

EFEITO DE BIOESTIMULANTE EM CULTIVARES DE FEIJOEIRO NAS CONDIÇÕES DO SUDOESTE GOIANO

Ariana Bertola Carnevale¹

Luiz Leonardo Ferreira²

Cleia Simone Ferreira³

Priscila Ferreira Batista⁴

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito do posicionamento de bioestimulante em cultivares de feijoeiro nas condições do Sudoeste Goiano. O experimento foi conduzido no município de Mineiros-GO. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em fatorial 6x3, correspondente ao posicionamento do bioestimulante Triplus® (R5, R5+R8 e água) com 6 cultivares de feijoeiro (BRS Campeiro, BRS Esteio, BRS Estilo, BRS Marfim, BRS Notável e BRS Pérola), e 4 repetições. Foi realizada a dessecação em pré-plantio. Na adubação de plantio foi utilizado 450 kg ha⁻¹ do fertilizante 05-25-15 no suco de plantio em dose única. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados à medida que se fizeram necessários, respeitando as boas práticas e o manejo integrado. Os dados obtidos foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade e homogeneidade das variâncias residuais, bem como, a aditividade do modelo. Foram aplicadas ferramentas uni e multivariada. As análises foram realizadas na interface Rbio e R. Houve interação significativa entre cultivar x bioestimulante, assim como para os fatores isoladamente. Ao término do experimento concluiu-se que o posicionamento do bioestimulante via foliar na fase fenológica R5 proporcionou os maiores rendimentos para todas as cultivares de feijoeiro, com destaque para BRS Estilo (43,87 sc ha⁻¹) e BRS Notável (43,02 sc ha⁻¹).

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., Regulador de crescimento, Metabolismo secundário, Feijão comum.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas, pois está distribuído por todo o território nacional, apresentando boa adaptação às diversidades climáticas do país (ALMEIDA et al., 2014), este grão desempenha grande importância econômica e social, por ser componente básico da dieta alimentar e fonte de proteína (ANDRADE SILVA et al., 2016).

Com o intuito de se elevarem os níveis de produtividade do feijoeiro, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e testadas (ABRANTES et al., 2011; ANDRADE SILVA et al., 2016), principalmente a fim de reduzir custos e aumentar a viabilidade de cultivo em regiões com algum tipo de restrição, como a hídrica, por exemplo (BOSSOLANI et al., 2017), contudo,

maiores produtividades podem ser alcançadas pela efetiva utilização de tecnologias já consolidadas para a cultura como o uso de bioestimulante (ÁVILA et al., 2010).

Os bioestimulantes podem ser definidos como a mistura de um ou mais fitoreguladores com outros compostos (aminoácidos, vitaminas e nutrientes), são substâncias produzidas naturalmente pelas plantas, mas que também podem ser sintetizadas (SANTOS et al., 2017). O bioestimulante pode ser utilizado tanto no tratamento de sementes como no sulco de semeadura e/ou em pulverizações foliares (ALMEIDA et al., 2014; ABRANTES et al., 2011).

Quando aplicado em quantidade pequena, afeta o crescimento da planta e seu desenvolvimento, como no feijoeiro que exerce função importante no desenvolvimento, tornando a planta mais resistente aos estresses ambientais (SANTOS et al., 2017). Pesquisas com o uso de bioestimulantes, associados ou não a adubações (DOS ANJOS et al., 2017), vem sendo desenvolvidas e as repostas são bastante contrastantes, o que abre espaço para novas investigações, afim de elucidar respostas afirmativas sobre o uso dessas substâncias na agricultura.

Abrantes et al. (2011) em condições de Cerrado, observaram que a aplicação de bioestimulante aumentou o número de grãos por planta e a produtividade de grãos. Lana et al. (2009) elevou a produção de grãos de feijoeiro com bioestimulante, porém o mesmo, não influenciou o peso de mil grãos e os teores foliares de macro e micronutrientes. Andrade Silva et al. (2016) concluíram que a aplicação de bioestimulante é mais efetivo no incremento de massa na fase vegetativa e não influenciou nos componentes de produção do feijoeiro. Bossolani et al. (2017) verificaram que o efeito da combinação de bioestimulante e indutor de resistência a fatores bióticos e abióticos não afetou os componentes de produção do feijoeiro.

Contudo, os resultados encontrados na literatura ainda são muito contraditórios, variando de acordo com a forma e época de aplicação, especialmente na cultura do feijoeiro (ALMEIDA et al., 2014). Além disso, poucos estudos investigaram o efeito do bioestimulante em plantas de distintas cultivares de feijoeiro. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito do posicionamento de bioestimulante em cultivares de feijoeiro nas condições do Sudoeste Goiano.

¹ Doutoranda do Curso de Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano - IFGOIANO, ariana@unifimes.edu.br;

² Professor do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES, luizleonardo@unifimes.edu.br;

³ Professora do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES, cleiasimone@unifimes.edu.br;

⁴ Pós-doutoranda do Curso de Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano - IFGOIANO, bolsista do programa de pós-doutorado junior CNPq – Brasil (154958/2018-2), priscilaferreira.bio@gmail.com;

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido entre os dias de 27 de novembro de 2017 a 28 de março de 2018, na Fazenda Experimental Luís Eduardo de Oliveira Salles, pertencente a UNIFIMES, zona rural do município de Mineiros, GO, Brasil. Geograficamente está a 17° 58' S de latitude e 45° 22' W de longitude e com aproximadamente 800 m de altitude. Temperatura média de 22,7 °C e precipitação média anual de 1695 mm, ocorrendo principalmente na primavera e no verão. A área experimental é classificada como clima do tipo Aw (quente a seco) (KÖPPEN e GEIGER, 1936).

Os resultados das análises químicas das amostras de solo na camada 0-20 cm coletadas na área do experimento foram: potencial de hidrogênio 5,7; cálcio 3, magnésio 0,8; alumínio 0,2; hidrogênio + alumínio 2, capacidade de troca catiônica 5,9; em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; potássio 53, fósforo 59, enxofre 1,7; boro 0,2; cobre 1,4; ferro 51, manganês 23, zinco 8,3; sódio 1,5; em mg dm^{-3} ; argila 223, silte 50, areia 728, matéria orgânica 20 e carbono orgânico 12, em g dm^{-3} . Os dados foram tomados de acordo com metodologia da (EMBRAPA, 2009). O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso em fatorial 6x3, totalizando 18 tratamentos, correspondentes ao posicionamento do bioestimulante Triplus Anuais[®] nas fases fenológicas (R5, R5+R8 e água) em 6 cultivares de feijoeiro (BRS Campeiro, BRS Esteio, BRS Estilo, BRS Marfim, BRS Notável e BRS Pérola), com 4 repetições, totalizando 72 unidades experimentais. Cada unidade foi composta por 4 linhas de 5 metros de comprimento distanciadas a cada 0,45 m, a área útil da parcela foi de 9 m², com densidade de 12-13 sementes por metro de sulco. As principais características morfoagronômicas das cultivares de feijoeiro foram descritas no Quadro.

Quadro. Principais características morfoagronômicas das cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Cultivar	Tipo de grão	Peso de mil sementes (g)	Arquitetura	Ciclo (dias após a emergência)
BRS Campeiro	Preto	250	Ereto	75-85
BRS Esteio	Preto	240	Ereto	85-95
BRS Estilo	Carioca	260	Ereto	85-95
BRS Marfim	Mulatinho	270	Semiereto	75-85
BRS Notável	Carioca	260	Semiereto	75-85
BRS Pérola	Carioca	270	Semiprostrado	85-95

Fonte: Catálogo de cultivares de feijão comum. EMBRAPA, 2017.

Antes do plantio foi realizada a dessecação em pré-plantio (COBUCCI et al., 1999). A adubação utilizada foi de 450 kg ha⁻¹ do fertilizante 05-25-15 aplicada no sulco e em dose única junto ao semeio. A semeadura foi realizada no dia 29 de novembro de 2018. Triplus Anuais[®] com suas garantias de fósforo 2%, boro 3,4%, molibdênio 1% e níquel 0,35%, foi aplicado na dose de 300 ml ha⁻¹ por aplicação. As fases fenológicas de aplicação corresponderam a R5: pré-floração com surgimento dos primeiros botões e R8: enchimento dos grãos (OLIVEIRA et al., 2018).

Nas aplicações foi utilizado pulverizador costal de pressão constante de 2,0 bar (CO₂), do tipo cone, aplicando um volume de calda de 335 L ha⁻¹, nas horas amenas do dia, com temperatura média de 25°C, umidade relativa do ar acima de 60% e ventos inferiores a 5 km h⁻¹. Durante a condução do experimento o controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados à medida que se fizeram necessários, respeitando as boas práticas e o manejo integrado (QUINTELA, 2001).

No final do ciclo de cada cultivar foram coletadas 10 plantas ao acaso na área útil da parcela experimental. Os seguintes atributos agronômicos das cultivares foram avaliados: NVP: número de vagem (unid planta⁻¹); NGT: número de grãos total (unid planta⁻¹); NGC: número de grãos comerciais (unid planta⁻¹); NGN: número de grãos não comerciais (unid planta⁻¹); PGC: peso de grãos comerciais (g planta⁻¹); PMG: peso de mil grãos (g); e REN: rendimento (sc ha⁻¹) (BENINCASA, 2004). As plantas de cada cultivar foram colhidas e trilhadas na fase fenológica R9 (OLIVEIRA et al., 2018).

Os dados obtidos foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade e homogeneidade das variâncias residuais, bem como, a aditividade do modelo. Após, realizou-se a análise de variância com a finalidade de identificar a interação entre as cultivares de feijoeiro x posicionamentos do bioestimulante, ao verificar interação significativa estas foram desmembradas aos efeitos simples através do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Posteriormente as variáveis foram submetidas a correlação linear com intuito de compreender a tendência de associação, sendo sua significância baseada a 5% de probabilidade pelo teste t. Após procedeu-se a dissimilaridade genética pelo algoritmo de Mahalanobis onde ponderou-se a matriz dos resíduos. Construiu-se o dendrograma das distâncias através do agrupamento UPGMA, posteriormente empregou-se o método das variáveis canônicas biplot onde possibilitou visualizar a variabilidade geral do experimento e as tendências multivariadas. As análises foram realizadas na interface Rbio e R (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância com o quadrado médio QM e significância pelo teste F, revelou interação significativa entre cultivar x bioestimulante nas variáveis número de grãos não comerciais (NGN), número de grãos comerciais (PGC), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REN), ($p < 0,05$). Significância também foi observada no fator cultivar em todas as variáveis ($p < 0,01$) e no fator bioestimulante pra PGC e REN ($p < 0,05$) (Tabela 1). Corroborando com Abrantes et al. (2011), Bossolani et al. (2017), Dos Anjos et al. (2017), Soratto et al. (2015) e Pavezi et al. (2017). No entanto, Andrade Silva et al. (2016) e Santos et al. (2017) não constatou diferenças dentre as variáveis analisadas, com aplicação do bioestimulante na cultura do feijoeiro.

Tabela 1. Resumo das análises de variância (QM calculado e CV (%)) para NVP: número de vagem; NGT: número de grãos total; NGC: número de grãos comerciais; NGN: número de grãos não comerciais; PGC: peso de grãos comerciais; PMG: peso de mil grãos; e REN: rendimento, em cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

FV	$\frac{g}{l}$	NVP	NGT	NGC	NGN	PGC	PMG	REN
C x B	1	6.76 ^{ns}	85.97 ^{ns}	64.26 ^{ns}	41.62 [*]	4.39 [*]	2882.30 [*]	31.25 [*]
Cultivar (C)	5	95.64 ^{**}	2142.58 [*]	1981.21 [*]	115.00 [*]	113.82 [*]	11708.71 [*]	809.53 [*]
Bioestimulante (B)	2	18.89 ^{ns}	70.30 ^{ns}	114.15 ^{ns}	12.53 ^{ns}	5.76 [*]	1316.00 ^{ns}	41.04 [*]
Bloco	3	0.78 ^{ns}	43.73 ^{ns}	13.65 ^{ns}	95.75 ^{ns}	3.26 ^{ns}	412.27 ^{ns}	23.22 ^{ns}
Resíduo	-	8.56	139.14	104.43	19.59	1.59	1167.66	11.34
C.V%	-	22.67	21.73	23.38	41.89	10.59	12.13	10.59

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; *significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

O número de vagem NVP foi expressivo para as cultivares BRS Estilo e BRS Notável em todos os posicionamentos de bioestimulante com médias de 15,72 e 17,59 unid planta⁻¹, assim como, para o número de grãos total NGT com valores de 71,34 e 69,58 unid planta⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Pavezi et al. (2017), também observou que as plantas de feijoeiro elevaram o NVP quando realizado o tratamento de sementes com bioestimulante, assim também, como em Bertolin et al. (2015) na cultura da soja via foliar; porém, Soratto et al. (2015) não constatou variação com a aplicação de regulador de crescimento em feijoeiro no NVP. Para Bossolani et al. (2017) o incremento nos valores obtidos para NVP pode estar relacionado com a auxina presente no bioestimulante que participa de processos metabólicos do crescimento, principalmente pelo alongamento celular, além de retardar a abscisão de flores recém-fecundadas e vagens em formação, sendo assim, é uma substância que desempenha papel importante na fisiologia da planta.

Tabela 2: Médias para o número de vagem NVP e número de grãos total NGT de cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Cultivar	-----Posicionamento do bioestimulante via foliar-----					
	NVP (unid planta ⁻¹)			NGT (unid planta ⁻¹)		
	R5	R5+R8	Água	R5	R5+R8	Água
BRS Campeiro	15.83 aA	11.90 bA	12.50 aA	66.60 aA	53.33 aA	53.70 bA
BRS Esteio	11.36 bA	12.73 bA	9.90 bA	56.60 aA	55.26 aA	44.00 bA
BRS Estilo	14.90 aA	16.63 aA	15.62 aA	68.16 aA	72.09 aA	73.76 aA
BRS Marfim	11.86 bA	10.90 bA	6.36 bB	44.33 bA	49.06 aA	37.86 bA
BRS Notável	17.10 aA	18.30 aA	17.36 aA	72.36 aA	65.03 aA	71.36 aA
BRS Pérola	10.93 bA	9.43 bA	8.70 bA	30.13 bA	29.33 bA	33.93 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (coluna) e maiúscula na horizontal (linha), não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O número de grãos comerciais NGC não foi influenciado pelos posicionamentos do bioestimulante, assim como, colocado por Ávila et al. (2010) onde não observaram variações nas médias desta variável em pulverizações com bioestimulante via foliar. Porém, Abrantes et al. (2011) com a aplicação do regulador de crescimento no estágio reprodutivo R5 aumentou o NGC por planta de cultivares de feijoeiro. No entanto, o fator cultivar diferiu, destacando-se com as maiores médias as cultivares BRS Campeiro, BRS Estilo e BRS Notável, com média de 55,56 unid planta⁻¹. O NGC por planta é um dos componentes de rendimento mais importantes para se obter altos níveis de produção, e a tomada de decisão sobre o uso de materiais genéticos adaptados as condições ambientais torna-se fundamental.

O posicionamento do bioestimulante em R5+R8 reduziu o NGN nas cultivares de BRS Campeiro e BRS Estilo, assim como, está última no posicionamento em R5 do bioestimulante, as reduções corresponderam a 39,39; 17,42 e 66,57% quando em comparação à média geral, respectivamente (Tabela 3). Os dados demonstram que o uso de bioestimulante pode aumentar o rendimento da cultura, seja por melhoria no enchimento de grãos, maior absorção de nutrientes, ou mesmo, resistência aos fatores bióticos (insetos e patógenos) e fatores abióticos. Assim como relatado por Oliveira et al. (2015) que com o uso do bioestimulante proporcionou aumento na produção de grãos de feijoeiro caupi em ambiente salino; e por Bertolin et al. (2010), ao relatar que o posicionamento do bioestimulante em fase vegetativa e reprodutiva influenciou no NVP e REN de grãos na cultura da soja.

Tabela 3: Médias para o número de grãos comerciais NGC e número de grãos não comerciais NGN de cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Cultivar	-----Posicionamento do bioestimulante via foliar-----					
	NGC (unid planta ⁻¹)			NGN (unid planta ⁻¹)		
	R5	R5+R8	Água	R5	R5+R8	Água
BRS Campeiro	52.30 aA	46.93 aA	47.63 aA	14.30 aA	6.40 bB	6.06 bB
BRS Esteio	50.03 aA	41.93 bA	34.60 bA	6.56 bA	13.33 aA	9.40 bA
BRS Estilo	64.63 aA	63.36 aA	59.50 aA	3.53 bB	8.72 bB	14.26 aA
BRS Marfim	28.53 bA	35.20 bA	21.33 bA	15.80 aA	13.86 aA	16.53 aA
BRS Notável	58.53 aA	51.40 aA	55.76 aA	13.83 aA	13.63 aA	15.60 aA
BRS Pérola	21.60 bA	26.43 bA	27.03 bA	8.53 bA	2.90 bA	6.90 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (coluna) e maiúscula na horizontal (linha), não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A cultivar BRS Esteio elevou o PGC na presença do bioestimulante tanto em R5 como em R5+R8, assim como, em BRS Notável em R5. BRS Estilo apresentou maior média nos diferentes posicionamentos do bioestimulante e dentre as cultivares (Tabela 4). De acordo com Lana et al. (2009) aplicação de reguladores de crescimento nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta estimula o crescimento radicular, proporcionando recuperação mais rápida após período de estresse hídrico; maior resistência a insetos, pragas, doenças e nematóides; estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas aumentando a absorção de nutrientes e, por consequência, o rendimento da cultura.

O PMG foi mais elevado na cultivar BRS Pérola e não oscilou nos três posicionamentos do bioestimulante, porém, a cultivar BRS Marfim, teve o PMG reduzido no posicionamento do bioestimulante em R5 e R5+R8 (Tabela 4). O aumento do PMG com o uso de regulador de crescimento no feijoeiro também foi observado por Soratto et al. (2015) e Pedó et al. (2018). Porém, Abrantes et al. (2011), Pavezi et al. (2017), Lana et al. (2009) e Bossolani et al. (2017) não observaram variações no PMG após a utilização de bioestimulante no feijoeiro. De acordo com Amaro et al. (2015) o PMG é uma medida utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de lotes de sementes em diversas espécies.

Tabela 4: Médias para o peso de grãos comerciais PGC e peso de mil grãos PMG de cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Cultivar	-----Posicionamento do bioestimulante via foliar-----					
	PGC (g planta ⁻¹)			PMG (g)		
	R5	R5+R8	Água	R5	R5+R8	Água
BRS Campeiro	11.60 bA	12.33 cA	11.20 bA	243.39 bA	262.28 aA	247.87 aA
BRS Esteio	11.90 bA	10.50 cA	8.06 cB	238.00 bA	252.73 aA	233.20 aA
BRS Estilo	16.45 aA	18.93 aA	17.35 aA	258.68 bA	299.13 aA	293.26 aA
BRS Marfim	10.35 bA	9.60 dA	8.33 cA	295.02 aB	272.81 aB	391.46 aA
BRS Notável	16.13 aA	14.00 bB	13.66 bB	275.36 bA	272.44 aA	249.13 aA
BRS Pérola	7.33 cA	7.90 dA	9.03 cA	345.01 aA	307.31 aA	334.48 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (coluna) e maiúscula na horizontal (linha), não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O posicionamento em R5+R8 reduziu o REN na cultivar BRS Notável. BRS Estilo foi dentre as cultivares a de maior REN para todos os posicionamentos do bioestimulante em R5: 43,87 sc ha⁻¹, R5+R8: 50,48 sc ha⁻¹ e Água: 46,26 sc ha⁻¹ (Tabela 5). Corroborando com Abrantes et al. (2011) que ao aplicar o regulador de crescimento, aumentou o REN de grãos das cultivares de feijoeiro. Bossolani et al. (2017) alcançou REN de 62,60 cs ha⁻¹ quando associado à dose de maior eficiência, correspondendo a incremento de 9,76%. Fortalecendo o que Nardi et al. (2016) ao comentar que os estudos recentes apoiam o potencial de diferentes tipos de bioestimulantes para melhorar a biomassa da planta, o rendimento das culturas e a resistência a múltiplos tipos de estresse.

De acordo com Bertolin et al. (2010), o bioestimulante proporcionou incremento no NVP e REN de grãos tanto em aplicação via sementes quanto via foliar. Lana et al. (2009) observou que a aplicação de bioestimulantes proporcionou índices de produtividade superiores aos da testemunha (ausência de fitoreguladores), a qual apresentou o menor índice de produtividade do feijoeiro. Almeida et al. (2014) ao avaliarem o efeito de formas e épocas de aplicação de bioestimulante verificaram que a aplicação do bioestimulante via foliar na fase vegetativa, ou início da reprodutiva, proporcionou incrementos na nodulação, no crescimento radicular, no conteúdo de açúcares solúveis e aminoácidos totais e na atividade da nitrato redutase, porém, não interferiu no crescimento da parte aérea e no REN da cultura do feijoeiro.

Tabela 5: Médias para o rendimento REN de cultivares de feijoeiro. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Cultivar	REN (sc ha ⁻¹)		
	-----Posicionamento do bioestimulante via foliar-----		
	--		
	R5	R5+R8	Água
BRS Campeiro	30.93 bA	32.88 cA	29.86 cA
BRS Esteio	31.73 bA	28.00 cA	21.51 dB
BRS Estilo	43.87 aA	50.48 aA	46.26 aA
BRS Marfim	27.60 bA	25.60 dA	22.22 dA
BRS Notável	43.02 aA	37.33 bB	36.44 bB
BRS Pérola	19.55 cA	21.06 dA	24.08 dA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A matriz de correlação simples revelou correlação positiva nas características de feijoeiro nos pares RENxNGT e RENxNGC em todos os posicionamentos do bioestimulante, bem como, o NGTxNVP e NGTxNGT (Tabela 6). Montanari et al. (2013) também observou correlações significativas entre os componentes de rendimento do feijoeiro. A magnitude dos coeficientes de correlação variou de -0.0077 a 0.97578 (Tabela 6). Velho et al. (2017) estimou coeficientes de correlação de -0,04 a 0,72 em componentes da parte aérea do feijoeiro.

De um total de 45 correlações fenotípicas, apenas 35,56% foram significativas pelo teste t, independentemente do nível de significância ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), de acordo com a classificação proposta por (SHIMAKURA e RIBEIRO JUNIOR, 2012). De forma estratificada podemos observar que no posicionamento com água as correlações significativas alcançaram percentual de 40%, seguido de 26,67% e 40,00% para os posicionamentos R5 e R5+R8, respectivamente (Tabela 6). Gonçalves et al. (2017) analisando 55 correlações fenotípicas encontraram apenas 36,36% de significativas. Velho et al. (2017), colocam que as populações de feijoeiro avaliadas não mostram uma relação completa entre os caracteres, o que indica que a melhor estratégia deve ser a seleção simultânea de caracteres, com ênfase em caracteres com efeitos indiretos significativos.

Tabela 6: Matriz simples de correlação fenotípica de cultivares de feijoeiro submetidas a posicionamentos de bioestimulante via foliar. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019

Variáveis	NVP	NGT	NGC	NGN	PMG	REN
Água						
NV	1					
NGT	0.95162**	1				
NGC	0.969**	0.96377**	1			
NGNC	0.21311 ^{ns}	0.41022 ^{ns}	0.1521 ^{ns}	1		
PMG	-0.6359 ^{ns}	-0.4937 ^{ns}	-0.638 ^{ns}	0.35174 ^{ns}	1	
REND	0.852*	0.92371**	0.8986*	0.35036 ^{ns}	-0.2589 ^{ns}	1
Bioestimulante posicionado na fase fenológica R5						
NV	1					
NGT	0.86689*	1				
NGC	0.7565 ^{ns}	0.95753**	1			
NGNC	0.24827 ^{ns}	-0.0077 ^{ns}	-0.2957 ^{ns}	1		
PMG	-0.4513 ^{ns}	-0.6055 ^{ns}	-0.7201 ^{ns}	0.49118 ^{ns}	1	
REND	0.76361 ^{ns}	0.90021*	0.91956**	-0.2069 ^{ns}	-0.4553 ^{ns}	1
Bioestimulante posicionado na fase fenológica R5+R8						
NV	1					
NGT	0.88065*	1				
NGC	0.84797*	0.9541**	1			
NGNC	0.44934 ^{ns}	0.53493 ^{ns}	0.25734 ^{ns}	1		
PMG	-0.0605 ^{ns}	-0.2552 ^{ns}	-0.0695 ^{ns}	-0.6269 ^{ns}	1	
REND	0.81781*	0.89561*	0.97578**	0.137 ^{ns}	0.14583 ^{ns}	1

NVP: número de vagem; NGT: número de grãos total; NGC: número de grãos comerciais; NGN: número de grãos não comerciais; PMG: peso de mil grãos; e REN: rendimento.

Significância: * 5% de probabilidade; ** 1 de probabilidade; ^{ns}: não significativo.

A rede de correlação aplicada as características das cultivares de feijoeiro nos diferentes posicionamentos do bioestimulante apontou a interligação positiva dentre as variáveis de NVP, NGT, NGC e REN (Figura 1A, B e C). Correlação negativa foi observada no PMG com o NVP e NGC (Figura 1A), PMG com o NGC (Figura 1B) e PMG com o NGN (Figura 1C). A contribuição relativa de cada caráter para a divergência genética é de grande importância para se identificar os caracteres de maior contribuição e, também, para auxiliar no descarte daqueles que contribuem pouco para a discriminação dos genótipos, reduzindo-se, dessa forma, mão de obra, tempo e custo despendidos na experimentação (CORREA e GONÇALVES, 2012). Para Gonçalves et al. (2017), traços de correlação forte a moderada apresenta maior importância nas seleções precoces de acessos de feijoeiro, sendo utilizados como base para a correta seleção desses genótipos por seleção indireta.

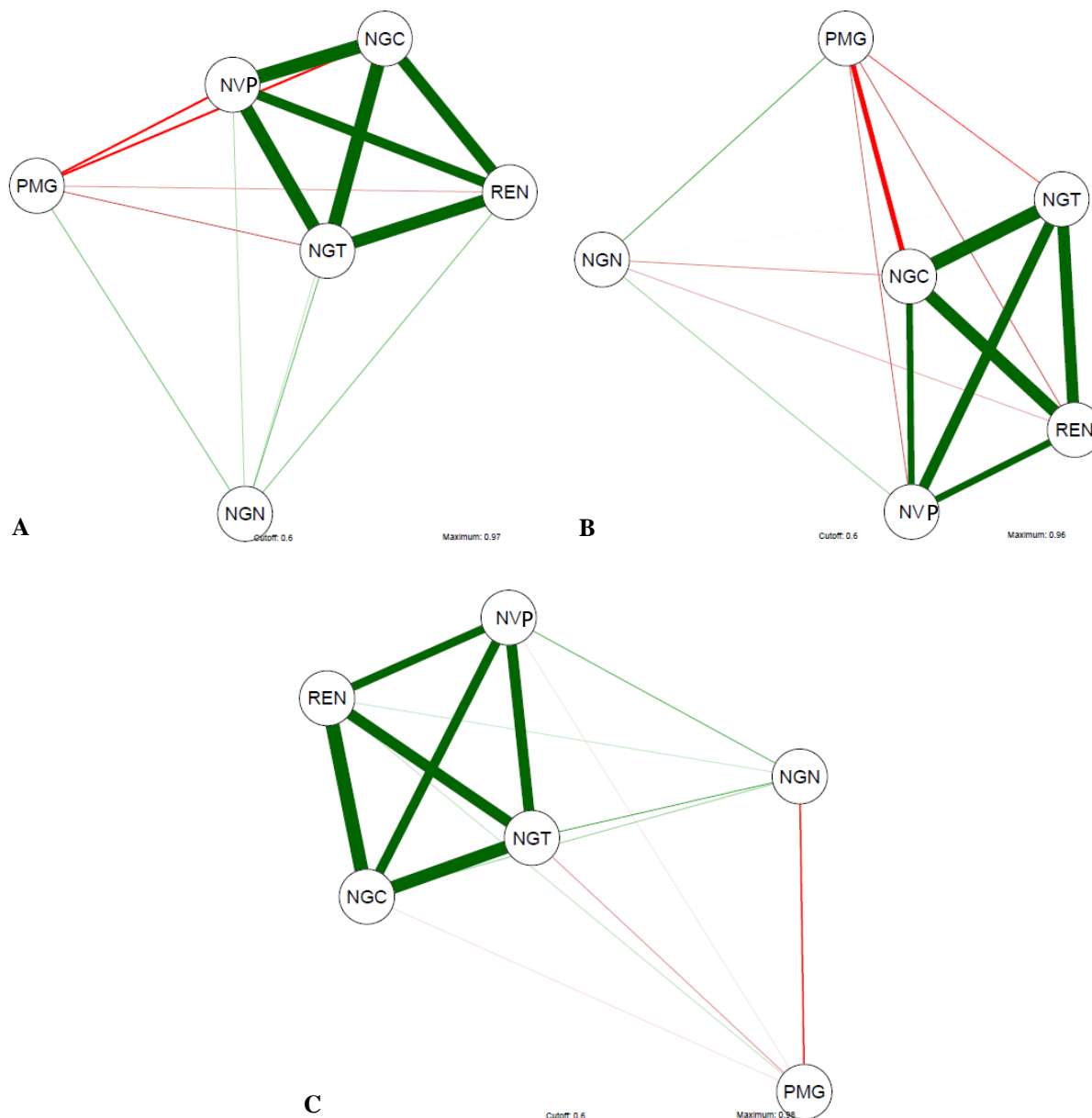


Figura 1. Rede de correlação aplicada nas características de NVP: número de vagem; NGT: número de grãos total; NGC: número de grãos comerciais; NGN: número de grãos não comerciais; PGC: peso de grãos comerciais; PMG: peso de mil grãos; e REN: rendimento, de cultivares de feijoeiro submetidas a posicionamentos de bioestimulante via foliar na fase fenológica R5 (A), R5+R8 (B) e Água (C). Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019.

A primeira e segunda variáveis canônicas responderam com 95,3% (Figura 2A), 95,8% (Figura 2A) e 94,5% (Figura 2A) da variação total dos dados, observando-se que as variáveis NGT, NVP, NGC e REN apresentaram similaridades de grandeza entre si, nos diferentes posicionamentos do bioestimulante, ao passo que o PMG não apresentou proximidades com estas (Figura 2).

Correa e Gonçalves, (2012), observou que as duas primeiras variáveis canônicas explicam mais de 80% da variação total contida no conjunto de dados originais (97,94% da variância

total acumulada), desta forma, as duas primeiras variáveis canônicas explicam satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre as cultivares analisadas, permitindo interpretar o fenômeno, com considerável simplificação, por meio de um gráfico de dispersão bidimensional dos escores obtidos.

A Figura 2A demonstra a influência da cultivar BRS Pérola no PMG e BRS notável e BRS Estilo para as demais variáveis. No posicionamento do bioestimulante em R5 pouco foi observado a influência das cultivares sobre as variáveis (Figura 2). BRS Notável com expressividade para o NGT, NGC e NVP, assim como, BRS Estilo no REN e PMG para a cultivar BRS Marfim, foram as observações mensuráveis no posicionamento do bioestimulante em R5+R8 (Figura 2C). Silva et al. (2015) colocam que as técnicas de análises multivariadas são eficientes para verificar as similaridades ou as diferenças na variabilidade da produtividade, com base nos atributos químicos e físicos do solo na área estudada.

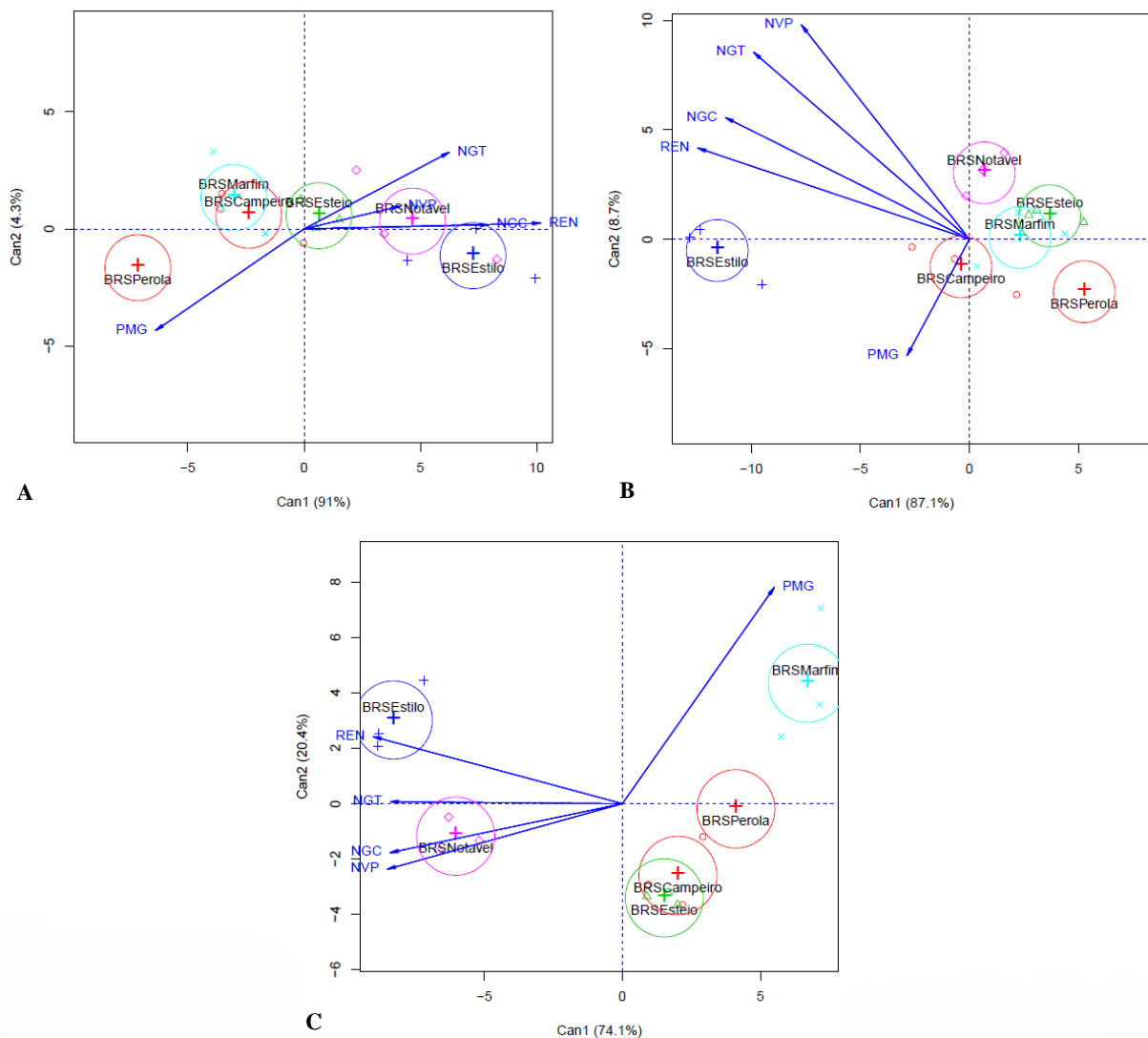


Figura 2. Análise de variáveis canônicas das médias de NVP: número de vagem; NGT: número de grãos total; NGC: número de grãos comerciais; NGN: número de grãos não comerciais; PMG: peso de mil grãos; e REN: rendimento, em cultivares de feijoeiro submetidas a posicionamentos de bioestimulante via foliar na fase fenológica R5 (A), R5+R8 (B) e Água (C). Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019.

Através do dendrograma, houve o agrupamento das cultivares de feijoeiro em dois Clusters distintos para cada posicionamento do bioestimulante. Formação de Cluster isolado foi observado na BRS Marfim (Figura 3A) e BRS Pérola (Figura 3B) nos posicionamentos do bioestimulante em R5 e R5+R2, respectivamente. BRS Marfim e BRS Pérola formaram Cluster no posicionamento do bioestimulante com água (Figura 3C). Os resultados corroboram com Correa e Gonçalves (2012) ao concluírem que as técnicas de análise multivariada utilizadas reuniram os genótipos em grupos distintos, assim como, em Silva et al. (2015) que através da técnica de dendrograma obtido pela análise de agrupamentos hierárquica também obteve a divisão das cultivares em grupos.

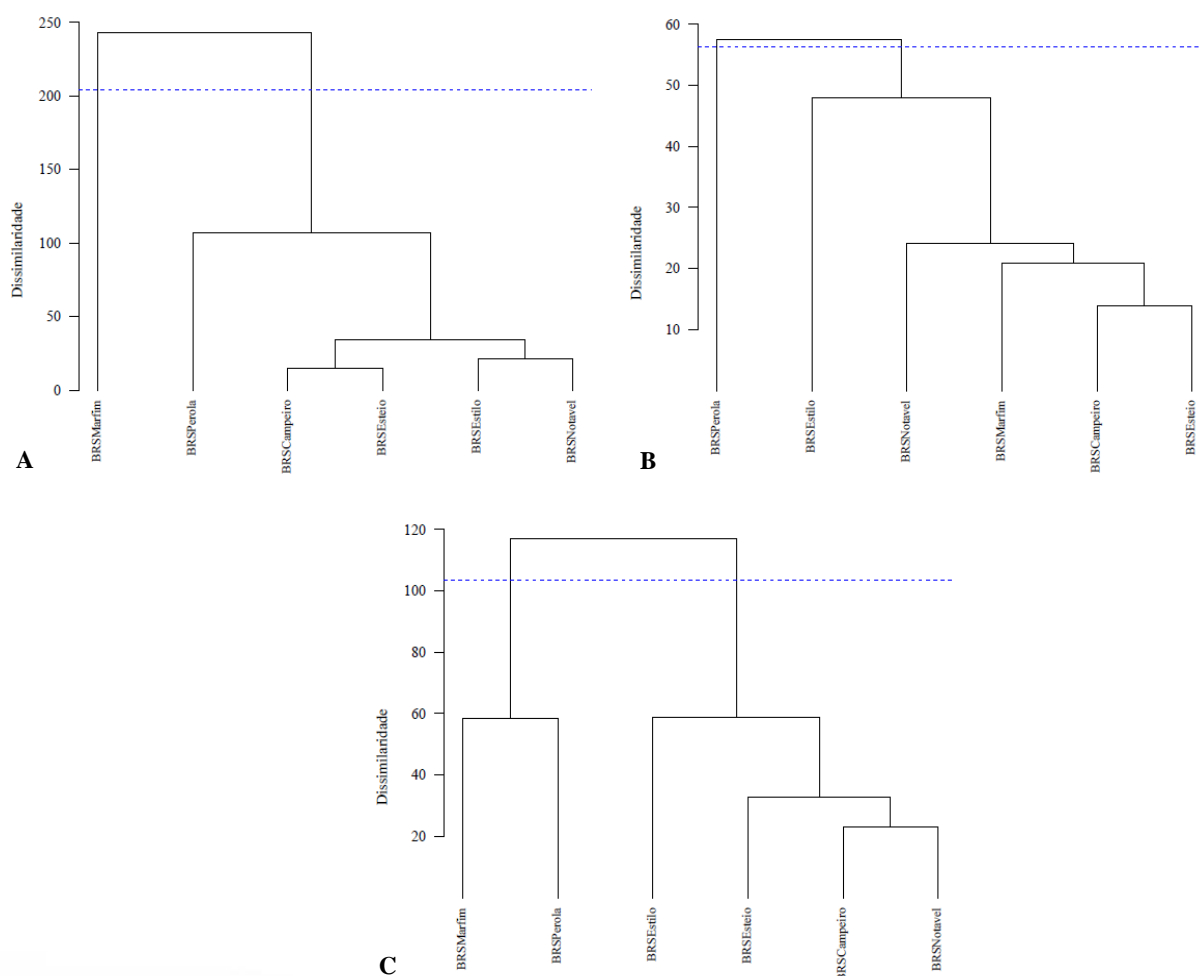


Figura 3. Dendrograma representativo da dissimilaridade entre cultivares de feijoeiro submetidas a posicionamentos de bioestimulante via foliar na fase fenológica R5 (A), R5+R8 (B) e Água (C), obtido pela técnica do vizinho mais próximo, com base na distância euclidiana. Foram tomadas as variáveis de NVP: número de vagem; NGT: número de grãos total; NGC:

número de grãos comerciais; NGN: número de grãos não comerciais; PGC: peso de grãos comerciais; PMG: peso de mil grãos; e REN: rendimento. Mineiros-GO, UNIFIMES, Brasil, 2019.

CONCLUSÕES

O número de vagem, número de grãos não comerciais, peso de grãos comerciais, peso de mil grãos e rendimento foram influenciados pelo posicionamento do bioestimulante via foliar.

O posicionamento do bioestimulante via foliar na fase fenológica R5 proporcionou os maiores rendimentos para todas as cultivares de feijoeiro, com destaque para BRS Estilo (43,87 sc ha⁻¹) e BRS Notável (43,02 sc ha⁻¹).

O rendimento das cultivares de feijoeiro independente do posicionamento do bioestimulante apresentou correlação positiva com o número de grãos total e número de grãos comerciais.

As variáveis número de vagem, número de grãos total, número de grãos comerciais e rendimento possuem correlação positiva entre si.

A BRS Estilo pouco influenciou os componentes de rendimento.

As cultivares de feijoeiro apresentaram a formação de dois Clusters distintos de acordo com os posicionamentos do bioestimulante.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F.; SÁ, M.; SOUZA, L.C.; SILVA, M.; SIMIDU, H.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijoeiro de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, 2011.
- ALMEIDA, A.Q.D.; SORATTO, R.P.; BROETTO, F.; CATANEO, A.C. Nodulação, aspectos bioquímicos, crescimento e produtividade do feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Semina-ciências Agrárias**, p.77-88. 2014.
- AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUE, B.R.A., CANGUSSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M.B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, 38(3), p.383-389, 2015.
- ANDRADE SILVA, R.; FOGAÇA, J.J.N.L.; SOUZA MOREIRA, E.; PRADO, T.R.; VASCONCELOS, R.C. Morfologia e produção de feijoeiro comum em função da aplicação de bioestimulante. **Scientia Plena**, 12(10), 2016.
- ÁVILA, M.R.; BARIZÃO, D.A.O.; GOMES, E.P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L.P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria**, 11(3), 221-230. (2010).
- BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

- BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.D.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A.D.S.; CARVALHO, F.L.B.M.D. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, 339-347. (2010).
- BHERING, L.L. **Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform**. 2017.
- BOSSOLANI, J.W.; DE SÁ, M.E.; MERLOTI, L.F.; BETTIOL, J.V.T.; DE OLIVEIRA, G.R.F.; DOS SANTOS P.D. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agroambiente On-line**, 11(4), 307-314. (2017).
- COBUCCI, T.; DI STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35).
- CORREA, A.M.; GONÇALVES, M.C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, 59(2): 206-212, 2012.
- DOS ANJOS, D.N.; MENDES, H.T.A.; VASCONCELOS, R.C.; MOREIRA, P.M.; CANGUSSU, A.C.V.; DE SOUZA PIRES, E. 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**, 10(35), 1-9. (2017).
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, p.628, 2009.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, p.353, 2013.
- GONÇALVES, D.L.; BARELLI, M.A.A.; OLIVEIRA, T.C.; SANTOS, P.R.J.; SILVA, C.R.; POLETINE, J.P.; NEVES, L.G. Genetic correlation and path analysis of common bean collected from Caceres Mato Grosso State, Brazil. **Ciência Rural**, 47(8), 2017.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der klimatologie**. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1936.
- LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, 25(1). (2009).
- MONTANARI, R.; PELLIN, D.M.P.; SILVA JÚNIOR, C.A.; CARVALHO, M.P.; GIOIA, M.T.; DALCHIAVON, F.C. Correlação entre produção de feijão e atributos físicos de um Latossolo em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, 60(6): 772-784. 2013.
- NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by preprotein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, 2016; 73(1):18-23, 2016.
- OLIVEIRA, F.D.A.; DE MEDEIROS, J.F.; ALVES, R.D.C.; LIMA, L.A.; DOS SANTOS, S.T.; DE RÉGIS, L.R. Produção de feijoeiro caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1049–1056, 2015.
- OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, M.D.C.; WENDLAND, A.; HEINEMANN, A.; GUIMARÃES, C.; FERREIRA, E.D.B.; SILVEIRA, P.M. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa Arroz e Feijão-Livro técnico (INFOTECA-E). 2018.
- PAVEZI, A.; FAVARÃO, S. C. M.; KORTE, K. P. Efeito de diferentes bioestimulantes na cultura do feijoeiro-comum. **Revista Campo Digital**, v. 12, n. 1, p.30-35, 2017.
- PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; BACARIN, M. A.; ANTUNES, I. F.; KOCH, F.; MONTEIRO, M. A.; AUMONDE, T. Z. Crescimento de plantas e vigor de sementes de feijoeiro em resposta à aplicação exógena de ácido giberélico. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(3), 181-190. (2018).

QUINTELA, E.D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 2001.

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, 15(1), 815-824. (2017).

SHIMAKURA, S.E.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. **Estatística descritiva**: interpretação do coeficiente de correlação. Curitiba: Departamento e Estatística da UFPR, 2012.

SILVA, E.M.S.; MONTANARI, R.; PANOSSO, A.R.; CORREA, A.R.; TOMAZ, P.K.; FERRAUDO, A.S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo mínimo com irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(2), 598-607. (2015).

SORATTO, R. P.; DE SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; DE OLIVEIRA, L. F. F. A. Crescimento e produtividade de duas cultivares de feijoeiro em função de doses de ácido 2, 3, 5-triidobenzoico. **Ciência Rural**, 45(12), 2181-2186. (2015).

VELHO, LPS.; GEMELI, MS.; TREVISANI, N.; PEREIRA, TCV.; CERUTTI, PH.; MELO, RC.; GUIDOLIN, AF; COIMBRA, JLM.; CORRÊA, SC. Phenotypic correlation and direct and indirect effects of aerial part components with root distribution of common bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(5), 328-334, (2017).