

Santo Antônio de Goiás, GO / Junho, 2025



Produtividade de grãos de cultivares de feijão-comum de diferentes grupos comerciais no Cerrado goiano

Maria José Del Peloso⁽¹⁾, Marco Antonio Acevedo-Barona⁽²⁾, Bruna Cabral⁽³⁾, Vilmar da Silva Junior⁽⁴⁾, Ivanildo Do Nascimento-Júnior⁽⁵⁾, Helton Santos Pereira⁽¹⁾ e Leonardo Cunha Melo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁽²⁾ Engenheiro agrônomo, bolsista (Pesquisador Emater – Fapeg) na Emater, Goiânia, GO. ⁽³⁾ Engenheira agrícola, bolsista (Apoio Técnico Emater – Fapeg), Goiânia, GO. ⁽⁴⁾ Engenheiro agrônomo, bolsista (pós-doutorado — projeto de Cooperação Técnica Faped/CNPAF/Sementeiros) na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁽⁵⁾ Engenheiro agrônomo, Professor do Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT), Confresa, MT.

Resumo – O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento básico na dieta brasileira devido ao seu elevado teor de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais (ferro e zinco), fibras e compostos fenólicos antioxidantes. Este estudo teve como objetivo comparar 12 cultivares de feijão dos tipos comerciais carioca, preto e especial no Cerrado goiano, avaliando seus componentes primários de produção e produtividade de grãos. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Anápolis, Rio Verde, Araçu e Porangatu, em diferentes épocas, utilizando delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. As variáveis analisadas incluíam número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas, seguidas por testes de agrupamento de médias, análises de correlação fenotípica, análises multivariadas, usando o agrupamento *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) com base na distância euclidiana média, componentes principais e agrupamento de Ward, para avaliar a associação entre variáveis por localidade. A interação significativa de cultivares x localidades influenciou o desempenho das cultivares e as associações entre os componentes de produtividade. A produtividade apresentou correlação linear, positiva e significativa com o número de vagens por planta e com o número de grãos por vagem, enquanto a associação entre vagens por planta e número de grãos por vagem foi negativa em relação à massa de 100 grãos. A análise de agrupamento destacou dois grupos divergentes, separando os feijões do tipo comercial especial dos tipos preto e carioca. No Cerrado goiano, as cultivares BRS FC409, BRS FC406, BRS Esteio, BRS FP403 dos grupos comerciais carioca e preto, e BRS FS308 e BRS FS305 do grupo comercial especial apresentaram os melhores desempenho e foram recomendadas para pequenos agricultores do estado de Goiás.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., interação cultivares x localidade, correlação fenotípica, agrupamento UPGMA.

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de
Goiás, GO
www.embrapa.br/arroz-e-feijao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente

Isaac Leandro de Almeida

Membros

Fabiano Severino,

Luis Fernando Stone,

Pedro Marques da Silveira,

Tereza Cristina de Oliveira Borba

e Pricila Vetrano Rizzo

Edição executiva

Tereza Cristina de Oliveira Borba

Revisão de texto

Luis Fernando Stone

Normalização bibliográfica

Riquelma de Sousa de Jesus

(CRB-2/349)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Fabiano Severino

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Grain yield of common bean cultivars from different commercial groups in the Cerrado region of Goiás

Abstract – Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a staple food in the Brazilian diet due to its high content of proteins, carbohydrates, vitamins, minerals (iron and zinc), fibers, and antioxidant phenolic compounds. This study aimed to compare 12 common bean cultivars of special, carioca, and black commercial types in the Brazilian Cerrado, focusing on their primary production components and grain yield. Experiments were conducted in Anápolis, Rio Verde, Araçu, and Porangatu, at different growing seasons, using a randomized complete block design with four replicates. The evaluated variables included the number of pods per plant, number of grains per pod, 100-grain weight, and grain yield. Statistical analyses comprised individual and combined analysis of variance, followed by mean grouping tests, phenotypic correlation analyses, and multivariate analyses using the *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) based on average Euclidean distance, principal component analysis, and Ward's clustering method, to evaluate the association among variables by location. The significant cultivar × location interaction influenced cultivar performance and the associations among yield components. Grain yield showed a positive, significant linear correlation with the number of pods per plant and the number of grains per pod, whereas the relationship between pods per plant and number of grains per pod was negative with respect to 100-grain weight. Cluster analysis highlighted two divergent groups, separating special market-type beans from the black and carioca types. In the Goiás Cerrado, the cultivars BRS FC409, BRS FC406, BRS Esteio, and BRS FP403 (carioca and black commercial groups), as well as BRS FS308 and BRS FS305 (special commercial group), showed the best performance and were recommended for smallholder farmers in the state of Goiás.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., cultivars × locations interaction, phenotypic correlation, UPGMA clustering.

Introdução

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos básicos do povo brasileiro e parte integrante dos hábitos alimentares de grande

parcela da população, principalmente devido ao seu alto valor nutritivo. Ele é rico em proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais (ferro e zinco), fibras e compostos fenólicos antioxidantes. Seu baixo custo de produção, quando comparado ao das fontes de proteína animal, torna-o uma importante fonte alimentar para populações de menor poder aquisitivo (Carbonell et al., 2021).

Na safra 2023/2024, a produção de feijão no Brasil alcançou 3,33 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 2,86 milhões de hectares, considerando as três safras do ano agrícola. A produtividade média foi de 1.171 kg ha⁻¹. Do total produzido, 55,8% corresponderam aos feijões do tipo cores (carioca e especial), 23,71% ao feijão preto, e o restante ao feijão-caupi. O estado de Goiás, com produção de 266,1 mil toneladas, destacou-se como o terceiro maior produtor nacional, superado apenas por Minas Gerais (528,6 mil toneladas) e Paraná (292,6 mil toneladas), segundo Conab (2024).

Até a década de 1960, o mercado de feijão no Brasil era caracterizado por baixa oferta e tecnologias limitadas, com demanda predominando sobre a produção. As preferências de consumo recaíam sobre feijões dos tipos preto e especial, incluindo variedades como rosinha, roxinho, mulatinho, branco, vermelho e manteiga (Carbonell et al., 2021). A descoberta do feijão tipo carioca na década de 1970 revolucionou o mercado, trazendo avanços em produtividade, estabilidade e valor comercial (Pelegrini et al., 2017).

Embora o potencial produtivo do feijão-comum seja elevado, a produtividade média em muitos países permanece abaixo de 1.000 kg ha⁻¹, refletindo sistemas de produção menos intensivos (Broughton et al., 2003). Contudo, sistemas com alta tecnologia, na safra de inverno com irrigação por pivô central, já são uma realidade, trazendo desafios como o uso excessivo de insumos químicos, aumento dos custos de produção e impactos ambientais (Barbosa et al., 2018).

Os feijões de cores continuam desempenhando papel relevante no mercado, especialmente entre pequenos e médios produtores. No estado do Rio de Janeiro, por exemplo, um estudo da Universidade Estadual do Norte Fluminense, em parceria com a Emater - RJ, revelou que 88% da produção de feijão é realizada por agricultores familiares, em propriedades de 2 a 20 hectares. Esses produtores frequentemente cultivam mais de uma variedade, destacando-se os feijões especiais, como roxinho, pardo, rajado e mulatinho,

conhecidos por sementes de maior massa (Rodrigues, 2020).

O Anuário Estatístico de Agricultura Familiar (Contag, 2023) reporta que Goiás possui 152.174 estabelecimentos rurais, dos quais 62,88% são de agricultura familiar (AF). Esta é responsável por 66% da mão de obra familiar no campo, com destaque para sua contribuição de 70% dos alimentos da cesta básica e um terço do PIB agropecuário do estado (São Paulo, 2023). O município de Cristalina lidera a produção sob sistema com alta tecnologia, enquanto os municípios de Alto Paraíso de Goiás e Cabeceiras e outros lideram a produção de feijões coloridos, promovendo intercâmbio e comercialização em feiras locais, reforçando a biodiversidade agrícola e a geração de renda.

O clima favorável e as extensas áreas de Cerrado fazem de Goiás uma região estratégica para o cultivo de feijão. A escolha de cultivares adequadas é essencial para alcançar alta produtividade e qualidade comercial dos grãos. Nesse contexto, a Emater - GO, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, tem avaliado cultivares de feijão dos tipos carioca, preto e especial em diferentes condições do Cerrado goiano, visando atender às demandas dos pequenos produtores e da agricultura familiar.

Este trabalho teve como objetivo comparar cultivares de feijão-comum dos tipos comerciais carioca, preto e especial, quanto aos componentes primários de produção e produtividade de grãos em quatro localidades do Cerrado de Goiás, e contribuir para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 02 – “Fome Zero e Agricultura Sustentável”.

Materiais e métodos

Os experimentos foram conduzidos nas Estações Experimentais (E.E) da Agência Goiana de

Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater) – GO denominadas “Santa Vitória”, “Anápolis” e “Porangatu”, nos municípios de Araçu, Anápolis e Porangatu, respectivamente, e no Campo Experimental do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), no município de Rio Verde. Os ambientes de avaliação são contrastantes e localizam-se nas mesorregiões Centro, Norte de Goiás e Sul, pertencentes às microrregiões de Anápolis, Porangatu e Sudoeste de Goiás, respectivamente. As principais características climáticas dos ambientes considerados são apresentadas na Tabela 1. As quatro localidades são caracterizadas por apresentarem duas estações bem definidas, uma chuvosa (novembro a abril) e outra seca (de maio a outubro).

As cultivares avaliadas foram BRS FC406, BRS FC409 e BRS Estilo, do grupo comercial carioca; BRS FP403 e BRS Esteio, do grupo preto; e BRS FS305 (Calima), BRS FS212 (Rosinha), BRS FS308 (Light red kidney), BRS FS311 e BRS SMG Realce (Rajado), BRS FS313 (Jalo), e BRS Executivo (Sugar beans), do grupo especial, e são provenientes do programa de melhoramento genético de feijão-comum da Embrapa Arroz e Feijão.

Antes da semeadura, foram retiradas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 2). O solo foi preparado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. Em Anápolis e Porangatu, os experimentos foram semeados nos dias 4 e 26 de dezembro, respectivamente, na época “das águas” de 2020, enquanto em Rio Verde a semeadura foi em 12 de fevereiro de 2021, época de entressafra. O experimento de Araçu foi semeado no dia 7 de abril de 2021, época de inverno, com irrigação por aspersão. Foi aplicada uma lâmina de água de 4,50 mm, três vezes por semana, de forma a manter o solo com 65 a 70% da capacidade de campo.

Tabela 1. Características climáticas dos locais de avaliação de 12 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) dos tipos comerciais carioca, preto e especial, no Cerrado goiano, Goiás 2020-2021.

Localidade	Município	Localização		Altura média (m)	Temperatura (°C) Máx.	Temperatura (°C) Mín.	Precipitação (mm)
		S	W				
E.E. Santa Vitória	Araçu	16°16'	49°44'	716	29,08	17,24	943
E. E Anápolis	Anápolis	16°20'	48°53'	1.770	27,22	17,75	1.933
IFG Goiano	Rio Verde	17°48'	50°54'	737	29,80	21,5	1.460
E.E. Porangatu	Porangatu	13°18'	49°07'	390	30,58	26,82	643

Tabela 2. Características físico-químicas de solos dos experimentos de avaliação de 12 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), tipos carioca, preto e especial, no Cerrado goiano, Goiás 2020-2021.

Localidade	Características físicas g kg ⁻¹			pH (CaCl ₂)	MO %	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca cmolc dm ⁻³	H + Al cmolc dm ⁻³	V %
	Areia	Silte	Argila							
E.E. Santa Vitoria, Araçu	470	140	390	5,2	2,7	47	230	4,6	3,5	64
E. E Anápolis	470	110	420	5,6	3,1	31	140	4,3	4,0	62
IFG Goiano, Rio Verde	360	170	460	5,9	3,2	15	246	4,1	5,2	54
E. E. Porangatu	320	200	480	4,7	1,6	11	166	1,2	2,4	46

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental constituiu-se de quatro linhas com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre sulcos, considerando-se como área útil as duas linhas centrais. A adubação de semeadura constou de 250 kg ha⁻¹ de adubo químico da fórmula comercial 04-15-28, mais uma cobertura com 100 kg ha⁻¹ de ureia aos 30 dias. Foram deixadas dez plantas por metro. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e recomendações técnicas da cultura (Barbosa et al., 2018).

Foram avaliados os componentes primários da produtividade, ou seja, o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos em gramas (M100G), com umidade corrigida a 13%, em 10 plantas coletadas ao acaso na área útil de cada parcela experimental. A produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹, foi avaliada na área útil de cada parcela experimental, tendo como covariável o número de plantas no estado final; a umidade foi corrigida para 13%.

Para a produtividade de grãos, foi estimada a contribuição das fontes de variação (localidade, cultivares e sua interação) por meio do coeficiente de determinação (R²), que resulta do quociente entre a soma de quadrado da fonte de variação dividido pela soma de quadrado total (SQ total), sendo SQ total a soma de quadrado dos tratamentos (Genótipo + Ambiente + Genótipo x Ambiente) (Duarte; Vencovsky, 1999).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância individual e conjunta entre os locais de avaliação, com aplicação do teste F, este último depois de realizada a análise sob condições de normalidade (test de Shapiro e Wilks) e homogeneidade (test de Bartlett) das variâncias residuais. O efeito de genótipo foi considerado fixo e os demais fatores (blocos e localidades) como aleatórios. Para as comparações entre médias dos genótipos utilizou-se o teste de Scott- Knott ($p \leq 0,05$).

Realizou-se também análises para obter os coeficientes de correlação fenotípica (rf) entre caracteres usando as análises de covariâncias, tendo-se combinado, de todas as formas possíveis, os componentes primários de produção e a produtividade de grãos. O META-R calcula matrizes de correlações fenotípicas e genéticas entre ambientes e entre características, das quais uma matriz de distância é calculada. A matriz de distância é usada como o conjunto de dados de entrada para executar uma análise de agrupamento de Ward e criar um dendrograma, bem como um gráfico biplot da Análise de Componentes Principais (ACP).

Na avaliação da divergência genética entre as cultivares de feijão-comum foi realizada a análise multivariada utilizando a distância Euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade, que é construída com base nas médias de cada caractere para cada genótipo. No agrupamento das cultivares, previamente standardizadas, utilizou-se o método hierárquico Unweighted Pair Group Method using Arithmetical Averages (UPGMA). A análise de agrupamento ou “cluster analysis”, consiste em dividir os elementos da amostra ou população em grupos. Desta forma, os elementos pertencentes a um mesmo grupo são similares entre si de acordo com as características avaliadas e os elementos de grupos diferentes são heterogêneos em relação a estas mesmas características (Alencar et al., 2013).

Os dados foram analisados utilizando-se os recursos computacionais dos programas INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2020) e META – R (Alvarado et al., 2015).

Resultados e discussão

O resumo das análises de variância por localidade está apresentado na Tabela 3. Os coeficientes de variação situaram-se entre 4,46% para a massa de 100 grãos, em Araçu (baixo), e 33,00% para a produtividade de grãos, em Rio Verde (alto). A fonte de variação genótipo foi significativa ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$).

para a maioria das características avaliadas, indicando diferenças em pelo menos uma das médias dos caracteres entre as cultivares, evidenciando a possibilidade de selecionar cultivares superiores. Apenas o número de grãos por vagem (NGV), em Porangatu, não apresentou significância estatística ($p > 0,05$).

Cabe destacar que o manejo agrônomo nos locais de avaliação foi adaptado para baixo uso de insumos, simulando as condições típicas da agricultura familiar no estado. Apesar disso, por se tratar de cultivares modernas, foram aplicados 250 kg ha⁻¹ de NPK e 100 kg ha⁻¹ de ureia (redução de 40% em relação às recomendações técnicas). O uso de defensivos agrícolas foi limitado, sendo aplicado principalmente contra a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) em Araçu e Anápolis.

As médias das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) por localidade estão apresentadas na Figura 1. No geral, Araçu apresentou as maiores médias para NVP, NGV e PROD, destacando-se as cultivares BRS Esteio, BRS Estilo, BRS FS409, BRS FC406, BRS FP403 e BRS Estilo. Essa localidade foi seguida por Porangatu, Anápolis e Rio Verde. Araçu também apresentou as maiores médias para M100G, com destaque para as cultivares BRS Executivo, BRS FS305, BRS FS313, BRS FS308, BRS FS311 e BRSMG Realce (Figura 1c). Essas cultivares incluem tipos especiais como cranberry, calima vermelho, jalo, vermelho claro, rajado vermelho-creme e rajado, todos com M100G superior a 30 gramas, característica essencial para classificação de feijões especiais (Carbonell et al., 2021). Em contraste, a M100G dos feijões tipo preto e carioca foi inferior a 24 gramas.

Segundo De Ron et al. (2022), o pool genético meso-americano é caracterizado por sementes pequenas (<25 g/100 sementes) ou médias (25–40 g/100 sementes), enquanto o pool genético andino apresenta sementes maiores (>40 g/100 sementes).

Na época de semeadura (safra de inverno), o manejo com irrigação contribuiu para o bom desempenho da maioria das cultivares em todos os caracteres avaliados em Araçu. Enquanto em Anápolis, que também apresentou boas médias de produtividade (Figura 1d), o ensaio foi realizado na safra das águas, e as altas precipitações podem ter prejudicado os componentes NVP e NGV (Figuras 1a e 1b, respectivamente).

Em Rio Verde e Porangatu, as médias para PROD, M100G, NVP e NGV foram menores, o que pode ser atribuído à época de plantio (entressafra e safra das águas), combinada com baixos índices pluviométricos, altas temperaturas médias e solos de baixa fertilidade (saturação de bases <60% e textura argilosa pesada), que impactaram negativamente o desenvolvimento das cultivares em geral.

A cultura do feijão, sob condições de estresse hídrico, frequentemente apresenta redução na área foliar, sendo esse efeito mais crítico durante o período de floração. Nessa fase, a falta de água pode reduzir a estatura da planta e prejudicar o desenvolvimento das vagens, além de impactar negativamente no número, no tamanho e na quantidade de grãos. Essa situação possivelmente ocorreu nas localidades de Rio Verde e Porangatu. Para mitigar esses impactos e assegurar a produtividade, é essencial o uso de irrigação, como observado em Araçu, onde esse manejo contribuiu para minimizar os efeitos do estresse hídrico.

Tabela 3. Resumo das análises de variância por localidade de 12 cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) dos tipos especial, carioca e preto, Goiás 2020-2021.

Localidade	FV	GL	Quadrado médio			
			NVP	NGV	M100G	PROD
Anápolis	Genótipo	11	47,59**	1,94**	638,39**	270.155,15**
	Resíduo	32	9,26	0,20	10,89	87.670,69
Rio Verde	Genótipo	11	29,42*	1,89**	525,57**	85.561,97**
	Resíduo	32	11,69	0,22	9,51	25.031,47
Araçu	Genótipo	11	171,12**	2,11**	624,12**	749.046,23**
	Resíduo	32	14,02	0,17	3,28	92.749,75
Porangatu	Genótipo	11	63,87**	0,59	162,27**	77.001**
	Resíduo	32	6,21	0,55	2,88	18.907,10

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente. NVP, NGV, M100G e PROD referem-se ao número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos em gramas e produtividade de grãos, respectivamente

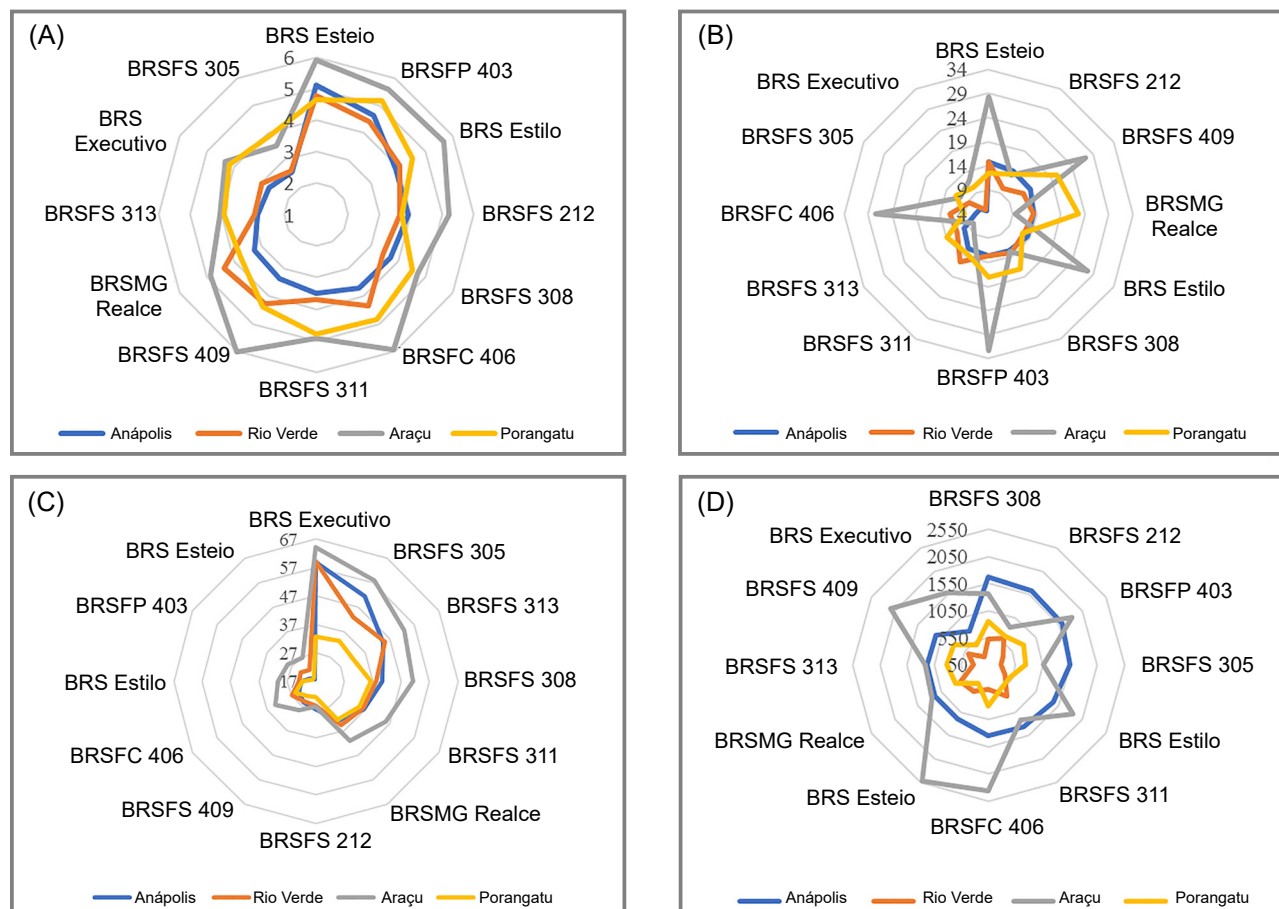


Figura 1. Médias de 12 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) dos tipos comerciais carioca, preto e especial, para número de vagens por planta (a) número de grãos por vagem (b) massa de 100 grãos (c) e produtividade de grãos (d), em quatro localidades, Goiás 2020-2021.

Outro fator abiótico limitante é a temperatura. A faixa ideal para o cultivo do feijão está entre 18°C e 24°C, sendo 21°C a temperatura considerada ótima. Entretanto, no Cerrado goiano, essa condição é difícil de ocorrer. Temperaturas médias acima de 30°C podem provocar abortamento de flores, vagens e grãos, comprometendo significativamente o rendimento da cultura (Oliveira et al., 2018).

As médias das cultivares para todas as variáveis avaliadas por localidade (Figura 1) indicaram um “crossing over”, explicado, possivelmente, pela presença de interação genótipo por ambiente, o que pode influenciar o desempenho agrônomo das cultivares. Esse fenômeno dificulta a recomendação de materiais com ampla adaptabilidade (Cruz; Regazzi, 1997).

A análise de variância conjunta dos componentes primários de produção e da produtividade é apresentada na Tabela 3. Os coeficientes de variação (CV%) variaram de 7,46% para M100G a 23,88% para NVP, valores considerados de baixa a média magnitude, por estarem abaixo de 25%. A análise de variância revelou significância para os efeitos principais de localidades ($p < 0,01$), cultivares ($p <$

0,01) e da interação cultivares x localidades (ICL) ($p < 0,01$). Esses resultados indicam a heterogeneidade entre as condições ambientais de experimentação no Cerrado goiano, com o R^2 explicando 50% da variabilidade total da produtividade de grãos, a variável de maior relevância econômica. A significância dos fatores cultivares e ICL destaca, respectivamente, a variabilidade entre as médias dos genótipos e as diferenças nas respostas desses genótipos às condições específicas de cada localidade, contribuindo com 10% e 40% da variabilidade total. As respostas diferenciadas das cultivares para os caracteres avaliados (Figura 1) podem ser atribuídas à presença de ICL, conforme corroborado pela análise de variância conjunta. Essa condição favorece a identificação e seleção de cultivares com desempenho superior em ambientes específicos.

As estimativas de correlação fenotípica (r_f) entre os componentes primários de produção e a produtividade de grãos de feijão-comum em quatro ambientes distintos do Cerrado goiano estão apresentadas na Tabela 4.

O entendimento do inter-relacionamento entre caracteres é essencial. Os valores de correlação

são classificados como baixos (inferiores a 0,4), médios (entre 0,4 e 0,7) e altos (superiores a 0,7), segundo Cruz et al. (2004). Para interpretar esses dados, é importante considerar a magnitude, a direção e a significância das correlações. Quando a correlação é positiva, ela indica que o aumento de uma variável está associado ao aumento da outra, ou que ambas diminuem simultaneamente. Em contraste, correlações negativas indicam que, enquanto uma variável aumenta, a outra tende a diminuir, e vice-versa (Cruz et al., 2004).

Na localidade de Anápolis, as estimativas de correlação fenotípica (rf) entre os componentes primários e a produtividade variaram de 0,4334 a -0,8842, de magnitudes de médias a altas. As mesmas foram positivas e significativas entre o NGV e a produtividade de grãos PROD, bem como com o NVP, enquanto NVP e NGV apresentaram correlações altas e negativas com M100G, conforme ilustrado na Figura 2a, contrastando com os reportados em feijão-comum, em que a associação foi positiva com M100G (Ejara et al., 2017). A análise dos dois primeiros componentes principais revelou que eles explicaram 99,59% da variação total, enquanto o método de agrupamento de Ward identificou dois grupos distintos: o primeiro formado por NGV e NVP, e o segundo por PROD. Vale destacar que os caracteres NVP e NGV apresentaram associação negativa com M100G.

Na localidade de Rio Verde, o NVP apresentou correlação fenotípica (rf) alta, positiva e significativa com a produtividade de grãos PROD, além de correlação média e significativa com o NGV e negativa com M100G. Foi observada também correlação alta, negativa e significativa entre NGV e M100G. Na Figura 2b, esses resultados são ilustrados de forma mais clara, utilizando o agrupamento de Ward e a ACP. Nessa análise, os dois primeiros componentes

explicaram quase 100% da variabilidade total. Esses componentes agruparam de maneira próxima o NVP com PROD e com NGV. A correlação desse último com M100G foi de sinal negativo, reforçando o relacionamento entre os caracteres avaliados.

Em Araçu, as correlações fenotípicas (rf) apresentaram um padrão de associação semelhante ao observado em Rio Verde, mas com magnitudes mais expressivas. Foi identificada relação alta, positiva e significativa entre NVP com PROD e NGV e negativa com M100G. De maneira similar, observou-se alta correlação positiva e significativa entre NGV e PROD e negativa entre NGV e M100G, concordando com os resultados obtidos por Coimbra et al. (1999), que indicaram que o maior potencial de rendimento de grãos está associado ao número de vagem por planta e ao número de sementes. As análises de componentes principais e o agrupamento de Ward, representados na Figura 2c, evidenciam associação estreita entre PROD, NVP e NGV, além de relação negativa entre PROD, NVP e NGV com M100G. Esses resultados reforçam o padrão de interação entre os caracteres avaliados. Cabral et al. (2011) concluíram que, entre os componentes do rendimento em feijão-comum, os caracteres com maior potencial para a seleção e identificação de genótipos superiores são o NVP, M100G e NGV.

Em Porangatu, o inter-relacionamento entre os componentes primários de produtividade e a produtividade de grãos apresentaram magnitudes baixas e não significativas. Correlações fenotípicas (rf) iguais a zero ou não significativas também foram observadas entre alguns caracteres em outras localidades neste trabalho. Contudo, essa ausência de significância não implica necessariamente falta de associação, mas sim a inexistência de uma relação linear clara entre os caracteres (Cruz et al., 2004).

Tabela 4. Estimativa dos coeficientes de correlações fenotípicas (rf) entre os componentes primários de produção e a produtividade de grãos, em kg ha⁻¹, avaliadas em 12 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), em quatro localidades do Cerrado goiano, Goiás 2020-2021.

Caráter		Correlação fenotípica / Localidade			
		Anápolis	Rio Verde	Araçu	Porangatu
PROD	NVP	0.4334	0.7283**	0.8134**	0.4441
PROD	NGV	0.5725*	0.5040	0.7045*	-0.0797
PROD	M100G	-0.4458	-0.4522	-0.3735	-0.0039
NVP	NGV	0.6117*	0.5823*	0.7946**	-0.1101
NVP	M100G	-0.6858*	-0.5927*	-0.7023*	0.0054
NGV	M100G	-0.8442**	-0.7844**	-0.8620*	-0.3210

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. NVP, NGV, M100G e PROD referem-se a número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, respectivamente.

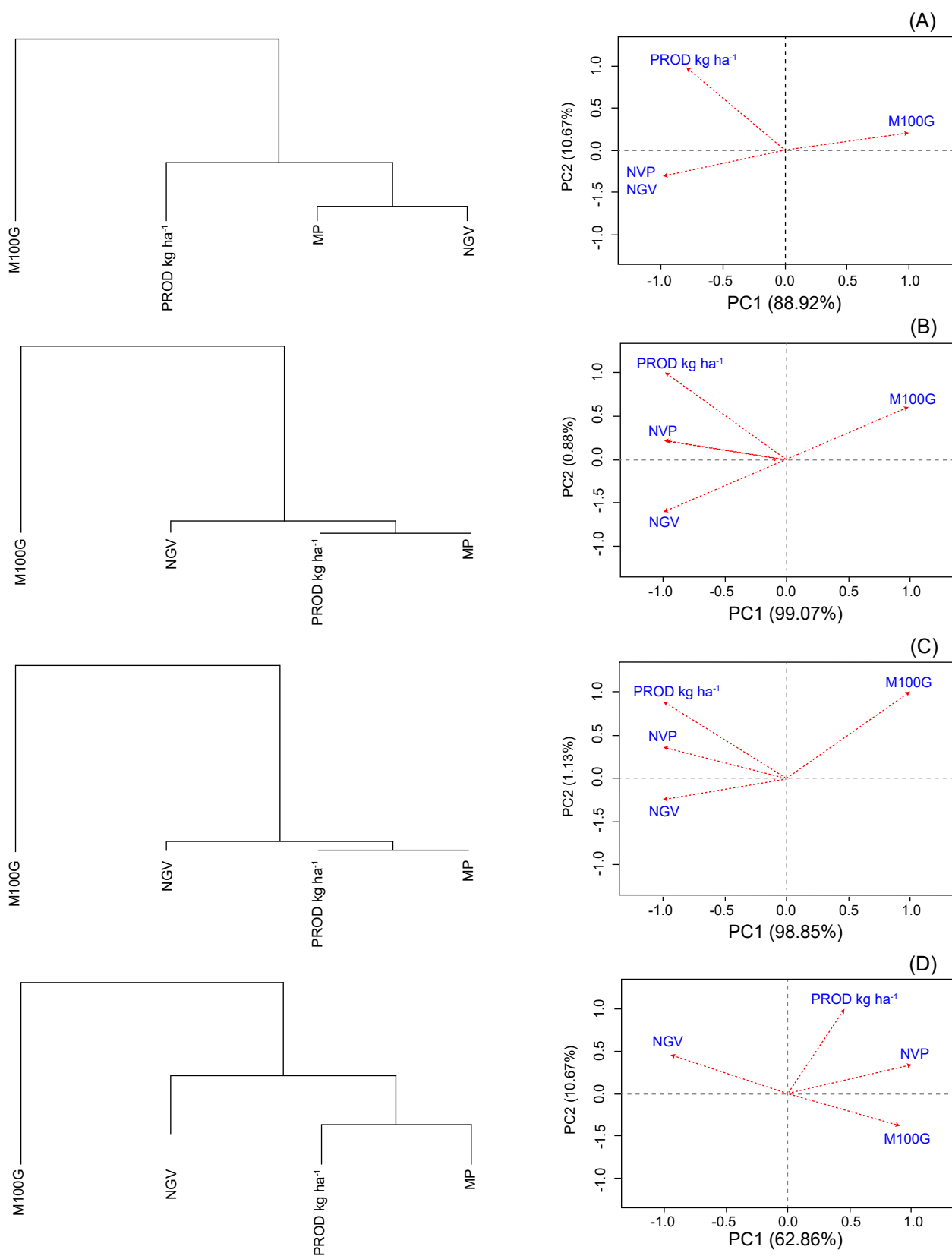


Figura 2. Dendrogramas de Ward (esquerda) e análises de componentes principais (direita) relativos aos experimentos conduzidos nas localidades de Anápolis (a), Rio Verde (b), Araçu (c) e Porangatu (d).

Observa-se que a associação entre os caracteres do feijoeiro pode variar entre localidades, épocas de plantio e sistemas de cultivo. Esses fatores criam condições ambientais distintas para o desenvolvimento do feijoeiro, influenciando diretamente as relações entre os caracteres avaliados (Cruz; Regazzi, 1997).

No dendrograma da Figura 3, o corte foi realizado a uma distância euclidiana média de 2,50, conforme recomendado pela literatura, que sugere que o corte deve ser feito onde ocorre mudança brusca no nível de agrupamento (Cruz, 1990). O coeficiente cofenético foi de 0,78, indicando alta correlação entre o agrupamento obtido e as similaridades originais. A partir desse ponto, foram formados dois grandes grupos: um representando os feijões do tipo comercial especial e outro pelos tipos carioca e preto.

Considerando que foram avaliadas 12 cultivares de feijão-comum em relação aos componentes primários de produtividade e produtividade de grãos, observou-se alta variabilidade entre os dois grupos. O grupo dos feijões dos tipos carioca e preto resultaram mais produtivos e foi agrupado separadamente do grupo dos feijões do tipo especial, que apresentou menor produtividade. Além disso, é possível notar que o agrupamento também seguiu a classificação baseada no pool genético das cultivares, separando os feijões mesoamericanos (com massa de 100 grãos inferior a 25 g), representados pelos tipos carioca e preto, dos feijões andinos, caracterizados por grãos maiores (com massa de 100 grãos

superior a 40 g), representados pelo tipo especial (De Ron et al., 2022).

No dendrograma, também foram agrupadas as cultivares de acordo com sua origem genética. Assim, BRS Esteio e BRSFP 403, ambos do grupo comercial preto, formaram o subgrupo com maior similaridade, pois compartilham o genitor POT 51. Da mesma forma, BRSMG Realce e BRS 311, ambos do tipo especial rajado, foram agrupados devido ao compartilhamento do genitor PR 932001492.

Conclusões

A interação entre cultivares e localidades foi determinante para o desempenho diferente das cultivares, afetando a associação entre os componentes primários e a produtividade de grãos.

A correlação fenotípica mostrou relação linear, positiva e significativa entre a produtividade e o número de vagens por planta. Assim como, associação negativa e significativa entre número de vagens por planta e número de grãos por vagem com massa de 100 grãos.

O agrupamento por distância euclidiana média evidenciou dois grupos divergentes, separando os feijões do tipo comercial especial dos tipos preto e carioca.

No Cerrado goiano, as cultivares BRS FC409 e BRS FC406 (tipo carioca), BRS FP403 (tipo preto) e BRS FS308 e BRS FS305 (tipo especial) se mostraram promissoras e são recomendadas para a agricultura familiar.

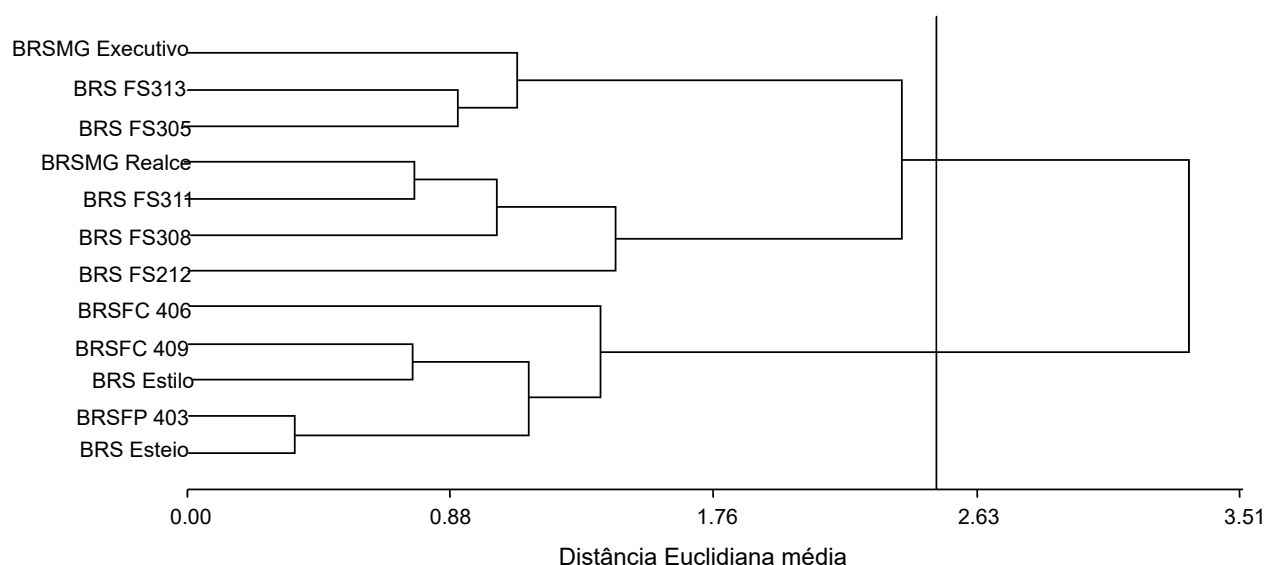


Figura 3. Dendrograma da dissimilaridade genética entre 12 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), obtido pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância Euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade com base em caracteres fenotípicos.

Agradecimentos

À Emater de Goiás pelo apoio financeiro, de infraestrutura e operacionalização do projeto “Tecnologias de produção de sementes de arroz, milho, feijão, caupi, soja, sorgo, milheto, cana de açúcar e mandioca para pequenos empreendedores rurais”. Convênio Emater de Goiás – Fapag. Nº Processo: 201710267001082.

Referências

- ALENCAR, B. J. de; BARROSO, L. C.; ABREU, J. F. de. Análise multivariada de dados no tratamento da informação espacial: uma abordagem com análise de agrupamentos. **Revista Ibero-americana de Sistemas, Cibernética e Informática**, v. 10, n. 2, p. 6-12, 2013.
- ALVARADO G.; LOPEZ, M.; VARGAS, M.; PACHECO-GIL, R. A.; RODRÍGUEZ, F.; BURGUEÑO, J.; CROSSA, J. **META-R (Multi Environment Trial Analysis whit R for Windows.)**: version 6.04. Washington, DF: CIMMYT, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11529/10201>. Acesso em: 07 ago. 2025.
- BARBOSA, F. R.; MARTINS, F. A. D.; OLIVEIRA, L. F. C. de; SILVA, A. G.; GONZAGA, A. C. de O. **Sistema de produção integrada do feijão-comum na região Central brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. 26 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 245).
- BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. BEANS. (*Phaseolus* spp.): model food legumes. **Plant and Soil**, v. 252, n. 1, p. 55-128, maio 2003.
- CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B.; LIMA, A. B. P.; SOARES, Y. J. B.; SILVA, J. A. da. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 132-138, mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100017>.
- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; BEZERRA, L. M. C. A planta e o grão do feijão e as firmas de apresentação aos consumidores. In: FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. (ed.). **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. p. 101-116.
- COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F. de; COIMBRA, S. M. M.; MARCHIORO, V. S. Análise de trilha: I: análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 213-218, jun. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000200005>.
- CONTAG. **Anuário estatístico da agricultura familiar: 2024**. [Brasília, DF]: CONTAG, 2023. Ano 3. Disponível em: <https://www.fetaesc.com.br/noticia/confira-o-anuario-estatistico-da-agricultura-familiar-de-2024>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990. 188 f. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-20231122-093446/publico/Cruz-CosmeDamiao.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2025.
- CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1997. 390 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1. 480 p.
- DE RON, A. M.; RODIÑO, A. P.; GIOIA, T.; BREZEANU, C.; BURZO, I.; JANSE VAN RENSBURG, B.; CORRALES, M. A. P.; NAY, M. M.; FOURIE, D.; NKHATA, W.; SHIMELIS, H.; SOLBERG, S. Ø.; LOGOZZO, G.; MARZARIO, S.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; VAZ-BISNETA, M.; VALENTINI, G.; GALVÁN, M. Z.; ABÁN, C.; BREZEANU, P. M. Common bean genetics, breeding, and genomics for adaptation to biotic stress conditions. In: KOLE, C. (ed.). **Genomic designing for biotic stress resistant pulse crops**. Switzerland: Springer Cham, 2022. p. 1-116. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-91043-3>.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. **InfoStat**: versión 2020. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2020. Disponível em: <http://www.infostat.com.ar>. Acesso em: 07 ago. 2025.
- DUARTE, J. B.; VENCOSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise “AMMI”**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60 p. (Monografias, 9).
- EJARA, E.; MOHAMMED, W.; AMSALU, B. Correlations and path coefficient analyses of yield and yield related traits in common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) at Abaya and Yabello, Southern Ethiopia. **International Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 4, n. 2, p. 215-224, jun. 2017.
- OLIVEIRA, M. G. de C.; OLIVEIRA, L. F. C. de; WENDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, M. da C. S.; LOBO JUNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. da. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 59 p.
- PELEGRINI, D. F.; BEZERRA, L. M. C.; HASPARYK, R. G. Dinâmica da produção de feijão no Brasil: progresso técnico e fragilidades. **Informe Agropecuário**, v. 38, n. 298, p. 84-91, 2017.

RODRIGUES, R. **Catálogo da diversidade de feijão-comum do estado do Rio de Janeiro**. 1ª ed. Campo dos Goytacazes: EdUENF, 2020. 124 p. Disponível em: https://recursosgeneticos.org/Recursos/Arquivos/Catalogo_Diversidade_Feijoes_RJ.pdf. Acesso em: 07 ago. 2025.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretária De Estado De Agricultura, Pecuária E Abastecimento (). **Agricultura familiar em pauta**. 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/agricultura/artigo-agricultura-familiar-em-pauta/>. Acesso em: 12 fev. 2025.



Ministério da
Agricultura e Pecuária