientes e/ou adubações no feijoeiro não interferiram diretamente nesta característica (ANJOS e outros, 2015; BERNARDES e outros, 2014; MOREIRA e outros, 2013; VALDERRAMA e outros, 2009).

#### 4.2.6 Massa de 100 grãos e Produtividade

Na Tabela 37 está demonstrado o resumo do quadro de análise de variância com massa de 100 grãos (M100) e a produtividade (PROD) com as respectivas médias e coeficientes de variação.

**Tabela 37.** Resumo do quadro de análise de variância das características M100 e PROD com os coeficientes de variação e as médias referentes aos experimentos polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista. 2018

FV	GL	QUADRADO MEDIO	
		M100	PROD
VAR	4	143,69**	91691,99

FONTE	1	51,80	335091,86
DOSE	1	361,25**	2817196,95**
VAR*FONTE	4	58,68	316674,08*
VAR*DOSE	4	23,60	363586,09*
FONTE*DOSE	1	0,06	233271,36
VAR*FONTE*DOSE	4	65,80	240489,72
REP	3	17,05	63281,29
ERRO	57	28,84	111690,98
CV		28,01	29,67
MEDIA		19,17	1126,46

Houve significância dos fatores doses e cultivares para a característica M100 e para característica produtividade houve interação tripla dos fatores.

### Massa de 100 grãos

Na Tabela 38 está apresentado a média da característica M100 na qual a cultivar Esplendor, foi a que apresentou a M100 superior as demais cultivares. De acordo com a Embrapa (2005) os grãos podem ser classificados quanto ao tamanho, em pequenos (massa de 100 grãos < que 20 gramas); médios (massa de 1000 grãos entre 20 e 40 gramas) e grandes (massa de 100 grãos > 40 gramas), considerando esta classificação apenas as cultivares Tangará e Esplendor demonstraram grãos médios. De acordo com Ramalho e Abreu (2006) o mercado consumidor tem preferência por grãos médios do tipo carioca, cujo tamanho corresponde à massa de 23 a 25 gramas por 100 grãos e para essa classificação apenas a cultivar Estilo encaixa-se nesta classificação

**Tabela 38.** Massa seca de 100 grãos (gr.) das cultivares de feijão comum submetidos ao SPS e o PA em Vitória da Conquista, 2018.

CULTIVARES	M100
IPR UIRAPURU	17,30 b
BRS ESTILO	23,91 a
IPR TANGARÁ	20,14 b
IPR TUIUIU	18,13 b
BRS ESPLENDOR	16,36 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Salgado e outros (2011) verificaram alta variabilidade genética das cultivares de feijão em relação a esta característica, porém os valores observados foram superiores ao encontrado neste trabalho oscilando entre 29,06 e 38,77 g.

Fidelis (2007) avaliando cultivares de feijão em solo do cerrado verificou valores próximos aos verificados neste estudo que oscilaram entre 20,34 e 24,20 g.

Silva e outros (2016) verificou valores que oscilaram 19,94 e 33,49 g avaliando a eficiência do uso do fósforo de 20 cultivares de feijão e também verificaram que a cultivar Estilo foi uma das cultivares que se destacaram na característica M100.

Na tabela 39 está apresentado os dados referentes médias da massa de 100 grãos com a dose alta e a dose baixa na qual verifica-se que a dose alta de fósforo promoveu um incremento de 24,94 % na massa de 100 grãos em relação a menor dose. Embora esta característica possui caráter de herança qualitativa, pouco influenciado pelo ambiente e é controlado por poucos genes (ZILIO e outros, 2011), neste estudo foi influenciado pela adubação

**Tabela 39.** Massa de 100 grãos (gr.) de cultivares de feijão em função das doses de fosforo do polifosfato de amônio e superfosfato simples em Vitória da Conquista- BA. 2018

BAIXA	ALTA
17,04 B	21,29 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Viana e outros, (2011) não observaram efeito das doses de P e N na massa de 100 e observaram valores que oscilaram entre 19,0 e 20,9gr. valores próximos ao encontrado neste estudo.

Oliveira e outros (2014), verificou que diferentemente deste trabalho as cultivares demonstram desempenho diferenciado em cada nível de P, e observaram que as maioria das cultivares não aumenta a massa de 100 grãos com o aumento de fósforo.

Valderrama e outros (2009) não observou diferença entre as doses e fontes de fósforo para esta característica, os autores verificaram valores próximos ao encontrado neste estudo oscilando entre 19,50 e 20,37.



Corroborando com este estudo Petrilli, (2007) verificou que a massa de 100 grãos obedeceu a uma equação linear em função das doses de fósforo.

Em geral as doses de fósforo influenciam pouco esta característica, porém no caso deste estudo no qual os níveis de fósforo do solo são baixos a dose alta de fósforo auxilia no enchimento do grão.

### Produtividade

Verifica-se na Tabela 40 o desdobramento da interação entre fontes e cultivares, não houve diferença estatística entre as cultivares nas duas fontes. As cultivares Estilo e Tuiuiu apresentaram maior produtividade quando adubadas com SPS, já a cultivar Tuiuiu obteve maior produtividade com o PA .As cultivares Uirapuru e Esplendor não apresentaram diferenças entre as fontes, estes resultados demonstram que de acordo com a fonte de fósforo cada cultivar responde de forma diferenciada em relação a produtividade pois, as formas de contato ion raiz são diferentes em cada fonte e as cultivares apresentam adaptações morfofisiológicas diferenciadas para otimização da absorção deste nutriente. De acordo com Wang e outros (2010) além de melhorar técnicas e formas de adubação, é importante a seleção de cultivares mais eficientes na absorção do fósforo e demais nutrientes.

**Tabela 40.** Desdobramento da interação entre fontes e cultivares da produtividade de grãos Kg.ha<sup>-1</sup> do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	FREE FÓS	SUPERSIMPLES
IPR UIRAPURU	944,19 Aa	1192,63 Aa
BRS EST ILO	1069,87 Ba	1428,51 Aa
IPR TANGARÁ	897,73 Ba	1284,44 Aa
IPR TUIUIU	1243,79 Aa	1054,81 Ba
BRS ESPLENDOR	1153,13 Aa	995,52 Aa
Médias	1061,74	1191,18

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Nascente e outros (2014) testando cinco fontes de fósforo com ou sem cálcio em três municípios Unai –MG, Paracatu – MG e São João da Aliança- GO, verificaram diferença significativa dos dois fatores para produtividade, sendo que todas as fontes de fósforo foram maiores que a testemunha.

Entretanto Valderrama e outros (2009) testando doses e fontes de P e N em cultivares de feijão não verificou efeito para as fontes de P, tendo efeito na produtividade apenas para as doses.

Pasquali e outros (2013) testando a combinação de três doses de  $P_2O_5$ : 0, 60 e 90  $Kg.ha^{-1}$  e 5 doses do Freefos no sulco : 0, 5, 10, 15 e 20 L.  $.ha^{-1}$  na cultura da soja não verificaram diferença entre os tratamentos.

Na Tabela 41 estão apresentados o desdobramento da interação entre cultivares e doses na qual verifica-se que na dose baixa de fósforo as cultivares Tuiuiu e Estilo foram mais eficientes e apresentaram produtividade superiores as demais cultivares, porém apenas as duas cultivares não aumentaram a produtividade na comparação entre a dose baixa e a dose alta de P, provavelmente pelo fator genético do genótipo no qual sendo rústico não responde ao acréscimo do nutriente. Na dose alta de fósforo não houve diferença entre as cultivares, porém todas as cultivares na dose alta de fósforo obtiveram produtividades acima da média nacional que é de 1,01  $t.ha^{-1}$  (FAOSTAT, 2017) em geral a adubação com fósforo elevou em 40% a produtividade do feijoeiro, diversas características influenciaram de forma positiva a produtividade do feijoeiro.

**Tabela 41.** Desdobramento da interação entre doses e cultivares da produtividade de grãos  $Kg.ha^{-1}$  do experimento PA e SS em cultivares de feijão em Vitoria da Conquista. 2018

	BAIXA		ALTA	
IPR UIRAPURU	870,80	Bb	1266,02	Aa
BRS ESTILO	1262,86	Aa	1235,52	Aa
IPR TANGARÁ	823,55	Bb	1358,63	Aa
IPR TUIUIU	1043,13	Aa	1255,47	Aa
BRS ESPLENDOR	693,69	Bb	1454,96	Aa
MÉDIA	938,80		1314,12	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste Skott Knott a 5 % de probabilidade.

Fidélis e outros (2017) testando cultivares de feijão comum em dois níveis de fósforo verificou que a dose alta de fósforo promoveu aumento da produtividade em 7 das 10 cultivares testadas e verificou valores próximos ao encontrado neste estudo quando utilizado a dose alta que oscilaram de 999 a 1776  $Kg.ha^{-1}$ , já na dose

baixa os autores verificaram alta variabilidade das cultivares e os valores oscilaram de 216 a 1347 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Oliveira e outros (2012) estudando 19 cultivares em dois níveis de fósforo verificou que 18 cultivares aumentaram sua produtividade na dose mais alta de P, os autores verificaram valores próximos ao encontrado neste variando de 1.861 a 907 Kg.ha<sup>-1</sup>, porém na dose baixa as cultivares apresentaram valores inferiores a este com variação de 416 a 789 Kg.ha<sup>-1</sup>, devido ao baixo desempenho das cultivares na dose baixa os autores verificaram incremento da maioria das cultivares acima de 100% valor mais alto que o encontrado neste experimento.

Silva e outros (2016) testando 20 genótipos e duas doses de fósforo observaram significância estatísticas apenas para o fator dose no qual verificaram incremento de 17% na produtividade das cultivares de feijão comum.

#### **4.2.7 Índice de Eficiência e Resposta**

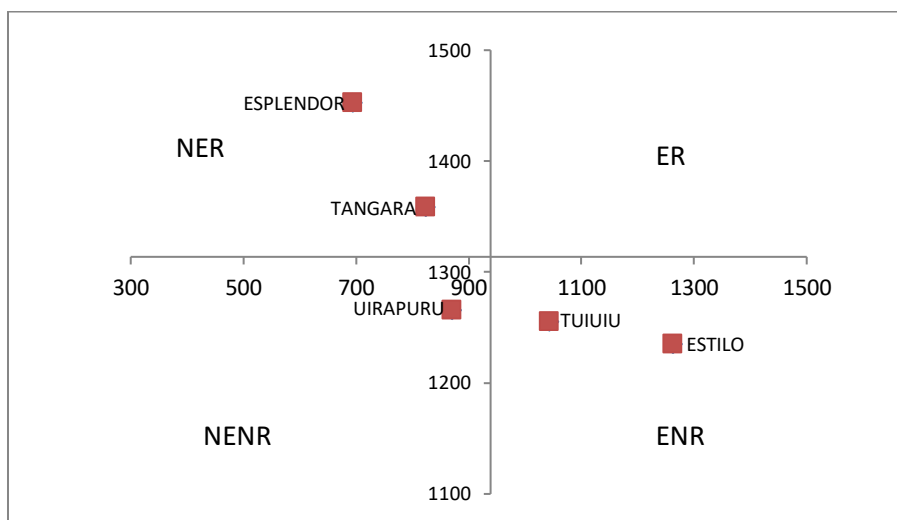
O índice de eficiência e resposta proposto por Fageria e Kluthcouski (1980) elucidada de forma didática o desempenho das cultivares em relação a adubação com o fósforo como pode ser visualizado no figura 2.

As cultivares Tangará e Esplendor foram classificadas como eficientes e não responsivas (ENR), o que indica que as cultivares não respondem de forma satisfatória a adubação com P, porém são eficientes em aproveitar o fósforo disponibilizado em doses baixas.

As cultivares Tuiuiu e Estilo foram classificadas como não eficientes e responsivas (NER), o que indicou que as cultivares aumentam a produtividade quando submetidas a adubações com doses maiores de P, porém em condições de estresse do nutriente as cultivares não apresentam o mesmo desempenho.

A cultivar Uirapuru foi classificada como não eficiente e não responsiva (NENR) demonstrando pouca adaptação as condições da região.

O ideal seria encontrar uma cultivar que fosse classificada como eficiente e responsivo, porém nenhuma das cultivares avaliadas foram classificadas neste quadrante, esta classificação, porém é mutável de acordo com o número de cultivares utilizadas no experimento, sendo que quanto maior o número de cultivares mais precisa seria a classificação.



**Figura 2.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108.

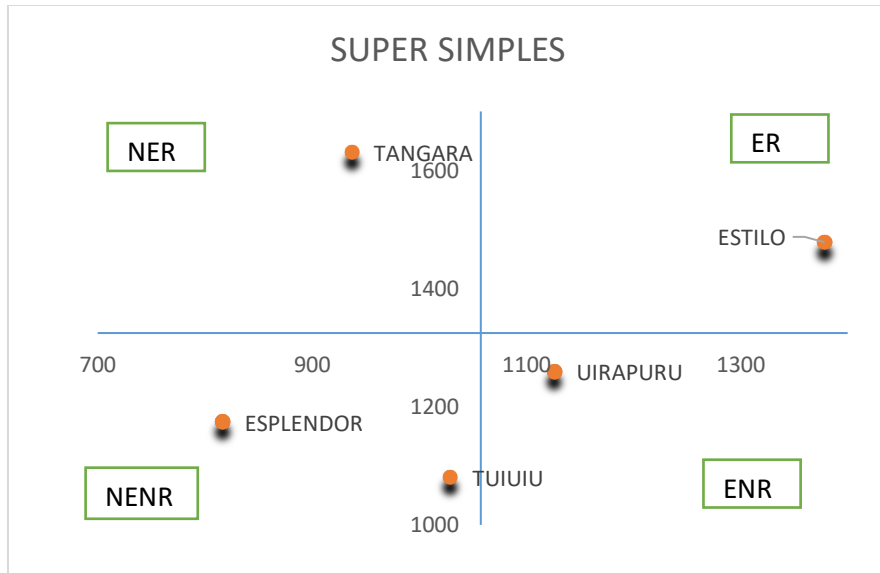
Fidelis e outros (2017) testando dez cultivares de feijão obteve os seguintes resultados: 1 NENR, 2 ENR, 3 ER e 3 NER, demonstrando grande variabilidade genética entre as cultivares.

Silva e outros (2016) testando 20 cultivares de feijão em dois níveis de fósforo em casa de vegetação do Instituto Agrônomo de Campinas, também verificou alta variabilidade entre as cultivares, porém o maior número de cultivares foi classificada como NENR com 8 cultivares, 7 ER, 1 ENR e 4 NER, com exceção da cultivar tuiuiu todas as outras cultivares foram utilizadas neste estudo, sendo que a cultivar Uirapuru também foi classificada como NENR, porém as outras cultivares tiveram outra classificação : Esplendor (ER), Tangará (ER) e Estilo (NENR), isso ocorre provavelmente devido as condições edafoclimáticas e pelo maior número de cultivares testadas.

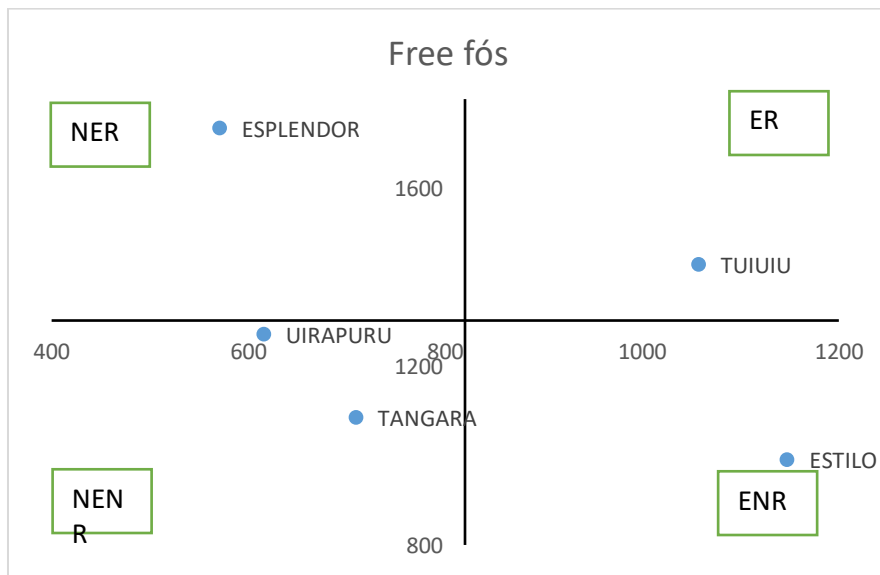
Nas figuras 3 e 4 estão apresentados o índice de eficiência de fósforo em função da fonte, na qual percebe-se desempenho diferente das cultivares de acordo com a fonte e a dose.

Quando é considerada a fonte supersimples o destaque é pra cultivar Estilo que é como ER, demonstrando desempenho acima da média das outras cultivares utilizando-se esta fonte.

Utilizando-se o Free fós o destaque é pra cultivar Tuiuiu que recebe a classificação de ER quando utiliza-se esta fonte, demonstrando que esta cultivar metaboliza o fósforo desta fonte de forma mais eficiente do que as outras cultivares testadas.



**Figura 3.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo via supersimples do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108.



**Figura 4.** Plano cartesiano do índice de eficiência e resposta das cultivares adubadas com fósforo via freefós do experimento polifosfato de amônio e supersimples em cultivares de feijão comum. Vitória da Conquista, 2108.

Tais dados reforçam a ideia da importância da escolha da cultivar diante da tecnologia utilizada na lavoura, pois dependendo da dose e da fonte da adubação cada cultivar responde de forma efetiva, levando em consideração as condições ambientais no qual a plantio é realizado.

#### **4.2.8 Correlação entre os caracteres**

Os coeficientes de correlação de Pearson apresentada na Tabela 42 para as variáveis avaliadas possibilitaram verificar ampla magnitude nos valores de correlação, com valores indicativos variando de 0,44 à 0,94 nas variáveis avaliadas.

A partir dos coeficientes de correlação, foi observado que as variáveis MSH, MSF, IAF, NV, M100, P e Mg apresentaram correlação positiva com a PROD, porém os caracteres SPAD, ALT, AIV, DIA, CV, GPV, UMI, K e Ca não evidenciaram correlação com a PROD.

Coutinho e outros (2014) testando doses de fósforo no estado do Para na cultura do feijão-caupi avaliou seis características que compõem a produção e verificou diferentemente do nosso estudo que apenas a massa de 1000 grãos não apresentou correlação com a produtividade.

Schoeninger e outros (2015) estudando doses de P e N na cultura do feijoeiro verificou correlação da produtividade com os seis caracteres que compõem a produção estudados (ALT, NGV, NVP, MSF e AIV).

Ribeiro e outros (2014) estudando os componentes de produtividade dos feijões especiais não verificou correlação para M100.

O fósforo é um nutriente importante para o enchimento dos grãos (GRANT e outros, 2001) característica essa relacionada pela M100 que neste estudo apresentou correlação negativa com NVP e positiva com a PROD, alguns estudos corroboram com estes dados a exemplo do trabalho de Santos (2014) que avaliando linhagens de feijão verificou que a característica que mais correlacionou-se com a produtividade foi a M100.

Também Ferrão e outros (2001) verificaram que as características que mais influenciaram a produtividade do feijão foi o número de vagens e a M100

Embora ainda que se verifique trabalhos que avaliem as características M100 e NGV com correlação positiva e negativa para a produtividade, a variável NV é uma característica que raramente será verificado com correlação negativa com PROD, todos os trabalhos citados: Coutinho e outros, (2014); Ferrão e outros (2001); Santos (2014); Ribeiro e outros (2014); Schoeninger e outros (2015), apresentaram correlação positiva com NV e neste estudo foi a variável com valor mais elevado de correlação ( $r=0,81$ ) com a produtividade, indicando ser uma das principais características a ser relacionada para os programas de melhoramento, embora deva-se sempre ser levado em consideração de que os componentes da produção não influenciam o rendimento final de grãos de forma independente, mas sim em conjunto (FAGERIA e outros, 2006) e a característica produtividade é de caráter complexo sendo a soma de todos os componentes do rendimento e não apenas o efeito isolado de um componente (ZILIO e outros, 2011).

**Tabela 42.** Coeficientes de correlação de Pearson das características SPAD, MSH, MSF, IAF, ALT, AIV, DIA, CV, NV, GPV, UMI, M100, P, K, Ca, Mg e PROD do experimento polifosfato de amônio e superfosfato simples em cultivares de feijão comum em Vitória da Conquista –Bahia.

	SPAD	MSH	MSF	IAF	ALT	AIV	DIA	CV	NV	GPV	UMI	M100	P	K	Ca	Mg
PROD	0,30	0,63**	0,57**	0,48*	0,17	-0,38	0,43	-0,49	0,81**	-0,33	-0,29	0,52**	0,59**	0,21	0,27	0,50*
SPAD		0,34	0,41	0,40	0,41	-0,18	0,38	0,07	0,38	-0,10	0,29	-0,10	0,28	-0,30	0,10	0,39
MSH			0,94**	0,91**	0,26	-0,36	0,67**	-0,30	0,72**	-0,69**	-0,16	0,47*	0,88**	0,14	0,44*	0,57**
MSF				0,90**	0,30	-0,25	0,64**	-0,23	0,63**	-0,62**	-0,22	0,48*	0,85**	0,09	0,49*	0,61**
IAF					0,47*	-0,15	0,72	-0,30	0,66**	-0,72**	-0,04	0,39	0,89**	0,15	0,57**	0,68**
ALT						0,47*	0,54*	0,27	0,35	-0,18	0,17	-0,07	0,39	0,07	0,42	0,37
AIV							-0,07	0,46*	-0,42	0,16	0,09	-0,09	-0,22	-0,10	-0,17	-0,19
DIA								-0,13	0,62**	-0,58**	0,23	0,28	0,77**	0,36	0,47*	0,58**
CV									-0,32	0,50*	0,18	-0,08	0,35	0,05	-0,17	-0,25
NV										0,46*	0,07	0,21	0,75**	0,29	0,56**	0,65**
GPV											0,16	-0,64**	-0,73**	-0,23	-0,32	-
UMI												-0,15	-0,04	-0,05	-0,04	-0,05
M100													0,45*	0,25	0,06	0,33
P														0,30	0,57**	0,69**
K															0,56**	0,48*
CA																0,73**



#### 4.2.9 Estimativa dos parâmetros genéticos

No experimento 2, houve variabilidade genética para as características SPAD, Ca, P, K, ALT AIV e M100 conforme demonstrado na Tabela 43, também estão os parâmetros genéticos destas características.

A variância genética foi maior que a variância ambiental em todas as características, indicando que fenotipicamente a característica é determinada principalmente pela caráter genético das cultivares os valores oscilaram de 0,14 a 78,58 de VF e 0,12 a 62,86 para VG, os valores de VF e VG são base para CF e CG.

**Tabela 43.** Parâmetros genéticos das variáveis SPAD, P, Ca, ALT, AIV e M100 de cultivares de feijão comum submetidos ao polifosfato de amônio e superfosfato simples Vitória da Conquista. 2018

	<b>SPAD</b>	<b>P</b>	<b>Ca</b>	<b>K</b>	<b>ALT</b>	<b>AIV</b>	<b>M100</b>
<b>VP</b>	23,61	0,14	7,98	10,32	78,58	7,72	35,90
<b>VG</b>	20,03	0,12	6,75	7,98	62,86	5,75	28,69
<b>VE</b>	3,58	0,01	1,23	2,34	15,71	1,96	7,21
<b>CVP</b>	10,60	15,46	17,88	10,46	22,51	21,47	31,25
<b>CVG</b>	9,79	14,46	16,44	9,19	20,13	18,53	27,94
<b>CVE</b>	4,12	5,46	7,02	4,98	10,06	10,83	14,00
<b>B</b>	5,59	7,00	5,48	3,40	3,99	2,92	3,97
<b>H<sup>2</sup></b>	84,84	87,5	84,56	77,29	79,99	74,52	79,91
<b>GG</b>	8,48	0,67	4,92	5,11	14,60	4,26	9,89
<b>G(%)</b>	18,53	27,86	31,16	16,65	37,09	32,96	51,45

Correa e outros (2012) no feijão caupi também verificou que em todas das característica que foi realizada a estimativa dos parâmetros genéticos o CVG foi maior que o CVE sendo o fenotípico representado em sua maior parte pelo caráter genético.

Santos e outros (2015) também verificou que o maior CVP foi para M100.

O CVP foi considerado médio para SPAD, P, Ca e K e alto para ALT, AIV, M100 ou seja médio para variáveis avaliadas no florescimento e alta para os componentes de produção oscilando entre 10,60 e 31,25, já o CVG foi baixo para SPAD, médio para P, Ca, K e alto para ALT, AIV e M100 os valores oscilaram entre 9,79 e 20,13.

Tais valores sugerem que os caracteres são mediamente promissores para a seleção. Segundo Morais (1992), o coeficiente de variação genético constitui um valioso indicador da grandeza relativa das mudanças possíveis de serem conseguidas em cada característica, por meio da seleção.

Santos e outros (2015) no feijão comum verificou valores próximos ao encontrado neste estudo para CVG da MCG, porém em seu estudo os genótipos demonstraram variabilidade genética para outros componentes de produção o que pode ser explicado pela natureza de cultivares utilizadas.

Em todas as variáveis o CVP e o CVG foram próximos o que indicam mínimo efeito ambiental, ou seja, os valores obtidos para estimativas de coeficientes de variação fenotípica são atribuídos mais aos fatores genéticos do que ambiental.

O CVE foi maior do que 10% em todas as variáveis dos componentes de produção o que indica interferência média do ambiente nas características.

Segundo Singh (2001) a herdabilidade é considerada alta quando superior a 80% e média quando maior que 40% e menor que 80%, de acordo com Tabela 44 a herdabilidade é alta para SPAD, P, Ca e média para K, ALT, AIV e M100, com destaque para a característica P que apresentou herdabilidade alta e tem correlação significativa com a produtividade, a herdabilidade oscilou entre 74,52 a 87,5%.

Embora o teor de fósforo mereça destaque é preciso fazer uma seleção simultânea de um conjunto de caracteres pois assim, tende a aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Silva (2014) verificou alta herdabilidade para M100, e baixa para AIV, ALT avaliando variedades locais de feijão comum em Santa Catarina

Valores próximos ao encontrado neste estudo foi verificado por Bonnett e outros (2006) para M100 e ALT porém para AIV foi verificado valores baixos de herdabilidade.

Santos e outros (2017) verificaram valores que oscilaram entre 26,40 e 52,47 (%) de G(%) na cultura do girassol menores do que este estudo porém classificadas como altas.

O ganho genético foi baixo para todas as características com exceção do ALT que foi considerado médio.

A melhor combinação para seleção no melhoramento seria a combinação da herdabilidade e ganho genético altos, entretanto com os materiais utilizados não foi verificado essa condição indicando que para seleção de tais características seja recomendado métodos mais complexos de seleção.

#### **4.2.10 CONCLUSÕES**

##### **Experimento II**

O nível alto de fósforo melhorou a maioria das características avaliadas independente das fontes.

No índice de eficiência e resposta utilizando o Super Simplex a cultivar Estilo foi eficiente e responsiva, quando utilizou-se o Polifosfato de Amônio a cultivar eficiente e responsivo foi a Tuiuiú.

Houve variabilidade genética entre as cultivares, podendo ser melhor aproveitada no melhoramento por seleção.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICHEM. **Produtos Freefós**. Disponível em:  
<http://www.agrichem.com.br/produtos/freefos>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.
- AGRICHEM. **Produtos Broadacre ZM**. Disponível em:  
<http://www.agrichem.com.br/produtos/broadacre-zm>. Acesso em :25 de Maio de 2018.
- ALMEIDA, L. et al. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco tratadas com micronutrientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.4, abr, 2015.
- ALVES, V. M. C.; NOVAIS, R. F.; OLIVEIRA, A. F. G.; MOSQUIM, P. R. Açúcares solúveis em quatro híbridos de milho sob omissão e sob ressuprimento de fósforo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 7, n. 1, p. 97-105, 1995.
- ALONÇO, A.S.; ANTUNES, I.F. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.919-922, 1997.
- ANDRADE e outros. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**. v.41, n.2. Fortaleza, 2010.
- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de Cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, set/out., 2004.
- ANJOS, D. N. et al. Índice de área foliar, spad e massa de matéria seca do feijoeiro comum em função dos bioestimulantes, NPK e micronutrientes em Vitória da Conquista - BA. **Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 35, p. 1-9, 2017. <http://dx.doi.org/10.30612/agrarian.v10i35.4062>.
- ANJOS D.N. et al. Biostimulants , macro and micronutrients fertilizer influence on common bean crop in Vitória da Conquista- BA, Brazil, **African Journal**. vol. 10 1891-1897. 2015

ANTUNES, R. et al. Bioestimulante e umidade do substrato no desempenho fisiológico de sementes de algodão. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 19, n. 2, p. 94-98, 2014.

ARAÚJO, A.P. et. al. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.1, p.183-189, 2002. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v26n1a19.pdf>>.

ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 129-134, 2005

ARAÚJO, J. C. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção**.2008. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008

ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**.São Paulo: Ícone, 1994. p. 233-255.

ASHMED, H.H. Hsu,H.H.,1985 -U.S. Patent 4491464 /1985,**Potassium polyphosphate protein hydrolysate fertilize**.

BAESSO, M.M. et al. **Determinação do nível de deficiência nutricional de nitrogênio no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) utilizando redes neurais artificiais**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 25-31.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach**. New York, John Willey, 1984.

BARBOSA FILHO, M.P. **Utilização de fosfatos naturais em solos de cerrado**. Informações agronômicas. Piracicaba-SP, 12, 1984.

BASTOS, A.L. **Fluxo difusivo, desenvolvimento de milho e atributos do solo influenciados por doses de fósforo em solos do Estado de Alagoas**. 125f.: il. 2006. Tese (Doutorado) -Universidade Federal Paraíba, Areia.

BATISTELLA FILHO, F.; FERREIRA, M. E.; VIEIRA, R. D.; CRUZ, M. C. P.; CENTURION, M. A. P. C. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.783-790, 2013.

BERGMANN, W. **Nutrition disorders of plants; development, visual, and analytical diagnosis**. New York: Gustave Fischer Verlag, 1992. 741p

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; CUNHA, P. C. R. Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 458-468, 2014.

BEZERRA, A. A. C. et al. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 3, p. 184-189, 2012.

BINSFELD, J.A. et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

BOMFIM-SILVA, E.M.; GUIMARÃES, S.L.; DO NASCIMENTO FARIAS, L.; DE OLIVEIRA, J.R.; BOSA, C. K.; FONTENELLI, J. V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, 30(5), 2014.

BONTEMPO, A. et al. Influência de Bioestimulantes e Nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.1, p. 86-93, 2016.

BRAGANTINI C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. **Embrapa Arroz e Feijão**. Santo Antonio de Goiás. 28p, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Serviço Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365 p.

BRITTO F.F. **Aspectos reprodutivos, crescimento in vitro e divergência genética por marcador molecular em *Passiflora trintae Sacco***. 2016. Tese Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, p. 1367, 2001.

BUENO L.C.S.; MENDES A.N.G; CARVALHO S.P. **Melhoramento Genético de Plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA. 2001.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; FILHO, H. G. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, n.41 p.334-340, 2010.

CANESIN, A. et al. Bioestimulante no vigor de sementes e plântulas de faveiro (*Dimorphan dramollis* Benth.). **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 309-315, 2012.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA JR., M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2005.

CARVALHO, W. P.; WANDERLEY, A. L. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 605-611, 2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, tecnologia e produção, Jaboticabal: FUNEP, p. 588, 2012.

CHIEN, S. H.; PROCHNOW, L. I.; TU, S.; SNYDER, C. S. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review. **Nutr Cycl Agroecosyst**. v.89, p. 229–255, 2011.

COIMBRA, J. L. M.; CARVALHO, F. I. F. HEMP, S.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, S. A. (1999) Divergência genética em feijão preto. **Ciência Rural**, 29(3): 427-431.

COMSTOCK, Ralph E. et al. **Quantitative genetics with special reference to plant and animal breeding**. Iowa State University Press, 1996.).

COLL, J. et al. **Fisiologia vegetal**. Madri: Ediciones Pirâmide, p. 662, 1992.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**. Disponível em :<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_04\\_30\\_11\\_38\\_00\\_revista\\_\\_abril\\_versao\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_30_11_38_00_revista__abril_versao_final.pdf)>> Acesso em 10 de maio de 2018

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR, M. L. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, janeiro-abril, 2014.

COSTA FILHO, R. S. **Biometria e componentes de produção do feijão-caupi em diferentes doses de adubação fosfatada**. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal do Piauí. Piauí. 2013. 68 f.



COSTA, J. G. C. da et al. **BRS Esplendor: cultivar de feijoeiro comum de grão tipo comercial preto, com arquitetura de planta ereta, alto potencial produtivo e tolerância a doenças.** Santo Antonio de Goias, Comunicado Técnico 185, Embrapa, 2009

CRUZ, C.D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes.** Viçosa: UFV, 2006, 285 p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa.** Universidad Federal de Viçosa., 2005..

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa : UFV-Imprensa Universitária, 1994. 390 p.

CUNHA et al.. Adubação fosfatada e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. **Bioscience Journal.** v.30, n.05, 2014.

DICK, R.P; TABATABAI, M.A. Polyphosphate as sources os phosphorus for plant. **Fertilizer Research,** Dodrecht, v. 12, p.107-118, 1987.

DORR C. et al. O tratamento de sementes de feijão com zinco afeta a qualidade fisiológica de sementes e o teor foliar de micronutrientes. **Revista de Ciências Agroveterinárias,** Lages, v.16, n.4, p. 414-421, 2017.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do Feijão da Primeira e Segunda Safras na Região Sul de Minas Gerais.** Sistemas de Produção, n. 6. 2005.

EMBRAPA. **BRS ESTILO Uma nova referencia para o mercado.** Boletim informativo, 2010.

EMBRAPA. **Catalogo de cultivares de feijão comum.** 2014.

ESTEVES R. L.; FERREIRA, E. P. de B.; KNUPP, A. M.; DIDONET, A. D. Crescimento vegetativo de feijoeiro comum influenciado por diferentes épocas de plantio de adubos verdes IN:Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 10, 2011, Goiania, **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

FAGERIA N.K. **Eficiência de usos de fósforo pelos genótipos de feijão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2, p.128-131, 1998.

FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo.** Brasília: Embrapa-CNPAF, 1980.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Physiology of crop production.** New York: Food Products Press, 2006. 345 p.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Trad. SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4ed. New York: Longman, 1996. 464p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Dissertação (Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2002. 77 f.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United States** (2017). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em :29 de maio 2018

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: **Iowa State University of Science and Technology**. Special Report, 80. 12 p, 1981.

FERRÃO, M. A. G. et al. Causas genéticas das correlações entre caracteres do feijoeiro avaliados no inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 279, p. 573-582, 2001.

FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2008. v.43, p.61-9.

FERREIRA, C.M.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. **Feijão na economia nacional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, Documentos, 135. 2002. 47p..

FERREIRA, L. A et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p. 80-89, 2007.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FIDELIS, R. R. et al. Comportamento de cultivares de feijão comum cultivados em solos de cerrado **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.10, n.1, p.75-82, 2017.

FONSECA, M. R. et al. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v.53, n.2, p.195-205, Jul/Dez 2010.

FRANZEN, D.; GERWING, J. **Effectiveness of Using Low Rates of Plant Nutrients**. North Central Regional Research Publication n. 341, 1997.

FUNGUETTO, C.I et al. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p. 117-115, 2010.

GEPTZ P E FERNANDÉZ F Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris L.*). Cali, Colombia, **CIAT**. 10p. 1982.

GEORGIN, J. et al. Desenvolvimento inicial de trigo (*Triticuma estivum*) com uso de fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes. **REGET** .v.18 n.4, p.1318-1325, 2014.

GODOY, L.J.G.; SANTOS, T.S.; VILLAS BÔAS, R.L. & JÚNIOR, J.B.L. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em Nitrogênio durante o ciclo de cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.217-226, 2008.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: Informações Agronômicas, 95. ESALQ, 2001.

HAVLIN e outros. **Soil fertility and fertilizers**: na introduction nutrient management. 7th ed. New Jersey. Pearson, 2005. 515 p.

HEDLEY, M.; MCLAUGHLIN, M. Reactions of phosphate fertilizers and by-products in soils. In: Sims JT, SharpleyAN (ed) **Phosphorus**:agriculture and the environment. Agronomy Monograph no 46, ASA-CSSA- SSSA, Madison, WI, USA, pp 181–252, 2005.

HOLFORD, I. C. R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. Australian. **Journal of Soil Research**, v.35, p.227-39, 1997.

IAPAR. **Instituto Agronomico do Paraná**, 2018. Disponível em : <http://www.iapar.br/pagina-1363.html> .Acesso em 21 de maio de 2018

JOST, E.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ANTUNES, I. F. Composição de macrominerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2010.

KAPPES, C. et al. Feijão comum: características morfo-agronômicas de cultivares. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2008. p. 506-509.

KLAHOLD, C. A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.2, p. 179-185, 2006.

KOLLING, D.F.; SANGOI, L.; SOUZA, C.A.; SCHENATTO, D.E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C.M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.2, p. 248-253, 2016.

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.92-97, 2009.

LANA, R.M.Q.; ZANÃO JUNIOR, L.A.; LUZ, J.M.Q. & SILVA, J.C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**. n.22, p.525-528, 2004.

LEAL, R.M.; PRADO, R.M. Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p.301-306, 2008.

LEÓN, L. A.; W. E. FENSTER; L. L. HAMMOND. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Perú and Venezuela. **Soil Sci. Soc.** n. 50 p. 780-02. 1986.

LOPES, A. C. A.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. B. Q.; CAMPOS, F. L.; ROCHA, M. M. Variabilidade entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 515- 520, 2001.

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência de aplicação. In: FERREIRA, M.E. et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal, POTAFOS. p. 255-282, 2001.

LOVERA, L. H; Montanari, R; CARVALHO, M. P; HENRIQUE, A. F; SILVA, A. L.M. S. **Componentes de produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) correlacionados com densidade da partícula, porosidade total e umidade volumétrica sob plantio direto em Selvíria-MS**. II Simpósio de Geoestatística em Ciências Agrárias , 2011.

LUDWIG, M.P. et al. Desempenho de plantas de feijão originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.15, n.2, p. 44-5, 2008.

- MacBEATH, T. M. e outros. Polyphosphate-fertilizer solution stability with time, temperature, and pH. **Journal of plant nutrition and soil science**, Weinheim, v.170, p. 387-391, 2007
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição e Adubação. Simpósio Brasileiro de Feijão**, 1 . 1971, Viçosa, Anais UFV, p. 209- 242, 1972.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MANGGOEL, W.; UGURU, M.I.; NDAM, O.N.; DASBAK, M.A. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of some yield components of ten cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) accessions. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.4, n.5, p.80-86, mar. 2012.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. FEALQ, Piracicaba, p. 495, 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MAIA, L. G. S. et al . Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijoeiro comum. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 361-367, 2011.
- MELO, L.C. et. al . **BRS ESTILO: Cultivar de grão tipo comercial carioca, com arquitetura de planta ereta associada com alto potencial produtivo**. Santo Antônio de Goiás, Comunicado Técnico 185, Embrapa, 2009
- MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D. de; NOVENBRE, A. D. L. C.; ITO, M. A. **Qualidade das sementes de feijão no Brasil**. 2006. Disponível em;  
<[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/SementesFeijao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SementesFeijao/index.htm)>.  
Acesso em: 19/8/2018.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, 2010.

MESQUITA, M. A. M.; SILVEIRA, P. M.; BERNARDES, T. G.; GONZAGA, A. C. O. Relação do teor de clorofila em feijoeiro irrigado com variáveis de solo e de folha. In: Congresso Nacional de pesquisa de Feijão, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

MIRANDA, L. N.; AZEVEDO, J.A.; MIRANDA, J.C.; GOMES, A. C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regime de irrigação em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 4, p. 703-710, 2000.

MOLINE, E. F. V. BARBOZA, E. GERALDO, S. F. F. FIORELLI-PEREIRA, E. C. SCHLINDWEIN, J. A. Estimativa do valor de H+Al por correlação com o pH SMP em solos de Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Vol. 7, n. 12, 2011.

MONTEIRO F.P.R. Impacto de herbicidas na nodulação e na produtividade do Feijão-caupi.. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Tocantins. Tocantins, 2012. 69 f.

MORAIS, O.P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de introcruzamentos, usando macho-esterilidade.** Tese (Doutorado em genética e melhoramento). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1992. 251 f.

MORAIS, S.J.S.; DEVILLA, I.A.; FERREIRA, D.A.; TEIXEIRA, I.R. Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.3, p.455-463, 2013.

MOREIRA, A.; HEINRICHS, R.; FREITAS, A.R. Relação fósforo e magnésio na fertilidade do solo, no estado nutricional na produção da alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.37, n.6, p.984-989. 2008.

MOREIRA, G. B. B.; PEGORARO, R. F. P; VIEIRA, N. M. B.; BORGES, I.; KONDO, M. K. Desempenho agrônomico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 818–823, 2013.

MOTERLE, A. et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônomico e produtividade da soja, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.5, p. 701-709, 2008.

MURAOKA, T. NEPTUNE, A.M.L. Eficiência de vários adubos fosfatados. I. Efeito imediato. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba. v.34, 1977.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; BICUDO, S.J. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica em aveia-preta. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.12, n.1, p.125-141, 2003.

NASCENTE A. S e outros. Produtividade do feijoeiro comum afetada por fontes de fósforo com ou sem cálcio **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.57, n.2, p.180-185, 2014.

NIEMEYER, R. **Cyclic condensed metaphosphates in plants and the possible correlations between inorganic polyphosphates and other compound** In Schroder, H.C; Muller, W.G. (Eds). Progress in molecular and sub cellular biology. Heidelberg Springer -Verlag,. v. 23, p. 83-90. 1999.

NONO GAKI, H. et al. **Plant Science**, Limerick, v.179, p.574-581, 2010.

NOZAKI, M. H.; FACCIN, R. F. H. Efeito de diferentes doses de bioestimulante radicular na soja. **Synergismuss cyentifica UTFPR**, Pato Branco, v.9, n.1, 2014.

NUNES H. D. **Desempenho agrônômico, qualitativo e eficiência no uso do nitrogênio em cultivares de feijoeiro de inverno**. Dissertação (Mestrado produção vegetal) Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu. 2017.

OLIVEIRA, I. P.; EDWARDS,D. G.; ASHER, C. J.; GRUNDON, N. J.; SANTOS, R. S. M.; FARIA,C. D. Modos de aplicação e doses de fósforo no crescimento do feijoeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n.01, p.1-5, 2001.

OLIVEIRA, T. C. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 50 – 59, 2014.

OLIVEIRA, T.C.; SILVA, J.; SOUSA, S. A.; CAMPESTRINI, R.; FIDELIS, R. R. Potencial produtivo de genótipos de feijão comum em função do estresse de fósforo no Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, p. 24-30, 2012.

OYIGA B.C.; UGURU M.I . Genetic variations and contributions of some floral traits to pod yield in Bambara groundnut (*Vigna subterranean* L. Verde) under two cropping seasons in the derived savanna of the South-East **Nig. Int. J. Plant Breed.** 5(1):58-63.2010

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção de milho no Brasil.** 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 217 – 265.

PASQUALLI R. M; PITELKOW F. K.;BELUFI L. M. R.. Sistema de produção soja e milho. **Boletim Técnico** n 21.Fundação Rio Verde, 2013. p. 58 -65.

PEREIRA, M. A. **Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, laranjeira e cafeeiro: parâmetros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos.** 113p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Escola Superior Luis de Queiroz. Piracicaba. 2010. 124 f.

PERES, C. E. B. **Eficiência agrônômica de fontes de fósforo e micronutrientes sobre a produtividade e qualidade tecnológica em soqueira de cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia da Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2014. 114 f.

PETRILLI, L. R. T. C. **Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar Pérola.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu. 2007. 104 f.

PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A.; MIRANDA, G.V.; BERGER, P.G. et al. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.5, p.1344-1351, 2004.

PLETSCH A. et al, Tratamento de sementes de canola com zinco. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, p. 241-247, 2014.

PORTES, T.A. Ecofisiologia, In: ARAUJO, R.S., **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba. POTAFOS, 1996. p.100-135.

PRADO, R.M.; VALE, D.W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura SPAD em porta-enxerto de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.4, p.227-232,2008.



- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000. 472p.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa: UFV, p.415-436. 2006.
- RAMALHO, M. A. P. et al. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. **Lavras: UFLA**, 2012.
- RAMOS A.A., et al. Bioestimulantes no condicionamento fisiológico de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v.21, n.1, 2015.
- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico,100).
- RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p.159-165. 1996.
- REIS, R. Kim Coat: **uma nova ferramenta para otimização do uso de fertilizantes**. Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola. IPNI. Piracicaba. 2007.
- RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.151-160, 2001.
- RIBEIRO, N.D. et al. Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 2, p.178-186, 2014.
- ROCHA, M. M. e outros Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 08, n. 01, p. 135-141, 2003.
- ROMERO C. W. S.; BERTOLIN D. C.; PEREIRA R. L. S. **Desenvolvimento e produção de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em cultivo de inverno sob diferentes espaçamentos**. 2011. Disponível em: [http://www.grupocultivar.com.br/sistema/uploads/artigos/desenvolvimento\\_e\\_producao\\_de\\_cultivares\\_de\\_feijao\\_\(phaseolus\\_vulgaris\)\\_em\\_cultivo\\_de\\_inverno\\_sob\\_diferentes\\_espacamentos1.pdf](http://www.grupocultivar.com.br/sistema/uploads/artigos/desenvolvimento_e_producao_de_cultivares_de_feijao_(phaseolus_vulgaris)_em_cultivo_de_inverno_sob_diferentes_espacamentos1.pdf). Acesso em: 02 de maio de 2014.
- ROSA, S. S. et al. Potential for increasing the zinc content in common bean using genetic improvement. **Euphytica**, Wageningen, v. 175, n. 2, p. 207-213, 2010.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro  
In: **Encarte do Informações Agronômicas**, n.68, dezembro 1994. 16p.

SAEG. 2007. **System for Statistical Analyses**. Fundação Arthur  
Bernardes:Viçosa, Minas Gerais

SALGADO, F. H. M.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, G.  
R.; CANCELLIER, E. L.; SILVA, G. F.; Comportamento de genótipos de  
feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. **Bioscience  
Journal**, v. 27, n. 1, p. 52-58, 2011

SAMBATTI, J.A.; SENGIK, E.; COSTA, A.C.S. da; MUNIZ, A.S.;  
BETINI, E.M.; CECATO, U. Resposta da soja e do capim Marandú  
cultivados em uma amostra de um solo degradado à aplicação de quatro  
adubos fosfatados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.14, p.29-36, 1998.

SANTOS, L. G. et al. Parametros genético da germinação de sementes e  
emergência de plântulas em girassol. **Magistra**, v.29, n.2, p.47-55, 2017

SANTOS, C. et al. Produtividade do girassol sob a ação de bioestimulante  
vegetal em diferentes condições de semeadura no sistema plantio direto,  
**Revista Ciência Agroambiental**, Alta Floresta, v.14, n.2, 2016.

SANTOS, V. M, et al. Uso De Bioestimulantes No Crescimento de plantas  
de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Gurupi, v. 12, n.  
13,p.307-318, nov. 2013. Disponível em:

SANTOS, A. B; FAGERIA, N. K. Características fisiológicas do feijoeiro  
em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio. **Ciência e  
agrotecnologia**, v.32, p.23-31, 2008.

SANTOS, J. Z. L.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; CARNEIRO,  
L. F.; CURI, N.; MORETTI, B. S. Resposta do feijoeiro à adubação  
fosfatada em solos de cerrado com diferentes históricos de uso. **Revista  
Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.193-202, 2011.

SANTOS, G.G. **Seleção de linhagens de feijão de ciclo precoce,  
arquitetura ereta, alta produtividade e cozimento rápido**. Dissertação  
(Mestrado em Agronomia:Produção Vegetal) Universidade Federal de Santa  
Maria, Santa Maria, 2014. 50 f.

SCHONINGER, E. L.; LANGE, A.; MENEGON, T. G.; CAIONE, G. Grain  
yield of bean as affected by phosphorus and nitrogen rates. **Agrarian**.  
Dourados, 8, 387-398. 2015.

SILVA, R. J. S.; VAHL, L. C.; PESKE, S. T. Rendimento de grãos no feijoeiro em função dos teores de fósforo nas sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 09, n. 03, p. 247-250, 2003.

SILVA, R. J. S.; VAHL, L. C. Resposta do feijoeiro à adubação fosfatada num neossolo litólico distrófico da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 129-132, 2002.

SILVA, T.T.A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência Agrotecnologia**, v.32, n.3 p.840-846, 2008.

SILVA, R.P. et al. Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1286-1291, 2008.

SILVA, A.J.; UCHÔA, S.C.P.; ALVES, J.M.A.; LIMA, A.C.S.; SANTOS, C.S.V.; OLIVEIRA, J.M.F.; MELO, V.F. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 31-36, 2010.

SILVA A. D. et al. Avaliação de genótipos de feijoeiro quanto à eficiência do uso do fósforo em Latossolo Vermelho Eutrófico. **Bragantia**, vol. 75 n 2. Campinas, 2016.

SILVA e ALVES resposta do feijoeiro a diferentes dosagens e fontes de fósforo em sistema de plantio direto. **Anais ueg**. 2015

SILVA, M.C.; COSTA, F.R.; LEANDRO, W.M.; JUNIOR, A.F.L.; SILVA RODRIGUES, L.; SILVA BIANCA, D. Eficiência de uso de termofosfato de alumínio como fonte de fósforo na produção de feijão em casa de vegetação, em solos do cerrado. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 8, n. 5, 2015. 13p.

SIMONE, M. et al. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a La recolección mecánica directa**. Salta: INTA, 1992. 5p.

SIQUEIRA, J. et al. Fungos micorrízicos arbusculares: origem e características dos fungos Glomaleanos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Uberlândia, v.25, p. 12-21, 2002.

SOARES, M.B et al. Efeito da pré-embebição em solução bioestimulante sobre a germinação e vigor de sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Biotemas**, Campinas, v.25, n.2, 2012.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; MELLO, F.F.C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de

calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, Campinas, v.69, p.965-974, 2010.

SOUZA, M. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. V. T.; SILVA, O. M. P.; CHAVES, S. W. P. Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2301-2316, 2014.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.2, p.39-43. 2008.

SOUSA L. M.; CUNHA A. S. S.; PEREIRA L.D.; MOTA J. H.; Efeitos e doses de fosforo na produção de rabanete. **Tecnologia e Ciência Agropecuaria**, João Pessoa, v.11, n. 4, 2017.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate Mo em hortaliças**. Informativo Técnico, Stoller do Brasil, Divisão Arbore, 1998.

SUNDAY O.F.; AYODELE A.M, BABATUNDE K.O, OLUWOLE A.M Genotypic And Phenotypic Variability For Seed Vigour Traits And Seed Yield In West African Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes. **J. Am. Sci.** v.3, n. 3, p.34-41. 2007.

SVERSSON, SVEN-BÖRJE. A Comparative Study of the Changes in Root Growth, Induced by Coumarin, Auxin, Ethylene, Kinetin and Gibberellic Acid. **Physiologia Plantarum**, Helsínquia, v.1, n.26, p. 115-135, 2006.1

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

TEIXEIRA, I. et al. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.83-88, 2005.

TORQUATO, J. P.; AQUINO, B. F.; SOUSA, G. G.; GUIMARÃES, F. V. A.; ANJOS, D.C. Teores de Ca, K, Mg e P na cultura do feijão caupi sob diferentes doses de fósforo. **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p. 79-87, 2011.

TSUTSUMI, C. Y. et al. **Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional**. Nativa, V. 03, n. 03, p. 217-223, 2015.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SA M. E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 03, p. 191-196, 2009.

VASCONCELOS, E. S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012.

VELOSO, C. A. C.; SILVA, A. R.; EL-HUSNY, J. C.; SILVA, A. R. B.; MARTINEZ, G.B. **Resposta do feijão-caupi à adubação fosfatada e potássica em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense**. III Congresso Nacional de Feijão-Caupi – CONAC, Recife-PE, 2013

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VENDRUSCOLO, E. et al. Biorregulador na germinação e desenvolvimento inicial de algodoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.13, n.2, p.32-40, 2015.

Viana, T. O.; Vieira, N. M. B.; Moreira, G. B. L.; Batista, R. O.; Carvalho, S. J. P.; Rodrigues, H. F. F. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, v.58, p.115-120, 2011.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, W.F. e outros. Estimativa de parâmetros genéticos em famílias C<sub>1</sub>So<sub>3</sub> -deseleção recorrente para produtividade em feijoeiro comum de grãos carioca. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 5., 2009, Vitória. O melhoramento e os novos cenários da agricultura: **Anais...** Vitória: Incaper, 2009.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. **Melhoramento do Feijão**. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. 22. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, cap. 9, p. 301-391, 2005.

Vieira EL & Castro PRC (2004) **Ação de bioestimulante na cultura da soja** (*Glycine max* (L.) Merrill). Cosmópolis, Stoller do Brasil. 47p.

VINCENSI, M. M. **Produtividade e potencial fisiológico de sementes de feijão em função do manejo de cobertura do solo e nitrogênio.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. 2011. 53f.

VOGT, G. A.;BALBINOT JUNIOR, A. A.; HEMP, S.; NICKNICH, W.; TREZZI, M. M. **Características de plantas em genótipos de feijão carioca relacionadas a habilidades competitivas com plantas daninhas.** In: Reunião técnica catarinense de milho e feijão, 8, 2011, Chapecó. Resumos Expandidos. 4p. Seção feijão . CD-Rom, 2011

WANG, X.; SHEN, J.; LIAO, H. Acquisition or utilization, which is more critical forenhancing phosphorus efficiency in modern crops? **Plant Science**, n.179, p. 302-306, 2010.

ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão ( *Phaseolus vulgaris* L .). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.

ZUFFO A. M. et al. Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice spad. Enciclopédia biosfera, **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15, 2012.

ZUCARELI, C.. et al. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p. 32-38, 2011.

ZUCARELLI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; OLIVEIRA, M. A.; CAVARIANI, C.; NAKGAWA, J. Crescimento do feijoeiro cv. IAC Carioca Tybatã em função da adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 11, n. 3, p. 213-221, 2012.