

Desempenho agrônômico e diversidade genética de linhagens de feijão-caupi nas condições do Recôncavo da Bahia

Zalmar Santana Gonçalves^{a*} , Lucas Kennedy Silva Lima^a 

^a Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasil

* Autor correspondente (zalmarufb@hotmail.com)

INFO

Keywords

agronomic characterization
Vigna unguiculata L.
walp
production
genetic variability

ABSTRACT

Agronomic performance and genetic diversity of cowpea lines under conditions of Recôncavo da Bahia. Cowpea is among the main subsistence crops for small farmers in the North and Northeast of Brazil. However, its productivity is low compared to other regions of the country, and may be associated with the use of non-adapted cultivars. Thus, the objective was to identify the most productive cowpea lines and adapted to the conditions of the Recôncavo da Bahia. The experiment was carried out in Cruz das Almas-BA, located in Recôncavo da Bahia, consisting of 16 lines and four cultivars of cowpea totaling 20 treatments that were distributed in a randomized block design and four replications. At the moment when all the varieties in the plot were dry, the harvest was carried out and then the evaluation of the agronomic characteristics was carried out. average length of the pods; weight of five pods; grain weight in five varieties, number of grains in five pods and average number of grains per pod. The data were subjected to analysis of variance and their means were grouped by the Scott-Knott test, in order to complement the information and demonstrate the genetic variability between strains. Multivariate analysis was performed. There were differences between the strains for the five characteristics evaluated and from the analysis of main components and cluster analysis and heatmap, the formation of four groups was observed, with emphasis on the strains MNC03-737F-5-9 and MNC03-736F-7, which exhibited agronomic potential in relation to the other lines and cultivars evaluated, and are therefore recommended for the production of cowpea under the conditions of the Recôncavo the Bahia.

RESUMO

Palavras-chaves

caracterização agrônômica
Vigna unguiculata L.
walp
produção
variabilidade genética

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] está entre as principais culturas de subsistência para pequenos agricultores do Norte e Nordeste do Brasil. Contudo, sua produtividade é baixa em comparação a outras regiões do país, podendo estar associada à utilização de cultivares não adaptadas. Assim, objetivou-se identificar as linhagens de feijão-caupi mais produtivas e adaptadas às condições do Recôncavo da Bahia. O experimento foi conduzido em Cruz das Almas-BA, localizada no Recôncavo da Bahia, sendo constituídas por 16 linhagens e quatro cultivares de feijão-caupi, totalizando 20 tratamentos que foram distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados e quatro repetições. No momento em que todas as vargens da parcela se encontravam secas foi realizada a colheita e em seguida foi realizada a avaliação das características agrônômicas, comprimento médio das vagens; massa de cinco vagens; massa dos grãos em cinco vargens, número de grãos em cinco vagens e número médio de grãos por vagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott, visando complementar as informações e demonstrar a variabilidade genética entre as linhagens foi realizada análise multivariada. Houve diferenças entre as linhagens para as cinco características avaliadas e a partir da análise de componentes principais e análise de agrupamento e heatmap foi observada a formação de quatro grupos com destaque para as linhagens MNC03-737F-5-9 e MNC03-736F-7, que exibiram potencial agrônômico em relação às demais linhas e cultivares avaliadas, sendo, portanto, recomendadas para produção de feijão-caupi nas condições do Recôncavo da Bahia.

Received 08 April 2021; Received in revised from 30 April 2021; Accepted 03 August 2021



INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial, a disponibilidade de alimentos para atender às necessidades nutricionais tem se tornado cada vez mais escassa, sobretudo nos países subdesenvolvidos com baixa renda *per capita*. A tendência de agravamento desse problema é eminente diante das mudanças climáticas que estão alterando os processos produtivos em todo o mundo, demandando novas tecnologias para contornar os efeitos deletérios do aquecimento global (Agovino et al., 2019; Bocchiola et al., 2019). Assim, estudos direcionados para a seleção de variedades adaptadas às condições ambientais desfavoráveis e que promova manutenção da produtividade das culturas são imprescindíveis. Além disso, atenção maior deve ser dada aos cereais proteicos, que correspondem entre 10 a 20% da proteína consumida pelos países mais pobres do mundo (Akibode e Maredia, 2012).

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pertencente à família Fabaceae, utilizado na alimentação humana e animal em diversos países da América Latina, e Continentes Africano e Asiático, servindo principalmente como fonte de proteínas (23-25%) e carboidratos entre 50-67% (Devi et al., 2015). No Brasil, a cultura é explorada em todas as regiões, mas os principais estados produtores na safra 2019/2020 foram Mato Grosso, Ceará, Bahia e Piauí, com produção de 150,6, 144,9, 109,6 e 85,7 mil t ha⁻¹, respectivamente, correspondendo a quase 70% da produção nacional. No Nordeste o feijão-caupi é explorado principalmente pelos pequenos agricultores do Semiárido devido à sua adaptação às condições edafoclimáticas da região em relação às outras espécies da família Fabaceae e por ser utilizada em diversos pratos típicos (Araújo et al., 2019; Dantas et al., 2019; Silva et al., 2019). Contudo, o feijão-caupi apresenta baixa produtividade nesta região (470 kg ha⁻¹) principalmente quando comparado a produtividade média da parte Centro-Oeste do Brasil que é de 1.200 t ha⁻¹/ano (Barros et al., 2013; CONAB, 2021), o que em parte, está associada à utilização de cultivares não recomendadas para essa região (Barros et al., 2013; Araújo et al., 2019). Desse modo, a utilização de material genético não adaptado pode levar ao baixo rendimento da cultura, impactando diretamente na rentabilidade financeira da atividade agrícola, comprometendo o investimento em insumos e a estabilidade de toda a cadeia produtiva.

Diversas pesquisas foram conduzidas com a finalidade de selecionar linhagens e/ou cultivares de feijão-caupi adaptadas as condições do Semiárido brasileiro (Freire Filho et al., 2007; Santos e Lima, 2015; Araújo et al., 2019), sendo

reportada ampla variação no vigor e produção dos genótipos em função do local e do manejo utilizado na condução da cultura. Contudo, os estudos voltados para as condições do Recôncavo da Bahia, Brasil são escassos, sendo necessária a seleção de genótipos adaptados a esta região, com a finalidade de subsidiar os programas de melhoramento genético da variedade caupi ou para recomendação de cultivares mais adaptadas e altamente produtivas.

Neste sentido, objetivou-se identificar as linhagens de feijão-caupi mais produtivas, adaptadas e com possível aceitação comercial pelos agricultores e consumidores da região do Recôncavo baiano e que futuramente poderão ser incorporadas em ensaios de competição de variedades em outras regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento e preparo da área

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Campus Cruz das Almas-BA, situado a 12°40'19" de Latitude Sul, 39°06'22" de Longitude Oeste, e 220 m de altitude. O clima é tropical quente e úmido, Aw a Am, segundo a classificação de Koppen, com temperaturas médias anuais de 24,5 °C e umidade relativa em torno de 70%. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico profundo, considerado como do tipo Franco argilo-arenoso (com 84% de grau de dispersão de argila e caracterizados por solos de baixa fertilidade) de acordo com a caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Souza e Souza, 2001). Para as condições do Recôncavo da Bahia em que a concentração das chuvas acontece entre os meses de maio a julho, o plantio ocorreu no mês de junho e a colheita foi realizada 90 dias após a semeadura no período seco.

Quatro semanas antes do plantio foi realizada uma aração, seguida de duas gradagens e correção do solo com uso de calcário Dolomítico, de acordo com a análise de solo e a partir da Recomendação de Calagem e Adubação para o Cultivo do feijão (comunicado técnico, 2009). A adubação fosfatada (70 kg ha⁻¹) foi realizada no momento do plantio e duas adubações nitrogenadas (80 kg ha⁻¹) foram realizadas diretamente ao solo com 15 e 30 dias após a emergência das linhagens, assim como o fornecimento de cloreto de potássio (60 kg ha⁻¹), sem irrigação 'tipo sequeiro' seguindo as recomendações técnicas para a cultura (Pereira et al., 2015).

Material vegetal e condução experimental

Os tratamentos foram constituídos por 16 linhagens de feijão-caupi e 4 cultivares comerciais como controle, sem qualquer tipo de tratamento prévio oriundas do Banco Ativo de Germoplasma-BAG da Embrapa Meio-Norte, situada em Teresina-PI, Brasil (Tabela 1). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 20 tratamentos e quatro repetições de 40 plantas na parcela útil. As parcelas de 2 m x 5 m continham quatro fileiras de 5 m de comprimento, tendo como áreas úteis as duas

fileiras centrais. O espaçamento entre fileiras foi de 0,50 m e 0,25 m entre plantas, resultando em 20 plantas por linha.

A colheita foi realizada uma única vez, acontecendo quando todas as vagens da parcela estavam secas, não necessitando de uma segunda colheita. A secagem das vagens com os grãos foi realizada ao sol por 2 a 3 dias, reduzindo a umidade para 10-12%, todos os grãos foram separados das vagens através de abertura manual. A palhada foi separada dos grãos com utilização de uma peneira, e logo após isso, foram contadas, pesadas e realizadas todas as outras variáveis do trabalho.

Tabela 1 - Linhagens de feijão-caupi e seus respectivos parentais, avaliados quanto as suas principais características agrônomicas, em Cruz das Almas-Bahia, Brasil.

Código das Linhagens	Parentais / Procedência das linhagens	Subclasse comercial
MNC02-675F-4-9	TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2	Mulato
MNC02-675F-4-2	TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2	Mulato
MNC02-675F-9-2	TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2	Mulato
MNC02-675F-9-3	TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2	Mulato
MNC02-676F-3	TE97-309G-24 x EV x 91-2E-2	Mulato
MNC02-682F-2-6	TE96-282-226 x MNC00-519-7-1-1	Branco
MNC02-683F-1	BR9-LONGA x TE96-282-22G	Branco
MNC02-684F-5-6	TE96-282-22G x TE96-406-2E-28-2	Branco
MNC03-725F-3	MNC01-627D-65-1 x TE99-499-1F-2-1	Branco
MNC03-736F-7	(TE97-309G-24 X IT90N-284-2) x TE96-282-22G	Branco
MNC03-737F-5-1	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
MNC03-737F-5-4	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
MNC03-737F-5-9	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
MNC03-737F-5-10	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
MNC03-737F-5-11	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
MNC03-737F-11	TE96-282-22G x IT81D-1332	Branco
Código das Cultivares	Parentais / Procedência das Cultivares	Subclasse comercial
BRS-TUMUCUMAQUE	TE96-282-22G x IT87D-611-3	Branco
BRS-CAUAMÉ	TE93-210-13F x TE96-282-22G	Branco
BRS-ITAIM	MNC01-625E-10-1-2-5 x MNC99-544D-10-1-2-2	Branco
BRS-GUARIBA	IT85-2687 x TE87-98-8G	Branco

Variáveis e análise dos dados

Foram avaliadas cinco características agrônomicas, a citar: comprimento médio das vagens – COMPV (cm); massa de cinco vagens – M5V (g); massa dos grãos em cinco vagens – MG5V (g), onde os grãos foram uniformizados quanto a sua umidade que variou entre 10-12%, e pesados em balança Analítica Digital de Precisão; número de grãos em cinco vagens – NG5V e

número médio de grãos por vagem- NGV, contagem obtida da média de cinco vagens tiradas ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) quando significativo, as médias das 20 linhagens foram agrupadas pelo teste *Scott-Knott* com 5% de probabilidade.

Para complementar as análises de variância e teste de média, os dados agrônomicos foram submetidos à análise por agrupamento, por meio da medida de dissimilaridade utilizando a distância de

Gower como método de agrupamento *Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average* (UPGMA) juntamente com a análise de agrupamento foi gerado heatmap para as 20 linhagens em função dos cinco caracteres biométricos, visando indicar o melhor grupo e a relação das linhagens e cultivares com as variáveis.

Por fim, os dados foram submetidos à análise de componentes principais (PC) e os genótipos foram plotados em relação aos dois primeiros componentes (PC1 e PC2). O número de grupo foi definido com base na análise de Cluster visualizada no heatmap e dispersão dos genótipos nos dois primeiros componentes (PC1 e PC2). A correlação de Pearson também foi utilizada visando determinar a relação entre os caracteres biométricos e a significância entre os pares de correlação determinado pelo valor de (*P*), na mesma figura

também foram apresentados histogramas com a curva de distribuição normal para cada característica e gráficos de dispersão de pontos entre as variáveis. Todas as análises foram realizadas utilizando programa estatístico R versão (v.4.0.0) com os pacotes ‘Agricolae’, ‘ExpDes.pt’, ‘SuperHetmap’, ‘ggplot’ e ‘Performance Analytics’, (R Development Core Team, 2020)

RESULTADOS

Houve variação entre as linhagens de feijão-caupi cultivadas nas condições do Recôncavo da Bahia para as cinco variáveis analisadas, com variação de 1% ($p \leq 0,01$) para o comprimento médio das vagens (COMPV), massa de cinco vagens (M5V) e massa dos grãos de cinco vagens (MG5V) (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para comprimento médio das vagens (COMPV) massa de cinco vagens (M5V), massa dos grãos em cinco vagens (MG5V), número de grãos em cinco vagens (NG5V) e número médio de grãos das vagens (NGV) para 16 linhagens de feijão-caupi e quatro cultivares comerciais avaliadas nas condições do Recôncavo da Bahia, Brasil.

FV	GL	QM				
		COMPV (cm)	M5V (g)	MG5V (g)	NG5V	NGV
Bloco	3	4,45**	5,52 ^{ns}	2,13 ^{ns}	95,52*	9,59*
Linhagens	19	5,14**	15,93**	8,43**	51,5*	12,03*
Erro	59	1,55	4,76	3,28	77,00	7,89
C.V. (%)		7,33	16,64	7,38	17,35	9,91
Média geral		16,93	13,11	10,41	50,58	10,01

^{ns} não significativo, ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente pelo teste de F, (C.V. %) Coeficiente de Variação.

A variação entre as linhagens de feijão-caupi cultivadas nas condições do Recôncavo da Bahia evidenciam as diferenças genóticas, portanto, a possibilidade de ganhos genéticos de seleção, como reportado em outros trabalhos de mesma natureza (Locatelli et al., 2014; Santos et al., 2014; Sousa et al., 2015; Araújo et al., 2019) e a recomendação de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas deste estudo.

Para o coeficiente de variação, seus valores variaram entre 7,33% a 17,35% para comprimento médio das vagens e número de grãos em cinco vagens respectivamente, valores análogos aos trabalhos de (Teixeira et al., 2010; Silva e Neves 2011; Barros et al., 2013; Santos et al., 2014 e Araújo et al., 2019).

O comprimento médio das vagens (COMPV) variou de 15,27-20,00 cm entre as linhagens MNC03-737F-5-9 e MNC03-736F-7, respectivamente, sendo observada a formação de dois grupos para essa característica (Tabela 3). Este comportamento foi semelhante ao reportado por Torres et al. (2015) avaliando genótipos de feijão-caupi na região Centro-Oeste do Brasil, indicando

que apesar da variação nas condições edafoclimáticas entre os ambientes é possível selecionar linhagens adaptadas a diferentes condições, enaltecendo a importância da seleção local de genótipos adaptados para subsidiar os programas de melhoramento ou para recomendação de cultivares produtivas e adaptadas às principais pragas e doenças comuns na região do estudo.

Por outro lado, os valores de COMPV apresentados por Silva e Neves (2011), Santos e Lima (2015) e Araújo et al. (2019), foram maiores em relação aos alcançados neste estudo. Podendo estar relacionado a temperaturas mais baixas, umidade relativa alta e índice pluviométrico mais elevado na região do Recôncavo, o que desfavoreceu o desempenho dessas linhagens que são oriundas do Banco Ativo de Germoplasma-BAG da Embrapa Meio-Norte, situada em Teresina-PI e provavelmente adaptadas a essas condições, contudo, algumas linhagens como MNC03-736F-7 e MNC02-675F-4-2 se destacaram em relação ao conjunto avaliado e exibiram potencial produtivo. Conforme Bastos, Andrade Júnior e Nogueira, (2017) e Araújo et al. (2019) as

linhagens de feijão-caupi estão mais adaptadas a regiões mais quente e com índice pluviométrico próximo a 400 mm/ano.

O comprimento da vagem é de fundamental

importância, pois vagens bem desenvolvidas influenciam diretamente no enchimento, massa e crescimento dos grãos de feijão-caupi e consequente produtividade.

Tabela 3 - Comparação das médias relacionadas às características agrônômicas entre linhagens de feijão-caupi, cultivada nas condições do Recôncavo da Bahia, Brasil.

Linhagens	COMPV (cm)	M5V (g)	MG5V (g)	NG5V (n°)	NGV (n°)
MNC02-675F-4-9	17,16b	14,83a	11,45a	57,25a	11,45a
MNC02-675F-4-2	18,43a	16,63a	12,81a	64,05a	12,81a
MNC02-675F-9-2	17,15b	14,93a	12,10a	60,50a	12,10a
MNC02-675F-9-3	16,30b	10,76b	8,81b	42,55b	8,51b
MNC02-676F-3	17,37b	15,53a	11,11a	55,55a	11,11a
MNC02-682F-2-6	17,40b	12,64b	9,46b	47,30b	9,46b
MNC02-683F-1	17,26b	12,96b	10,40b	52,00b	10,40b
MNC02-684F-5-6	17,39b	16,12a	13,21a	66,50a	13,21a
MNC03-725F-3	16,72b	12,36b	9,58b	47,90b	9,58b
MNC03-736F-7	20,00a	16,32a	12,92a	64,60a	12,92a
MNC03-737F-5-1	15,88b	11,73b	9,62b	48,10b	9,62b
MNC03-737F-5-4	17,73b	12,43b	9,90b	49,50b	9,90b
MNC03-737F-5-9	15,27b	11,32b	9,47b	47,35b	9,47b
MNC03-737F-5-10	15,88b	11,73b	9,62b	47,33b	9,63b
MNC03-737F-5-11	17,61b	14,83a	11,44a	52,46b	10,50b
MNC03-737F-11	16,82b	11,63b	9,57b	47,85b	9,57b
Cultivares	COMPV (cm)	M5V (g)	MG5V (g)	NG5V (n°)	NGV (n°)
BRS-TUMUCUMAQUE	17,01b	12,12b	9,42b	47,10b	9,42b
BRS-CAUAMÉ	16,36b	12,20b	9,27b	46,35b	9,27b
BRS-ITAIM	15,83b	11,10b	9,82b	49,05b	9,81b
BRS-GUARIBA	17,61b	13,13b	10,49b	52,45b	10,49b

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste *Scott Knott* com 5% de probabilidade. Comprimento médio das vagens (COMPV); massa de cinco vagens (M5V); massa dos grãos de cinco vagens (MG5V); número de grãos em cinco vagens (NG5V) e número de grãos por vagem (NGV).

Para as características da massa de cinco vagens (M5V) e massa dos grãos em cinco vagens (MG5V), foi observada a formação de dois grupos, com destaque para sete linhagens (MNC02-675F-4-2, MNC03-736F-7, MNC02-684F-5-6, MNC02-676F-3, MNC02-675F-9-2, MNC03-737F-5-11 e MNC02-675F-4-9) formando o primeiro grupo. Também é importante destacar o desempenho inferior das cultivares avaliadas neste estudo (BRS-Tumucumaque, BRS-Cauamé, BRS-Itaim e BRS-Guariba) que apresentaram resultados inferiores as linhagens. Essa informação é particularmente importante, pois demonstra potencial genético das linhagens para cultivo no Recôncavo da Bahia, além de haver a possibilidade de recombinação visando novo ciclo de seleção (Tabela 3). Estudos realizados com linhagens de feijão-caupi em Mato Grosso do Sul, Brasil apresentaram valores semelhantes para a massa de cinco vagens (Torres et al., 2015). Conforme Santos et al. (2014), os valores de (M5V) tem ligação direta com a maioria das variáveis agrônômicas estudadas em *Phaseolus*

vulgaris. Essa característica é importante em genótipos destinados à produção de grãos tanto verdes como secos, tendo em vista que ela mede a eficiência das linhagens na alocação de fotoassimilados para os grãos, servindo ainda como parâmetro para trabalhos de seleção em feijão-caupi (Freire Filho et al., 2005; Santos et al., 2014).

Fazendo o paralelo entre a massa dos grãos de cinco vagens deste trabalho com a massa de cem grãos dos trabalhos de Teixeira et al. (2010) no estado de Goiás, Silva e Neves (2011) no estado do Piauí, Santos e Lima (2015) no estado da Paraíba e Araújo et al. (2019) no estado do Ceará, todos estados situados no Brasil, fica evidente que não houveram grandes diferenças destes trabalhos com o trabalho avaliado no Recôncavo da Bahia, no entanto, apresentou superioridade aos trabalhos de Matoso et al. (2013) tanto na região do município de Dourados-MS, Brasil quanto em Botucatu-SP, Brasil. Sabe-se que a produtividade de grãos na cultura do feijão-caupi está diretamente correlacionada com as variáveis de produção

(número de vagens por planta, número de grãos por vagem, rendimento de grãos por área, etc.) e dessa forma é possível indicar as linhagens mais promissoras com base nas características de produção, além disso, a depender das condições em que cada variável se apresente, essa produção pode aumentar ou diminuir e facilitar diretamente na estabilidade da produtividade dos grãos de feijão-caupi (Coimbra et al., 1999; Junior et al., 2005).

Analisando as variáveis de produção número de grãos em cinco vagens (NG5V) e número de grãos por vagem (NGV), é possível inferir que as linhagens MNC02-684F-5-6, MNC03-736F-7, MNC02-675F-4-2, MNC02-675F-9-2, MNC02-675F-4-9 e MNC02-676F-3 se descartaram em relação às demais linhagens e cultivares utilizadas como controle (Tabela 3). A linhagem MNC02-675F-9-3 apresentou valores inferiores às demais linhagens avaliadas, tanto para o número de grãos em cinco vagens quanto para o número de grãos por vagem (Tabela 3), apontando baixo potencial para recomendação aos produtores do Recôncavo da Bahia. Em média, as linhagens obtiveram resultados superiores ao trabalho de Torres et al. (2015), semelhante aos resultados de Teixeira et al. (2010), porém inferiores aos trabalhos de Silva e

Neves (2011) e Santos e Lima (2015) e Araújo et al. (2019), todos na região Nordeste do Brasil, comprovando assim que elevada umidade e pluviosidade superiores ao recomendado para essa cultura podem influenciar na produção de grãos do feijão-caupi.

Para um melhor entendimento sobre o comportamento em conjunto das linhagens e cultivares, foram realizadas análises de diversidade genética. Sendo possível a partir do mapa de calor visualizar a formação de quatro grupos, com destaque para quatro linhagens que formaram o primeiro grupo (Figura 1). O mapa de calor permite verificar que os resultados sejam mais robustos e eficientes para discriminar linhagens de qualquer cultura; além de ser mais fácil sua compreensão visual como forma de interpretação dos resultados. Rebouças et al. (2018) e Gonçalves et al. (2019) utilizaram a mesma ferramenta para selecionar genótipos resistentes a *Fusarium oxysporum* raça 1 em bananeiras. De acordo com os autores, o mapa de calor tem a vantagem de permitir que os híbridos de interesse sejam visualmente selecionados com base em uma escala de cores e progressão dos valores dos sintomas.

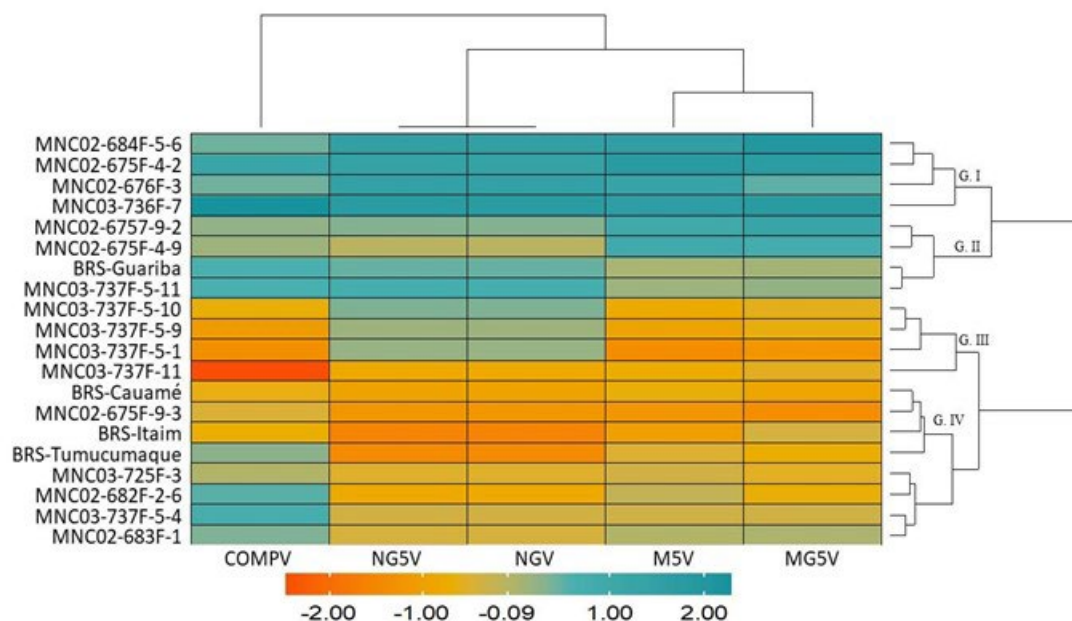


Figura 1 - Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap) para as 16 linhagens e quatro cultivares de feijão-caupi produzidas nas condições do Recôncavo da Bahia, Brasil.

Conforme o dendograma (Figura 1) e gráfico de dispersão (Figura 2C) houve a formação de quatro grupos, o primeiro grupo (G.I) foi formado pelas linhagens MNC02-684F-5-6, MNC02-675F-4-2, MNC02-676F-3 e MNC03-736F-7 que se destacaram das demais linhagens avaliadas. O Grupo II formado por três linhagens (MNC02-

675F-9-2, MNC02-675F-4-9 e MNC03-737F-5-11) e uma cultivar (BRS Guariba) apresentou resultados intermediários, enquanto a BRS Guariba se destacou entre todas as cultivares, apresentando desempenho satisfatório para o COMPV, NG5V e NGV (Figura 1). Os demais grupos (G. III e G. IV), correspondentes a 60% dos genótipos exibiram

valores inferiores em relação aos genótipos do G. I e G. II.

Bertini et al. (2010) avaliando o desempenho de linhagens superiores de feijão-caupi em Fortaleza-CE observaram que os genótipos avaliados se comportaram de diferentes formas de acordo principalmente pela massa dos grãos, coloração das sementes e número de grãos das vagens, corroborando com os resultados aqui apresentados. Santos et al. (2014) trabalhando com 20 genótipos de feijão-caupi no Mato Grosso, Brasil, conseguiram através de diferentes métodos de agrupamentos influir que houve divergência genética entre os genótipos, formando cinco grupos divergentes, corroborando com os achados deste trabalho no recôncavo da Bahia.

Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2), referentes aos cinco caracteres agrônômicos avaliados, viabilizaram a construção

de uma dispersão gráfica, pelo fato dos dois componentes explicarem 93,0% da variância total dos dados (Figura 2C). As cargas fatoriais com maior potencial para discriminação com PC1 foram M5V e MG5V e para o PC2 COMPV (Figura 2A).

Através da dispersão gráfica em função dos dois componentes principais é evidente a formação dos grupos das linhagens de feijão-caupi bem distintos, com destaque principalmente para as linhagens MNCO3-736F-7 e MNCO2-675F-4-2 que foram influenciadas principalmente pelo COMPV e M5V (Figuras 2B e C). Já as linhagens MNCO3-737F-5-10, MNCO3-737F-5-9, MNCO3-737F-11 e MNCO3-737F-5-1 exibiram o menor desempenho entre as linhagens testadas (Figura 2C).

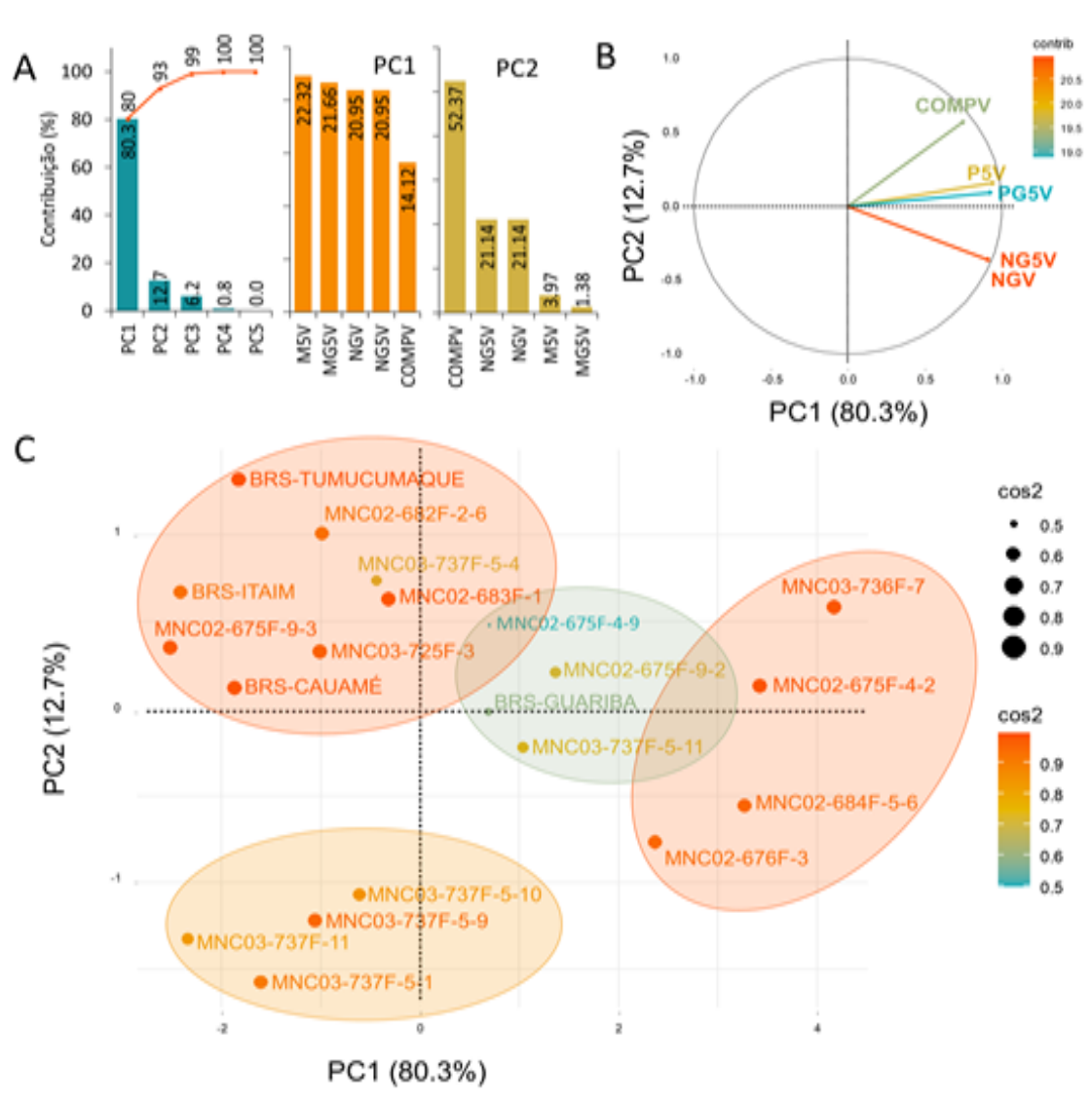


Figura 2 - Gráfico de dispersão em função dos dois primeiros componentes PC1 e PC2 das 16 linhagens e quatro cultivares comerciais de feijão-caupi nas condições do Recôncavo da Bahia, Brasil.

Estudo conduzido por Santos et al. (2016) avaliando a produtividade de 20 cultivares de feijão-caupi, observaram que as cultivares BRS-Tumucumaque e BRS Guariba compuseram o mesmo grupo, divergindo dos resultados apresentados neste trabalho. Souza et al. (2007) e Santos et al. (2014), observaram diferentes formações de grupos em seus trabalhos, essa variação pode estar ligada aos diferentes progenitores de cada linhagem de feijão estudada e a interação genótipo ambiente.

Conforme Ramalho et al. (2012), o poder de interação dos genótipos com o ambiente é caracterizado quanto ao comportamento das raças, linhagens ou cultivares não são consistentes, com isso, a resposta de cada genótipo é específica e diferente de outros genótipos de acordo com as mudanças ocorridas em cada ambiente. Diante disso, estudos dessa magnitude são cruciais para o

melhoramento de plantas, pois fornecem informações sobre o comportamento de cada genótipo em diferentes variações do ambiente.

Para o lançamento de uma cultivar é necessário à execução de várias etapas, dentre elas a avaliação da estabilidade fenotípica junto ao grupo genético, favorece na inferência dos efeitos da interação genótipo *versus* ambiente, sendo uma prática muito utilizada pelos melhoristas antes da sua recomendação.

Todas as correlações entre as características produtivas de linhagens e cultivares de feijão-caupi foram positivas. Sendo que sete das dez correlações possíveis foram altamente significativas ($p \leq 0.01$) e correlação perfeita ($R = 1$) foi observada entre NG5V e NGV, estas variáveis estão diretamente ligadas e são os componentes que mais influenciam na produção e seleção de cultivares mais produtivas (Figura 3).

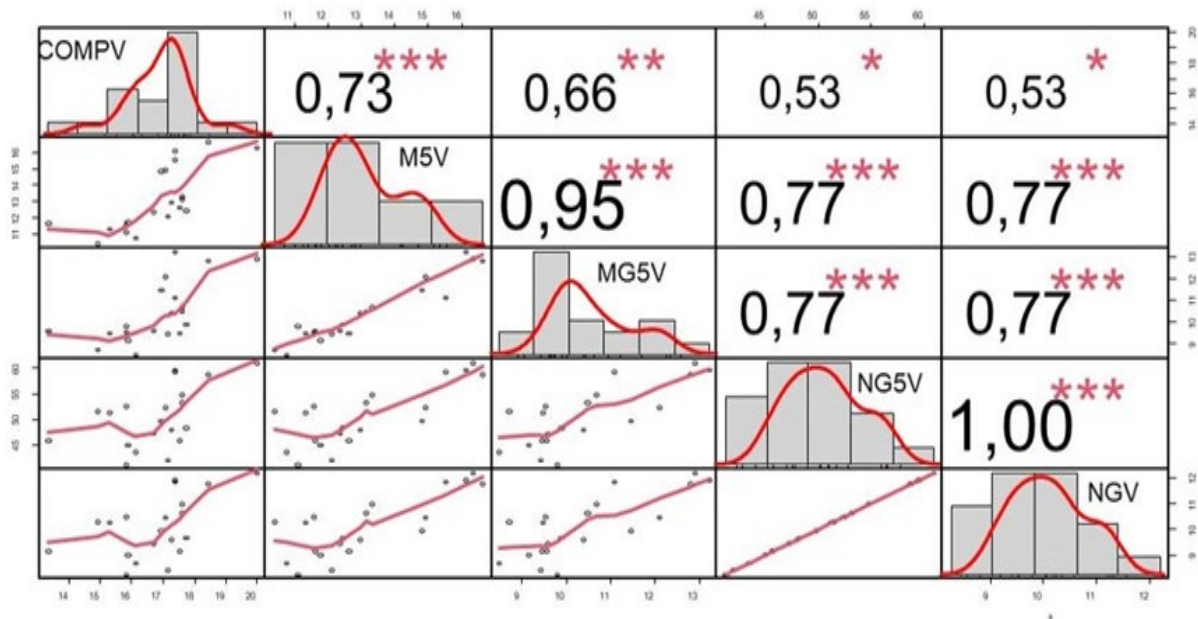


Figura 3 - Correlação fenotípica de Pearson na diagonal superior para as cinco variáveis biométricas e na diagonal inferior gráfico de dispersão com a relação entre os caracteres na diagonal central, apresentando histograma com intervalos de classe e linha de distribuição normal dos dados, *, ** e *** indicando significância a 5%, 1% e > 1% pelo valor de P .

As menores correlações foram registradas entre o comprimento das vagens (COMPV) com NG5V e NGV (Figura 3). Conforme Correa et al. (2012), as mais baixas correlações genotípicas e fenotípicas podem ser explicadas pelo processo gradativo de desidratação dos grãos no campo após sua maturação fisiológica e no processo de colheita e armazenamento. Tanto Matos Filho et al. (2009) quanto Bertini et al. (2010) obtiveram os maiores valores de correlações positivas entre as variáveis de produção, porém quando se analisa seus dados

quanto ao número de sementes, é perceptível a sua inferioridade quando comparado com as correlações reportadas no presente estudo. Correa et al. (2012) trabalhando com feijão dos tipos prostrado e semi-prostrado na região Centro-Oeste do Brasil, obtiveram resultados de correlação distintos do presente trabalho, onde os mesmos apresentaram resultados de comprimento das vagens com massa de cinco vagens abaixo de $R = 0,40$, considerado baixo para esse tipo de estudo. Já Silva e Neves (2011) encontraram valores de

correlação bem inferiores quando comparados ao deste trabalho, podendo ser explicado pela baixa pluviosidade e altas temperaturas onde foi avaliado seu experimento, influenciando diretamente em algumas variáveis em estudo.

A partir dos avanços reportados neste estudo é possível inferir elevada variabilidade genética entre as linhagens de feijão-caupi avaliadas e elencar pelo menos duas linhagens (MNC02-675F-4-2 e MNC03-736F-7) com potencial agrônomo para produção nas condições do Recôncavo da Bahia, pois se mostraram superiores para todas as características avaliadas em relação às cultivares (controle), contudo, avaliações em outras condições e em diferentes ciclos devem ser priorizadas para confirmação dessas informações e posterior recomendação para os produtores de feijão-caupi do Recôncavo da Bahia.

CONCLUSÕES

As linhagens MNC02-675F-4-2 e MNC03-736F-7 são recomendadas para produção do feijão-caupi nas condições do Recôncavo da Bahia, devido ao seu elevado potencial agrônomo e desempenho superior em relação às cultivares utilizadas no controle.

De acordo as análises apresentadas, houve a formação de quatro grupos distintos, podendo inferir que as linhagens selecionadas possuem os mesmos ancestrais em comum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agovino M, Casaccia M, Ciommi M, Ferrara M, Marchesano K. Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, v.105, p.525-543, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.064>

Akibode S, Maredia M (2012) Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops. Report submitted to CGIAR Special panel on impact assessment, Department of Agricultural, Food and Resource Economics Michigan State University. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.136293>

Araújo LBR, Pinheiro MS, Fiege LBC, Bertini CHCM, Dóvale JC. Agronomic potential and genetic diversity of landraces of cowpea of the state of Ceará. *Revista Caatinga*, v.32, n.3, p.698-708, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n314rc>

Barros, MA, Rocha MM, Gomes RLF, Silva KJD, Neves AC. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi de porte semiprostrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.48, n.4, p.403-410, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400008>

Bastos EA, Andrade Júnior AS, Nogueira CCP. Cultivo de Feijão-Caupi. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161199/1/SistemaProducao-CaupiCapituloIrrigacao.pdf>>. Acesso em: 05 Dez. 2020.

Bertini CHCM, Almeida WS, Silva APM, Silva JWL, Teófilo EM. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.32, n.4, p.613-619, 2010. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i4.4631>

Bocchiola D, Brunetti L, Soncini A, Polinelli F, Gianinetti M (2019) Impact of climate change on agricultural productivity and food security in the Himalayas: a case study in Nepal. *Agricultural Systems*, v.171, p.113-125, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.01.008>

Coimbra JLM, Guidolin AF, Carvalho FIF, Coimbra SMM, Marchioro VS. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, n.2, p.213-218, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.6 - Safra 2018/19 - Nono levantamento, Brasília, p.1-113, janeiro 2021.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations statistics division, 2014. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>, 2014>. Acesso em: 01 nov. 2020.

Correa AM, Cecon G, Correa CMA, Delben DS. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. *Revista Ceres*, v.59 n.1, Viçosa, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100013>

Dantas APJ, Holanda GC, Rolim RR, Ferreira LT, Nascimento NFF, Araújo HFP. Evaluation of two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) genotypes under rainfed farming with low rainfall. *Revista Brasileira Meio Ambiente*, v.7, n.3, p.58-69, 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3575407>

Devi CB, Kushwaha A, Kumar A. Sprouting characteristics and associated changes in nutritional composition of Cowpea (*Vigna unguiculata*). *Journal of Food Science and Technology*, v.52, p.6821-6827, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1832-1>

Freire Filho FR, Lima JAA, Ribeiro VQ. Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.519, 2005.

Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Rocha MM, Silva KJD, Nogueira MSR, Rodrigues EV. Caracterização de pólos de produção da cultura de feijão-caupi no estado do Piauí. *Embrapa Meio Norte*, 2007, p.28. (Documento, 100).

Gonçalves ZS, Haddad H, Amorim VBO, Ferreira CF, Oliveira SAS, Amorim EP. Agronomic characterization and identification of banana genotypes resistant to *Fusarium wilt* race 1. *European Journal of Plant Pathology*, v.155, p.1093-1103, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01837-5>

Júnior EUR, Lemos LB, Silva TRB. da. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Revista Bragantia*, Campinas, v.64, n.1, p.75-82, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000100008>

Locatelli, VER, Medeiros RD, Smiderle OJ, Albuquerque JAA, Araujo WF, Souza KTS. Components of production, productivity and efficiency of irrigation of bean-cowpea in

- the “Cerrado” of Roraima. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.6, p.574-580, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000600002>
- Matos Filho CHA, Gomes RLF, Rocha MM, Freire Filho FR, Lopes ACA. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. *Ciência Rural*, v.39 n.2, p.348-354, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000200006>
- Matoso AO, Soratto RP, Ceccon G, Figueiredo PG, Neto ALN. Desempenho agrônomo de feijão-caupi e milho semeados em faixas na safrinha. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.48, n.7, p.722-730, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700004>
- R Core Development Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing, reference index version 2.12.1. ISBN 3-900051-07-0. Viena: R Foundation for Statistical Computing.
- Ramalho MAP, Abreu AFB, Santos JB, Nunes JAR. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. *Lavras: Ufla*, p.522, 2012.
- Rebouças TA, Haddad F, Ferreira CF, Oliveira SAS, Ledo CAS, Amorim EP. Identification of banana genotypes resistant to Fusarium wilt race 1 under field and greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*, v.239, p.308-313, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.037>
- Santos JAS, Teodoro PE, Correa AM, Soares CMG, Ribeiro LP, Abreu HKA. Desempenho agrônomo e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. *Revista Bragantia*, v.73, n.4, p.377-382, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0250>
- Santos D, Lima LKS. Avaliação agrônomo de variedades de feijão-caupi em cultivo de sequeiro no município de Co-remas-PB. *Revista Verde*, v.10, n.1, p.218-222, 2015. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i1.2950>
- Santos A, Ceccon G, Teodoro PE, Correa AM, Alvarez RCF, Silva JF, Alves VB. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão caupi ereto via REML/BLUP e GGE Biplot. *Revista Bragantia* v.75 n.3 Campinas, 2016. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.280>
- Silva JAL, Neves JA. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. *Revista Ciência Agronômica*, v.42 n.3, p.702-713, Fortaleza, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300017>
- Silva FHAD, Torres SB, Carvalho SMC, Bai M, Lopes WDAR. Physical and physiological attributes of saved cowpea seeds used in the brazilian semi-arid region. *Revista Caatinga*, v.32, n.1, p.113-120, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n112rc>
- Sousa JLM, Rocha MM, Silva KJD, Neves AC, Sousa RR. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.50, n.5, p.392-398, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500006>
- Souza LS, Souza LD. Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, nº20, Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.56, 2001. ISSN 1516-5604
- Souza CLC, Lopes ACA, Gomes RLF, Rocha MM, Silva EM. Variability and correlations in cowpea populations for green-grain production. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, ed.7, p.262-269, 2007.
- Teixeira IR, Silva GC, Oliveira JPR, Silva AG, Pelá A. Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.2, p.300-307, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000200019>
- Torres FE, Teodoro PE, Sagrilo E, Ceccon G, Correa AM. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. *Revista Bragantia*, v.74, n.3, p.255-260, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0099>