

Teresina, PI / Março, 2025



Desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi no Cerrado do estado de Goiás, Brasil

Marco Antonio Acevedo-Barona⁽¹⁾, José Ângelo Nogueira de Menezes Júnior⁽²⁾, Bruna Cabral⁽³⁾, Vilmar da Silva Junior⁽³⁾, Adão Cabral das Neves⁽⁴⁾, Maurisrael de Moura Rocha⁽⁵⁾, Kaesel Jackson Damasceno Silva⁽⁵⁾, Marco Antonio de Sousa⁽³⁾ e Ivanildo do Nascimento-Júnior⁽⁶⁾

⁽¹⁾Pesquisador/bolsista EMATER – FAPEG, Goiânia, GO. ⁽²⁾Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ⁽³⁾Apoio Técnico, bolsista Emater – Fapeg, Goiânia, GO. ⁽⁴⁾Analista, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. ⁽⁵⁾Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. ⁽⁶⁾Pesquisador/bolsista do Convênio EMATER – FAPEG, Porangatu, GO.

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
64008-480 Teresina, PI
www.embrapa.br/meio-norte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Braz Henrique Nunes Rodrigues
Secretária-executiva
Edna Maria Sousa Lima
Membros
Lígia Maria Rolim Bandeira,
Orlane da Silva Maia, Maria
Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson
Damasceno Silva, Ana Lúcia
Horta Barreto, José Oscar
Lustosa de Oliveira Júnior,
Marcos Emanuel da Costa
Veloso, Flávio Favaro Blanco,
Francisco de Brito Melo, Izabella
Cabral Hassum, Tânia Maria Leal,
Francisco das Chagas Monteiro e
José Alves da Silva Câmara

Edição executiva

Lígia Maria Rolim Bandeira
Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva
Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)
Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Jorimá Marques Ferreira
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma leguminosa de elevado valor nutricional e uma importante fonte de proteínas, fibras e minerais, além de apresentar alta eficiência na fixação biológica de nitrogênio e considerável tolerância ao estresse hídrico. Este estudo teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, assim como o desempenho agrônomo de 12 cultivares de feijão-caupi em diferentes ambientes do estado de Goiás. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Rio Verde, de Araçu e de Porangatu, utilizando-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados com quatro repetições. A variável resposta foi a produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Foram realizadas as análises de variância (individuais e conjunta), seguidas pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott. A adaptabilidade e a estabilidade de produção foram avaliadas pelos métodos de Lin e Binns (original e modificado). Complementarmente, foi realizada uma análise multivariada de componentes principais, integrando variáveis climáticas, edáficas e produtividade de grãos. Os resultados indicaram interação genótipos x ambientes significativa ($p < 0,05$), evidenciando a resposta diferenciada das cultivares em função das condições ambientais, o que reforça a necessidade de validação de cultivares em múltiplos ambientes representativos. As cultivares BRS Pajeú e BRS Guariba apresentaram ampla adaptabilidade e alta estabilidade geral de produção. A BRS Pajeú destacou-se em ambientes favoráveis, enquanto as BRS Paraguaçu e BRS Itaim mostraram melhor desempenho em ambientes desfavoráveis. Já as cultivares BRS Aracê e BRS Tumucumaque se destacaram como opções biofortificadas e adequadas à colheita manual, atendendo diferentes demandas comerciais (grãos verdes e brancos lisos), respectivamente. Todas as cultivares avaliadas apresentaram potencial produtivo e são aptas para cultivo no Cerrado goiano.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, produtividade de grãos secos, adaptabilidade e estabilidade, pulses.

Productive performance of cowpea cultivars in the Cerrado of Goiás state, Brazil

Abstract – Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] is a legume of high nutritional value, serving as an important source of protein, fiber, and minerals. It also demonstrates high efficiency in biological nitrogen fixation and considerable tolerance to water stress. This study aimed to assess the phenotypic adaptability and stability, as well as the agronomic performance, of 12 cowpea cultivars across different environments in the state of Goiás, Brazil. The experiments were conducted in the municipalities of Rio Verde, Araçu, and Porangatu, using a randomized complete block design with four replications. The response variable was grain yield (kg ha^{-1}). Individual and combined analyses of variance were performed, followed by the Scott and Knott cluster-of-mean test. Adaptability and stability of production were evaluated using the methods proposed by Lin and Binns (original and modified). Additionally, a multivariate analysis of principal components was conducted, integrating climatic, edaphic, and grain yield variables. The results indicated a significant genotype-by-environment interaction ($p < 0.05$), highlighting the differential response of cultivars under varying environmental conditions, thus emphasizing the necessity for cultivar validation in multiple representative environments. The cultivars BRS Pajeú and BRS Guariba demonstrated broad adaptability and high overall production stability. BRS Pajeú excelled in favorable environments, while BRS Paraguaçu and BRS Itaim exhibited superior performance under unfavorable conditions. Furthermore, BRS Aracê and BRS Tumucumaque emerged as promising biofortified options suitable for manual harvesting, catering to different commercial demands (green and smooth white grains, respectively). All evaluated cultivars displayed high yield potential and are recommended for cultivation in the Cerrado region of Goiás.

Index terms: *Vigna unguiculata*, dry grain yield, adaptability and stability, pulses.

Introdução

Nas diferentes regiões do Brasil, o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] tem diversas denominações; é conhecido como feijão-de-corda, feijão macassar, feijão miúdo, feijão fradinho, entre outros

(Freire Filho, 2011). É uma cultura de grande importância socioeconômica, que gera empregos e renda em todos os segmentos da cadeia produtiva. Também é importante fonte de proteína, carboidratos e minerais, especialmente ferro e zinco (Oliveira et al., 2017; Martins et al., 2023). Esses fatores beneficiam diretamente a população, principalmente a de baixa renda, sobretudo nas regiões Nordeste e Norte, onde o cultivo é tradicional e obtida a maior parte da produção nacional, com grande participação de pequenos agricultores (Freire Filho, 2011).

A produção de feijão no Brasil, safra 2023/2024, foi estimada em 3,259 milhões de toneladas, produzidas em uma área de 2,857 milhões de hectares, considerando-se as três safras cultivadas no ano agrícola. Desse total, 696,2 mil toneladas (21,4%) correspondem ao feijão-caupi, cultivado em uma área de 1,274 milhões de hectares, cuja produtividade média é de 547 kg ha^{-1} . O estado com a maior produção foi a Bahia com 156,7 mil toneladas, seguido pelos estados do Ceará (120,4 mil toneladas), do Mato Grosso (101,6 mil toneladas), do Piauí (83,6 mil toneladas) e do Tocantins (76,4 mil toneladas). No estado de Goiás, foram produzidas 8,4 mil toneladas, com produtividade média de 1.200 kg ha^{-1} na safra 2023/2024, superior ao dobro da média nacional. Destacam-se com 83% da produção nacional as regiões Norte e Nordeste do País (Acompanhamento [...], 2024).

Apesar de ser considerada uma cultura tropical com ampla adaptação, especialmente aos ambientes com déficit hídrico, a produtividade média no Brasil é baixa, tendo em vista o potencial produtivo das cultivares desenvolvidas pelo melhoramento genético e disponíveis no mercado nacional (Rocha et al., 2017). A baixa média produtividade se deve, em parte, ao baixo aporte tecnológico da maioria dos produtores nas regiões Norte e Nordeste, associado ao uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo (Teixeira et al., 2010; Freire Filho, 2011).

Na região Centro-Oeste do Brasil, foram cultivados 98,4 mil hectares de feijão-caupi durante a safra 2023/2024, com expansão de 28% em relação à safra 2022/2023, especialmente no estado de Mato Grosso (Menezes Júnior et al., 2019; Acompanhamento [...], 2024). A produção de feijão-caupi na região Centro-Oeste na mesma safra foi de 110 mil toneladas, 26,3% superior à safra anterior. Essa produção atende à demanda interna, principalmente das regiões Nordeste e Norte, e ao mercado de

exportação. Nessa região, é praticado o cultivo em grande escala, na maioria das situações, por médios e grandes produtores, com uso de alta tecnologia e obtenção de produtividades superiores à média nacional. O cultivo totalmente mecanizado nessas áreas se deve, principalmente, ao melhoramento genético da cultura, que tem desenvolvido cultivares modernas de portes ereto e semiereto (Freire Filho, 2011; Menezes Júnior et al., 2019).

Além da possibilidade de mecanização da cultura, o feijão-caupi tem-se estabelecido em Mato Grosso devido a outras características importantes, como o ciclo curto e a boa tolerância ao estresse hídrico. Essas características permitem a semeadura após o término do período ideal para semear milho, com menores riscos de perdas da produção. Nesse caso, além do aproveitamento de áreas marginais da propriedade, os produtores têm alguns dias a mais para semear o feijão-caupi naquelas áreas, onde não foi possível a semeadura do milho (Menezes Júnior et al., 2019).

Com clima favorável e extensas áreas de cerrado na região Centro-Oeste do Brasil, o estado de Goiás apresenta áreas potenciais para o cultivo de feijão-caupi. Nesse sentido, a escolha correta da cultivar é muito importante para a obtenção de alta produtividade com grãos de boa qualidade comercial e, conseqüentemente, maior lucratividade. Contudo, não há cultivares de feijão-caupi registradas para cultivo em Goiás. Assim, a Agência de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária de Goiás (Emater), em parceria com Embrapa Meio-Norte, vem desenvolvendo atividades de validação de cultivares já recomendadas em outros estados para cultivo no estado de Goiás. A extensão de uso das cultivares é muito importante, além de proporcionar maior segurança aos produtores para decidir qual cultivar utilizar, e permite a inclusão no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e

a possibilidade de financiamento de safra (Vendrusculo et al., 2019).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de produção e o desempenho agrônomo de cultivares de feijão-caupi no Cerrado do estado de Goiás, Brasil. Esta pesquisa está alinhada ao ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável; Metas 2.2 e 2.3 – Garantir alimento seguro e em quantidade suficiente, a partir de sistemas sustentáveis de produção.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais Santa Vitória e Porangatu nos municípios Araçu e Porangatu, respectivamente, da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária – Emater, e no campo experimental do Instituto Federal Goiano (IFG), no município de Rio Verde. Os ambientes localizam-se nas mesorregiões Centro, Norte e Sul de Goiás e pertencem às microrregiões de Anápolis, de Porangatu e do sudoeste de Goiás, respectivamente. As principais características climáticas das estações experimentais são apresentadas na Tabela 1. Os três ambientes são caracterizados por apresentarem duas estações bem definidas, uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril).

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 Porangatu e em Rio Verde, os experimentos foram semeados nos dias 5 de março e 14 de abril, respectivamente, na safrinha de 2020. O experimento de Araçu foi semeado no dia 21 de maio de 2020, época de inverno, com irrigação por aspersão. Foi aplicada uma lâmina de água de 4,54 mm por 30 minutos, três vezes por semana, de forma a manter o solo com 65 a 70% da capacidade de campo.

Tabela 1. Características climáticas dos ambientes de avaliação de 12 cultivares de feijão-caupi no Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Município	Localização		Altitude média (m)	T (°C) máxima	T (°C) mínima	Precipitação (mm)*
	S	W				
Rio Verde	17° 48'	50° 54'	737	29,8	21,5	56,30
Araçu	16° 16'	49° 44'	716	31,0	18,3	108,96
Porangatu	13° 18'	49° 07'	390	35,2	25,5	308,70

*Precipitação média durante o ciclo de cultivo.

Tabela 2. Características físico-químicas de solos dos experimentos de avaliação de 12 cultivares de feijão-caupi no Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Ambiente	Característica física			pH (CaCl ₂)	MO %	mg/dm ³		cmolc/dm ³			V %
	Areia	Silte	Argila			P	K	Ca	Mg	H+Al	
Rio Verde	36	17	46	5,9	3,2	15	246	4,1	1,2	5,2	54,2
Araçu	47	14	39	5,2	2,7	47	230	4,6	1,0	3,5	64,0
Porangatu	32	20	48	4,7	1,6	11	166	1,2	0,4	2,4	46,0

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos completos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A área útil foi composta pelas duas linhas centrais da parcela (5 m²). Foi utilizada a densidade de dez sementes por metro, visando ao estande final de oito plantas por metro. A adubação de base aplicada no sulco de semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 5-25-15 (NPK). Na adubação de cobertura aos 25 dias após a emergência, foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e recomendações técnicas da cultura (Freire Filho, 2011).

As cultivares avaliadas foram provenientes do programa de melhoramento genético de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte. Algumas características das cultivares avaliadas são apresentadas na Tabela 3.

A produtividade de grãos, em quilograma por hectare (kg ha⁻¹), foi avaliada na área útil de cada parcela, tendo como covariável o número de plantas no estande final. A umidade foi corrigida para 13%. Os dados foram submetidos às análises de variância individual e conjunta, com aplicação do teste F. As médias das cultivares foram agrupadas utilizando-se o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

A adaptabilidade e estabilidade de produção das cultivares foram avaliadas utilizando-se a metodologia proposta por Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998). Os índices (Pi) foram estimados para avaliar a adaptabilidade e estabilidade geral das cultivares e, posteriormente, foram decompostos para obter as estimativas de adaptabilidade e estabilidade a ambientes favoráveis (P_{if}) e a ambientes desfavoráveis (P_{id}). A classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis foi baseada nos índices ambientais (I_A), estimados pela diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral, de acordo com Eberhart e Russell (1966).

Tabela 3. Características das cultivares de feijão-caupi avaliadas no Cerrado goiano, Goiás 2020.

Cultivar	Subclasse comercial	Hábito de crescimento	Porte da planta
BRS Guariba	Branco liso	Indeterminado	Semiereto
BRS Tumucumaque	Branco liso	Indeterminado	Semiereto
BRS Xiquexique	Branco liso	Indeterminado	Semiereto
BRS Rouxinol	Sempre-verde	Indeterminado	Semiereto
BRS Paraguaçu	Branco liso	Indeterminado	Semiprostrado
BRS Potengi	Branco liso	Indeterminado	Semiereto
BRS Novaera	Branco rugoso	Indeterminado	Semiereto
BRS Imponente	Branco rugoso	Indeterminado	Ereto
BRS Itaim	Fradinho	Determinado	Ereto
BRS Marataoã	Mulato	Indeterminado	Semiprostrado
BRS Pajeú	Mulato	Indeterminado	Semiprostrado
BRS Aracê	Verde	Indeterminado	Semiprostrado

Realizou-se a análise de componentes principais (ACP), em que foram utilizadas como variáveis as características físico-químicas dos solos dos experimentos (Tabela 2). O desempenho médio das cultivares em cada ambiente e a produtividade média geral de grãos foram previamente padronizados. Os componentes principais (CP1 e CP2) foram plotados em gráfico biplot, de acordo com Balzarini et al. (2008). As análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional Infostat (Di Rienzo et al., 2020).

Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa entre as médias de produtividade de grãos das cultivares ($p < 0,01$) nas análises por ambientes (Tabela 4), evidenciando que há a variação entre as médias das cultivares e a possibilidade de seleção.

Os coeficientes de variação (CV%) oscilaram entre 9,26 e 26,18%, indicando a influência de fatores não controláveis sobre a produtividade de grãos. Estimativas de coeficientes de variação em experimentos com a cultura do feijão-caupi na região Centro-Oeste do Brasil tem variado de 13,04 a 33,18% (Santos et al., 2014; Torres et al., 2015; Delmondes et al., 2017; Alves et al., 2020).

Observou-se efeito significativo de ambientes ($p < 0,05$), cultivares ($p < 0,01$) e interação cultivares x ambientes ($p < 0,01$) (Tabela 5). A significância de ambientes é indicativa da heterogeneidade nas condições ambientais presentes no estado de Goiás, efeito que contribuiu com 30% da variação total. A variação genética entre as cultivares foi de 18% da variação total, enquanto a interação cultivares x ambientes resultou em mais de 50% da variação total, indicando resposta diferenciada das cultivares nos diferentes ambientes, que poderia facilitar a seleção de cultivares por ambientes e a necessidade de avaliação da adaptabilidade e

estabilidade das cultivares às condições ambientais do estado de Goiás.

A análise das médias de produtividade das 12 cultivares, considerando-se os três ambientes e a média geral, é apresentada na Tabela 6.

Em Araçu, onde a semeadura foi realizada na época de inverno, com irrigação suplementar, foi observada a maior produtividade média das cultivares (800 kg ha⁻¹). Esse local apresentou condições edafoclimáticas distintas dos demais locais (solo de boa fertilidade, sem estresse hídrico e temperaturas mais amenas). Essas condições, de modo geral, favoreceram a ocorrência de oídio (*Erysiphe polygoni*), embora não tenha sido necessário o controle químico. Em geral, nesse ambiente, foi observado o alongamento do ciclo das cultivares, permitindo até duas colheitas. As cultivares com melhores desempenhos foram: BRS Imponente, BRS Potengi, BRS Guariba, BRS Novaera, BRS Pajeú e BRS Marataoã. As cultivares BRS Itaim, BRS Xiquexique e BRS Paraguaçu apresentaram maturação mais uniforme e só permitiram uma colheita, contudo apresentaram as menores médias (Tabela 6).

Em Rio Verde, a semeadura foi realizada no final da entressafra e, em consequência, teve baixa precipitação durante o ciclo da cultura (53 mm). Apesar da limitação hídrica, todas as cultivares completaram o ciclo. Importante ressaltar que 83% das cultivares apresentaram produtividade média acima da média nacional na safra 2023/2024 (547 kg ha⁻¹), evidenciando o potencial produtivo das cultivares, assim como sua boa tolerância ao estresse hídrico. Nesse ambiente, observou-se ataque de oídio (*Erysiphe polygoni*) e foi feita uma aplicação de fungicida. A análise das médias permitiu a formação de quatro grupos distintos de cultivares. A cultivar BRS Paraguaçu, com 897 kg ha⁻¹ apresentou a maior média de produtividade de grãos, enquanto os genótipos menos produtivos foram BRS Imponente e BRS Novaera.

Tabela 4. Análises de variância por ambientes da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 12 cultivares de feijão-caupi no Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Porangatu	Rio Verde	Araçu
Bloco	3	125.548,89**	13.665,20*	124.832,08*
Cultivar	11	256.485,70**	60.321,68**	171.436,84**
Estande	1	994,43**	14.770,56**	433.739,20**
Erro	32	7.273,49	14.824,31	28.737,26
CV (%)		14,02	9,26	26,18

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de 12 cultivares de feijão-caupi em três ambientes do Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	Contribuição %
Blocos/ambientes	9	75.654,20**	
Ambientes	2	144.566,09*	30
Cultivares	11	120.832,35**	18
Cultivares x ambientes	22	177.335,15**	52
Estande	1	251.607,29**	
Erro médio	98	16.824,31	
Média	629		
CV (%)	19,35		

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 6. Média de rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de 12 cultivares de feijão-caupi avaliadas em três localidades do Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Cultivar	Ambiente			
	Porangatu	Rio Verde	Araçu	Média geral
BRS Guariba	711 b	577 c	856 a	712 a
BRS Tumucumaque	595 c	637 c	578 b	596 c
BRS Xiquexique	368 d	579 c	404 b	447 d
BRS Rouxinol	629 c	654 c	603 b	636 b
BRS Paraguaçu	844 b	897 a	372 b	706 a
BRS Potengi	431 d	641 c	821 a	627 b
BRS Novaera	619 c	494 d	1.074 a	729 a
BRS Imponente	505 c	437 d	679 a	521 d
BRS Itaim	1.142 a	573 c	366 b	700 a
BRS Marataoã	259 d	767 b	711 a	590 c
BRS Pajeú	854 b	594 c	811 a	775 a
BRS Aracê	341 d	731 b	498 b	511 d
Média	509 B	578 B	800 A	629
CV (%)	14,02	9,26	26,18	19,35

Grupo de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

Porangatu, ambiente localizado ao norte do estado de Goiás, é caracterizado pela baixa fertilidade do solo e altas temperaturas. Contudo, em 2020, observou-se uma precipitação pluviométrica de 308,70 mm, distribuída durante o ciclo da cultura, condição que favoreceu o bom desenvolvimento de 67% das cultivares de feijão-caupi, com destaque para a cultivar BRS Itaim, com produtividade média acima de 1.000 kg ha^{-1} . As cultivares BRS Pajeú, BRS Paraguaçu e BRS Guariba formaram o segundo grupo, com produtividades médias acima de 700 kg ha^{-1} . O grupo com menor desempenho esteve

formado por quatro genótipos com produtividade média de 350 kg ha^{-1} .

Na média geral dos ambientes, as cultivares mais produtivas foram BRS Guariba e BRS Paraguaçu, da subclasse comercial branco liso; BRS Novaera, da subclasse comercial branco rugoso; BRS Itaim, da subclasse comercial fradinho; e BRS Pajeú, da subclasse comercial mulato. Esse grupo tem representantes de quase todas as subclasses comerciais avaliadas, exceto da subclasse verde. Portanto, foram identificadas cultivares de diferentes subclasses comerciais para atender aos diferentes

perfis de produção e de consumo de feijão-caupi no estado de Goiás.

A cultivar BRS Aracê tem grãos da subclasse comercial verde e porte semiprostrado, mais apropriada para pequenos agricultores do estado de Goiás, que fazem a colheita manual. Outra cultivar que atende tanto grandes quanto pequenos produtores é a BRS Tumucumaque, da subclasse branco liso. Apesar de não terem sido agrupadas entre as mais produtivas, ambas apresentaram produtividade média superior de 500 kg ha⁻¹ (Tabela 6), além de apresentarem altos teores de ferro e de zinco (Feijão-caupi [...], 2010), consideradas, portanto, como cultivares biofortificadas. A BRS Tumucumaque tem recomendação com ampla adaptabilidade e é a mais cultivada no Brasil (Rocha et al., 2017).

A média geral das 12 cultivares, considerando-se os três ambientes, foi de 629 kg ha⁻¹ (Tabela 6), produtividade superior em 13% em relação à média nacional (547 kg ha⁻¹). Os resultados indicam que esse grupo de cultivares, em média, possui potencial e deve ser recomendado para o cultivo no estado de Goiás. É necessário haver ajustes fitotécnicos e estudos complementares de manejo da cultura e definição de época de semeadura. Como referência, produtividades médias acima de 1.000 kg ha⁻¹ são obtidas com essas cultivares em condições semelhantes no estado de Mato Grosso (Delmondes et al., 2017; Alves et al., 2020) e no Distrito Federal (Acompanhamento [...], 2024).

Dada a diversidade ambiental em Goiás e a interação cultivares x ambientes significativa (Tabela

5), a análise de adaptabilidade e estabilidade de produção é fundamental para a seleção e recomendação de cultivares no Cerrado goiano. O índice ambiental (IA), conforme Carneiro (1998), classificou Araçu como ambiente favorável (IA = 171), enquanto Rio Verde (IA = -51) e Porangatu (IA = -120) foram considerados desfavoráveis.

Os índices de superioridade geral (Pi) indicaram que as cultivares BRS Pajeú, BRS Novaera e BRS Guariba apresentaram boa adaptabilidade e estabilidade no Cerrado goiano, associadas a altas médias de produtividade (Tabela 7). Os valores de Pi foram fortemente correlacionados (-0,92**) com as médias de produtividade, indicando que cultivares com menores índices (Pi) tiveram maior produtividade.

Segundo a metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998), a cultivar BRS Pajeú se destacou quanto a ambientes favoráveis, enquanto a BRS Paraguaçu e a BRS Itaim se adaptaram melhor a ambientes desfavoráveis. Em geral, as cultivares apresentaram inconsistências no desempenho produtivo, atribuídas à interação genótipos x ambientes, detectada na análise de variância. Essas inconsistências foram confirmadas pela análise de componentes principais (ACP) (Figura 1), que considerou variáveis físicas e químicas do solo, correlacionadas significativamente, junto com a produtividade de grãos, distribuída em um biplot formado pelos dois primeiros componentes principais, que explicaram 91% da variação total.

Tabela 7. Índices de adaptabilidade e estabilidade geral (P_i) para ambientes favoráveis (P_{if}) e desfavoráveis (P_{id}) de 12 cultivares de feijão-caupi avaliadas em três ambientes do Cerrado goiano, Goiás, 2020.

Cultivar	Média geral	$P_i/10^5$	$P_{if}/10^5$	$P_{id}/10^5$
BRS Guariba	712 a	0,56	2,13	0,72
BRS Tumucumaque	596 c	1,02	3,33	0,92
BRS Xiquexique	447 d	1,92	5,96	1,75
BRS Rouxinol	636 b	0,91	2,98	0,81
BRS Paraguaçu	706 a	0,97	2,89	0,22
BRS Potengi	627 b	1,06	3,32	1,43
BRS Novaera	729 a	0,73	2,72	1,09
BRS Imponente	521 d	1,29	4,43	1,54
BRS Itaim	700 a	1,01	3,78	0,26
BRS Marataoã	590 c	1,55	4,45	1,99
BRS Pajeú	775 a	0,41	1,74	0,44
BRS Aracê	511 d	1,67	4,94	1,67

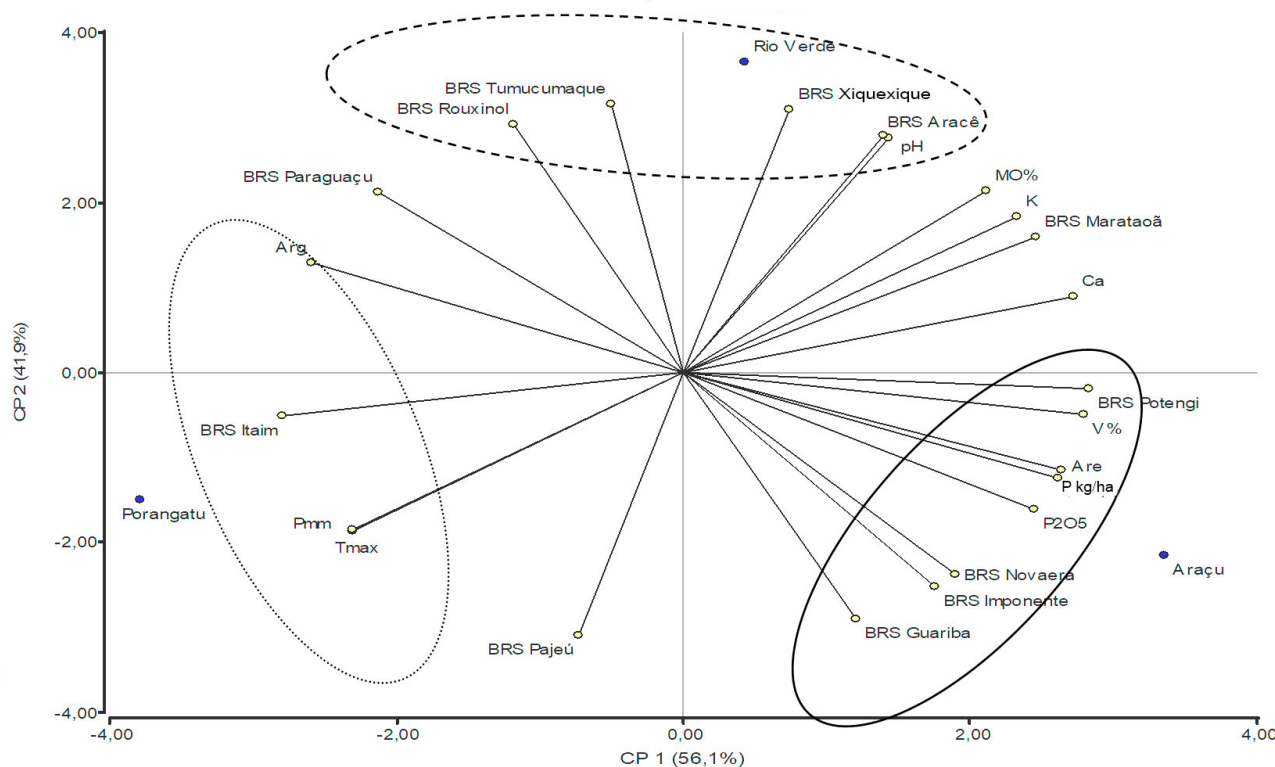


Figura 1. Biplot dos componentes principais CP1 e CP2 de 12 cultivares de feijão-caupi no Cerrado goiano, Goiás, 2020.

O CP1 discriminou os ambientes e os genótipos pelas características físicas e químicas do solo. Observou-se que o ambiente de Araçu apresentou melhores condições de solo para desenvolvimento das cultivares de feijão-caupi, associando maior saturação por bases (V%), maior conteúdo de P_2O_5 e maior porcentagem de areia. Essas características de solo favoreceram a adaptabilidade geral das cultivares BRS Potengi, BRS Novaera, BRS Imponente e BRS Guariba.

Já o município de Porangatu apresentou ambiente com maior conteúdo de argila, altas temperaturas médias e alta precipitação. Nessas condições, as cultivares que tiveram melhor adaptação foram a BRS Itaim e a BRS Pajeú. No entanto Rio Verde apresentou produtividades médias intermediárias entre Araçu e Porangatu. Caracterizou-se por apresentar temperaturas médias amenas, baixa precipitação e solo com alto conteúdo de matéria orgânica, favorecendo os genótipos BRS Rouxinol, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique e BRS Aracê.

Conclusões

1. As cultivares BRS Guariba, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique, BRS Rouxinol, BRS Paraguaçu, BRS Potengi, BRS Novaera, BRS Imponente, BRS Itaim, BRS Marataoã, BRS Pajeú e BRS Aracê apresentam alta produtividade e são aptas para cultivo no Cerrado do estado de Goiás.
2. As cultivares BRS Pajeú e BRS Guariba associam alta produtividade e adaptabilidade e estabilidade geral de produção no Cerrado do estado de Goiás.
3. A cultivar BRS Pajeú apresenta adaptabilidade e estabilidade de produção em ambientes favoráveis e as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Itaim em ambientes desfavoráveis.
4. As cultivares BRS Aracê e BRS Tumucumaque são adaptadas para agricultores do Cerrado goiano que praticam colheita manual, como opção de cultivares biofortificadas e grãos das subclasses comerciais verde e branco liso, respectivamente.

Agradecimentos

À Embrapa Meio-Norte (Projeto SEG: 20.18.01.022.00.08.008 e 20.22.01.011.00.05.005) e ao convênio Emater – Fapeg (Processo nº: 201710267001082) pelo apoio financeiro.

Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2022/23; 2023/24: décimo primeiro levantamento, v. 11 n. 11, p. 1-148, ago. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/progresso-de-safra>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- ALVES, S. M.; MENEZES JÚNIOR, J. A.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; OLIBONE, D. Adaptability, stability, and agronomic performance of cowpea lines in Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 3, p.1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i3a7896>.
- BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J. A.; ROBLEDO, C. W. **Manual del usuario Infostat**. Córdoba: Editorial Brujas, 2008. 336 p.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 155 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DELMONDES, B. de L.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de; SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. de M.; NEVES, A. C. das; PEREIRA, C. S. Identifying lines of the black-eyed cowpea having high productivity and quality commercial grain. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5 (Especial), p. 848-855, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170100>.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M. R. C. W.; ROBLEDO, C. W. **InfoStat versión 2020**. Córdoba: Centro de Transferencia InfoStat: FCA: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2020. Disponível em: URL <http://www.infostat.com.ar>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop science**, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- FEIJÃO-caupi: cultivares ricas em ferro e zinco. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. 1 folder.
- FREIRE FILHO, F. R. (ed.). **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A. Superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, n. 1, p. 193-198, Jan. 1988. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>.
- MARTINS, M. do P. S. C.; LOPES, A. F. de S.; JEAN, A.; SILVA, K. J. D.; MARTINS, M. do C. de C. e; ROCHA, M. de M. Characterization of cowpea cultivars for grain size, color, and biofortification. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 1, p. 207-214, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n122rc>.
- MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de; SILVA, K. J. D. e; ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R. A cultura do feijão-caupi em Mato Grosso. In: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ITUASSU, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDA, F. S.; FERNANDES JUNIOR, F.; FARIA, G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A. (ed.). **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. pt. 8, cap. 15, p. 628-634.
- OLIVEIRA, D. S. V. de; FRANCO, L. J. D.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de; SILVA, K. J. D. e; ROCHA, M. de M.; NEVES, A. C. das; SOUSA, F. M. de. Adaptability and stability of the zinc density in cowpea genotypes through GGE-Biplot method. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5 (Especial), p. 783-791, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170091>.
- ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D. e; MENEZES JUNIOR, J. A. de. Cultivares. In: DOVALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. p. 113-142.
- SANTOS, J. A. da S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. de. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 377-382, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0250>.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sep. 1974. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529204>.
- TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C. da; OLIVEIRA, J. P. R. de; SILVA, A. G. da; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 300-307, abr./jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000200019>.
- TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E.; CECCON, G.; CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 255-260, Jul./Sep. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0099>.
- VENDRUSCULO, L. G.; ZOLIN, C. A.; LULU, J.; TORRES, R. C.; FURTINI, I. V.; MENEZES JUNIOR, J. A. de. Validação dos resultados do zoneamento agrícola de risco climático no Estado de Mato Grosso. In: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ITUASSU, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDA, F. S.; FERNANDES JUNIOR, F.; FARIA, G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A. (ed.). **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. pt. 3, cap. 5, p. 136-142.