



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

ITAMAR GOMES LOBO FILHO

**IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FELJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE
GRÃOS VERDES COM POTENCIAL AGRONÔMICO E SENSORIAL**

FORTALEZA

2024

ITAMAR GOMES LOBO FILHO

IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS
VERDES COM POTENCIAL AGRONÔMICO E SENSORIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dr^a. Cândida Hermínia Campos de Magalhães.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L783i Lobo Filho, Itamar Gomes.
Identificação de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes com potencial agrônomico e sensorial / Itamar Gomes Lobo Filho. – 2024.
101 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Cândida Hermínia Campos de Magalhães.

1. Vigna unguiculata. 2. Índice de seleção. 3. Análise sensorial. I. Título.

CDD 630

ITAMAR GOMES LOBO FILHO

IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS
VERDES COM POTENCIAL AGRONÔMICO E SENSORIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Produção Vegetal.

Aprovada em: 26 / 07 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Cândida Hermínia Campos de Magalhães (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Júlio César do Vale Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Renata Fernandes de Matos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus.

Aos meus pais, Celsa Maria Pontes Caetano
Lobo e Itamar Gomes Lobo (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará pela sua existência e esforço em manter um programa de excelência.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Departamento de Fitotecnia pela manutenção do curso e apoio.

À Instituição Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – (Código de Financiamento 001), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Aos professores(as) Cândida Hermínia Campos de Magalhães, Júlio Cesar do Vale Silva e Rosilene Oliveira Mesquita pela coordenação e condução do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia durante a minha passagem enquanto estudante de Pós-graduação.

A todos que compõe o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Melhoramento e Biotecnologia de Recursos Genéticos Vegetais (NUMERG), pelo valioso auxílio em algumas etapas do trabalho de campo.

Aos meus amigos Jesimiel Viana, Daniel Tavares e Teresa Karen pela ajuda incansável nas atividades do experimento em campo e todos os momentos de distração e companheirismo vividos.

Aos engenheiros Agrônomos do Departamento de Fitotecnia Tomil Ricardo e Ana Kelly por todo apoio prestado na avaliação e coleta dos dados em campo.

À minha família mais próxima Itamara Lobo, Livia Lobo, Geisa Lobo e Almerinda Lobo por todos os momentos vividos e compartilhados.

À minha mãe Celsa Lobo, meu amor maior e minha fonte de segurança e apoio em toda a jornada.

À minha tia Juarita, madrinha Romênia e minha prima Alana Lobo por todo o maravilhoso acolhimento e força que me foi passado durante esta caminhada.

Aos meus amigos Deyvid Anderson, Maria das Graças e Mateus Ribeiro por todos os momentos de conversa e distração nesta caminhada.

À empresa NATAN em nome de Andréia Cortez e senhor Natan por financiar parte desta pesquisa e ter confiado no meu trabalho para condução deste ensaio e a funcionária Thais Mota por ser um elo de comunicação da empresa.

Aos trabalhadores de campo de Pacajus-CE na pessoa do Geovane pelas orientações e ajuda nas coletas de campo.

Aos Professores Dr^a. Cândida Hermínia Campos de Magalhães e Dr. Júlio Cesar do Vale Silva pela paciência e excelência na orientação desta dissertação.

Aos professores participantes da banca examinadora Cândida Hermínia Campos de Magalhães, Júlio Cesar do Vale Silva, Renata Fernandes de Matos e Paulo Henrique Machado de Sousa pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) por toda infraestrutura disponibilizada no processamento de dados.

A todos os funcionários que fazem o departamento de Fitotecnia e o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) em especial a dona Elisa e a Luci.

Aos colegas que fazem parte da Liga Pentecostense de Handebol (LPHb) pelos momentos de diversão e distração nas diversas competições.

A todos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas para a realização deste trabalho.

A todos que ajudaram de forma direta ou indireta na realização desta pesquisa.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”
(MADRE TERESA DE CALCUTÁ)

RESUMO

O feijão-caupi é muito apreciado pelos Nordestinos e possui ampla adaptação e alto teor proteico sendo consumido na forma seca ou verde. Para indicação de novos genótipos no mercado, é de suma importância avaliações sensoriais para verificar aceitabilidade do produto, e por consequência seu sucesso no mercado. O objetivo do trabalho foi identificar pelo menos um genótipo de feijão-caupi com potencial para a produção de grãos verdes com base em análises quantitativas, qualitativas e sensoriais. Para isso foi instalado um experimento na cidade de Pacajus-CE para testar 15 genótipos com aptidão para grãos verdes. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com 3 repetições, as parcelas foram constituídas de 4 fileiras de 12 m de comprimento por 6 m de largura, o espaçamento entre linhas foi de 1,5 m e entre plantas de 0,3 m. Algumas das variáveis quantitativas analisadas foram: massa de vagem verde, comprimento de vagem verde, produtividade de grãos verdes, produtividade de vagens verdes e rendimento de grãos verdes. Além disso, para caracteres qualitativos foi avaliado facilidade na debulha, presença de película, cor do tegumento. Foi realizada uma análise sensorial utilizando o grupo focal, usando o método *Check-All-That-Apply* (CATA), para caracterizar genótipos superiores em termos sensoriais. Os caracteres quantitativos foram avaliados por meio do índice clássico de seleção, qualitativos por meio de tabelas informativas e sensoriais por Análise de Componentes Principais (ACP). Para os caracteres quantitativos os genótipos Paulistinha – Baraúna e Pingo de Ouro – BAG não diferiram estatisticamente do genótipo testemunha, enquanto que para caracteres qualitativos diferiram apenas quanto à forma e cor do grão. As variáveis massa de grão por vagem verde, massa de 100 grãos verdes e produtividade de vagens verdes foram muito correlacionadas, podendo fazer seleção indireta. Para caracteres culinários o genótipo Gurguéia teve sua debulha classificada como difícil, e os genótipos abacate, pujante e bengala presença de película nos grãos. Para as análises sensoriais, os genótipos Pingo de Ouro – Local e Paulistinha – Baraúna reuniram uma série de atributos favoráveis à comercialização, como sabor e aroma agradável, sendo estes os genótipos indicados para comercialização. Se tratando de caracteres quantitativos qualitativos e sensoriais, os genótipos testemunhas são os melhores e devem continuar sendo comercializados.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; índice de seleção; análise sensorial.

ABSTRACT

Cowpea is highly appreciated by people from the Northeast of Brazil and has a wide adaptation and high protein content, being consumed in dry or green form. To indicate new genotypes in the market, sensory evaluations are of utmost importance to verify the acceptability of the product, and consequently its success in the market. The objective of the study was to identify at least one cowpea genotype with potential for the production of green beans based on quantitative, qualitative and sensory analyses. For this purpose, an experiment was set up in the city of Pacajus-CE to test 15 genotypes with aptitude for green beans. The experimental design used was randomized blocks with 3 replications, the plots consisted of 4 rows of 12 m long by 6 m wide, the spacing between rows was 1.5 m and between plants was 0.3 m. Some of the quantitative variables analyzed were: green pod mass, green pod length, green grain productivity, green pod productivity and green grain yield. Furthermore, for qualitative traits, ease of threshing, presence of skin, and color of the seed coat were evaluated. A sensory analysis was performed using the focus group, using the Check-All-That-Apply (CATA) method, to characterize superior genotypes in terms of sensory. Quantitative traits were evaluated using the classic selection index, qualitative traits using informative tables, and sensory traits using Principal Component Analysis (PCA). For quantitative traits, the Paulistinha-Baraúna and Pingo de Ouro-BAG genotypes did not differ statistically from the control genotype, while for qualitative traits they differed only in grain shape and color. The variables grain weight per green pod, weight of 100 green beans, and green pod productivity were highly correlated, allowing for indirect selection. For culinary traits, the Gurguéia genotype was classified as difficult to thresh, and the avocado, pujante, and bengala genotypes had skin on the grains. For sensory analyses, the genotypes Pingo de Ouro - Local and Paulistinha - Baraúna had a series of attributes favorable to commercialization, such as pleasant flavor and aroma, and these are the genotypes indicated for commercialization. Regarding quantitative, qualitative and sensory characteristics, the control genotypes are the best and should continue to be commercialized.

Keywords: *Vigna unguiculata*; selection index; sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Correlações de Pearson de dados fenotípicos dos caracteres massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV) 52
- Figura 2 - Boxplots e comparações de médias via teste de Dunnett a $p < 0,05$ para os caracteres avaliados massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV) 54
- Figura 3 - Importância relativa de caracteres na variância global do caráter rendimento de grãos verdes (RENDGV), massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV) e produtividade de vagens verdes (PROTVV) 57
- Figura 4 - Valores da variância acumulada ao longo de 14 componentes principais, Fortaleza - CE, 2022 74
- Figura 5 - Análise de componentes principais com os atributos e genótipos avaliados, Fortaleza-CE, 2022 76
- Figura 6 - Percentual de atributos mais e menos marcados no teste CATA, Pacajus - CE, 2022 77
- Figura 7 - Percentual marcado por cada avaliador e atributo, Pacajus-CE, 2022 78
- Figura 8 - Genótipos avaliados na execução do grupo focal, Pacajus – CE, 2022. A:

BRS Gurguéia; B: BRS Guariba; C: Paulistinha; D: Tumucumaque; E:
Sempre Verde; F: Pingo de Ouro – BAG; G: Pajeú; H: Abacate; I: Juruá; J:
Aracê; K: Pujante; L: Setentão; M: Bengala; N: Pingo de Ouro – Local; O:
Paulistinha – Baraúna 79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Informações gerais sobre os 15 (quinze) genótipos de feijão-caupi avaliados, Pacajus-CE, 2022	46
Tabela 2	- Resumo da análise de variância para os caracteres massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV)	50
Tabela 3	- Caracteres qualitativos para as variáveis: Debulha (1: fácil; 2: difícil); Película (0: ausência; 1 presença); Pigmento (0: ausência; 1: presença); Forma do grão verde; Cor do grão verde; Número de dias para o início do florescimento (NDSF) e Número de dias para o início da colheita de vagens verdes (NDSICVV)	56
Tabela 4	- Coeficiente de determinação genotípico (H^2), ganhos diretos (diagonal em negrito) e indiretos para os caracteres massa de vagens verdes (MVV), número de vagem verde por planta (NVVP), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV), Pacajus-CE, 2022	58
Tabela 5	- Informações gerais sobre os 15 (quinze) genótipos de feijão-caupi avaliados, Pacajus-CE, 2022	68
Tabela 6	- Atributos de 15 (quinze) genótipos avaliados pelo Teste de Bonferroni ($P < 0,01$), Pacajus – CE, 2022	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAG	Banco Ativo de Germoplasma
CATA	Check-All-That-Apply
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
Mm	Milímetro
NATAN	Empresa de beneficiamento de feijão-caupi verde
°C	Graus Celsius
UFC	Universidade Federal do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

Cmol _c	Centimol de carga
g	Gramas
Kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
3	CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	Origem e importância agrônômica do feijão-caupi	17
3.2	Importância do feijão verde na região Nordeste	18
3.3	Melhoramento genético do feijão-caupi	20
3.4	Melhoramento visando a produção de feijão verde	22
3.5	Parâmetros usados na identificação de ideótipos em espécies vegetais	23
3.6	Identificação de ideótipos para a feijão verde	24
3.7	Índice de Seleção	27
3.8	Metodologia <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA)	30
4	CAPÍTULO II - USO DE ÍNDICE PARAMÉTRICO NA IDENTIFICAÇÃO DE VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES	42
5	CAPÍTULO III - ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI: AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE E IDENTIFICAÇÃO DOS MELHORES GENÓTIPOS PARA COMERCIALIZAÇÃO DE FEIJÃO VERDE	64
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	REFERÊNCIAS	86

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) é uma planta anual, de origem africana, que foi introduzida pelos portugueses no Nordeste do Brasil, pelo estado da Bahia. A espécie apresenta genótipos com ampla rusticidade sendo muito tolerante a estresses abióticos e com baixa exigência nutricional, fazendo com que esta planta seja bastante adaptada à condição de caatinga e seca severa (SILVA *et al.*, 2021; GERRANO *et al.*, 2022).

Após ter sido introduzida no país, a cultura espalhou-se para diversas áreas, e representa um alimento de grande importância para o Nordeste, por ter um elevado teor de proteínas (SILVA *et al.*, 2013b; JHA *et al.*, 2020), que é, portanto, essencial no combate à desnutrição e fome oculta. Além disso, sua ampla adaptação ambiental faz com que este alimento esteja sempre disponível ao produtor mesmo em períodos de estiagem, sendo ele consumido nas formas de grãos seco ou verde (FREITAS *et al.*, 2016).

O feijão verde é assim chamado não só pela coloração de vagens e grãos, mas sim pela proximidade da maturidade fisiológica (DHAKAL, BHARDWAJ, 2024), onde os grãos estão com cerca de 60 a 70% de umidade, na fase fenológica R5, antes da maturação plena, que faz com que o sabor e perecibilidade mudem. O feijão verde pode ser vendido em feiras livres e supermercados, este que já é considerado como parte da base alimentar (COELHO, COELHO, SANTOS, 2018).

Com a inserção na base alimentar do nordestino brasileiro, foram criados vários pratos com o uso do feijão verde, os mais consumidos são o baião de dois (mistura de arroz com o feijão) e o próprio feijão verde cozido incrementado com alguns temperos. Diante da diversidade de pratos de forma a agradar o paladar dos nordestinos, muitas empresas iniciaram a produção, beneficiamento e comercialização do feijão verde. Por apresentar um elevado valor comercial, agregando maior valor ao produto, muitos produtores de grande porte estão investindo neste segmento de mercado (ANDRADE *et al.*, 2010).

Apesar de alguns investimentos, ainda não se tem para o estado do Ceará uma cultivar exclusiva para a produção de feijão verde, fazendo com que os produtores e empresários usem os mesmos genótipos destinados a produção de feijão seco, para a produção de feijão verde. Esse fato, aliado à baixa assistência técnica e a ausência de um genótipo próprio para grãos verdes, faz com que a produtividade da região seja considerada baixa (SOUZA *et al.*, 2019). O Nordeste dispõe de uma diversidade muito grande de material genético para se explorar, mas ainda não foi possível direcionar estes trabalhos para realizar estudos mais aprofundados sobre uma variedade mais adequada para grãos verdes. Porém o

crescente aumento do mercado de feijão verde tem impulsionado a demanda global por novas cultivares (PESSOA *et al.*, 2024)

Diante disso, assume-se a hipótese de que dentre acessos do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal do Ceará (UFC), cultivares desenvolvidos pela Embrapa Meio-Norte e alguns genótipos usados por produtores de feijão verde do Ceará e do Rio Grande do Norte, existe pelo menos um genótipo que pode ser usado como uma variedade ideal para produção de grãos verdes. Essa hipótese foi testada com base na avaliação de determinados parâmetros, os quais poderão ser usados por produtores para a escolha de variedades com maior potencial de produção de feijão verde.

O ideótipo é definido com base em parâmetros que são essenciais para a produção, colheita e comercialização do produto. Os mais usados são os quantitativos, tais como produtividade e comprimento de vagens (SOUZA *et al.*, 2019), e qualitativos, como os caracteres relativos à cor e forma do grão e facilidade de debulha. Além disso, é importante associar os caracteres complexos ao uso de índices de seleção para auxiliar melhor na identificação de genótipos mais adequados para a produção de feijão verde. Os índices de seleção são usados para seleção de genótipos, com base, em parâmetros quantitativos. Com isto é possível selecionar os genótipos mais adequados para determinadas finalidades, com base em várias características simultaneamente (PESSOA *et al.*, 2023a).

A análise sensorial tem uma importância grande na aceitabilidade do produto após o processamento de grãos, esta análise é realizada para identificar atributos que são positivos no lançamento de alimentos no mercado, como sabor, aroma e aparência (ALCANTARA, FREITAS-SÁ, 2018). A *Check-All-That-Apply* (CATA) é um tipo de metodologia usada nas ciências de alimentos, na qual os avaliadores consomem as amostras e assinalam em uma folha de acordo com o que degustam do produto, tendo como principal vantagem a rapidez e agilidade para fazer o teste (DOOLEY, LEE, MEULLENET, 2010), sendo os trabalhos incipientes na área de feijão verde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar pelo menos um genótipo de feijão-caupi com potencial para a produção de grãos verdes com base em análises quantitativas, qualitativas e sensoriais.

2.2 Objetivos específicos

Associar características agronômicas entre caracteres quantitativos destinados a produção de feijão verde;

Identificar melhores caracteres qualitativos sensoriais destinados a produção de grãos verdes;

Aplicar índice de seleção para aqueles caracteres mais discriminantes para produção de grãos imaturos;

Verificar o nível de aceitabilidade dos genótipos por meio de atributos sensoriais para grãos verdes;

Identificar com base em caracteres quantitativos, qualitativos e sensoriais genótipos com potencial para produção de grãos verdes.

CAPÍTULO I

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem e importância do feijão-caupi

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma cultura de origem africana que foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI por colonizadores europeus, mais especificamente no estado da Bahia (MOREIRA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Após esta inserção pelo Nordeste, a cultura foi se expandindo para outras regiões do Brasil, por conta disso lhe foram conferidas outras denominações, tais como: feijão-massaroca, feijão-de-catador e feijão de corda, no Nordeste; feijão-de-praia, feijão-de-rama, na região Norte; e feijão fradinho, no estado do Rio de Janeiro [...] (VIEIRA, BEZERRA, SANTOS, 2021).

Trata-se de uma cultura muito versátil que tem uma gama de genótipos disponíveis que o torna adaptado a diversos sistemas de produção, seja mais voltado para o ramo empresarial ou familiar. O Brasil tornou-se um dos três maiores países produtores de feijão-caupi do mundo (PESSOA *et al.*, 2023a), muito em função do alto consumo do feijão seco e da crescente demanda por feijão verde no mercado (MELO *et al.*, 2021).

Nesse contexto, no Brasil há três eixos de mercados bem definidos: grãos secos, feijão verdes (vagens ou grãos debulhados) e sementes. Vale salientar que o termo feijão verde se refere mais ao estágio em que a vagem é colhida, do que propriamente a cor dos grãos (SOUSA *et al.*, 2015). Além disso, o mercado de grãos verdes e de sementes é crescente em todo o Brasil (GOMES *et al.*, 2024), pois representam uma fonte potencial de vitaminas, carboidratos, proteínas e minerais (FREIRE FILHO *et al.*, 2011; FREIRE FILHO., 2007).

É a principal fonte de proteína para os povos das regiões tropicais e subtropicais do mundo, especialmente para os agricultores familiares para os quais a cultura tem uma grande importância socioeconômica, pois além de produção para consumo e venda, fixa mão de obra no campo e gera emprego e renda para a população (RAMOS *et al.*, 2015; BOUKAR *et al.*, 2016). Por ter sido introduzida no Brasil pela região Nordeste, esta cultura é uma fonte de garantia da Segurança Alimentar e Nutricional dos povos da região, do combate à fome oculta (ARAMÉNDIZ-TATIS, CARDONA-AYALA, ESPITIA-CAMACHO, 2021) e de renda para os produtores rurais, seja com a venda de grãos secos ou verdes.

Além de genótipos produtivos e adaptados à região semiárida (GERRANO *et al.*, 2022), o feijão-caupi é uma cultura que pode ser cultivada em sequeiro ou irrigada, usada como adubo verde, proteção do solo, farinha para alimentação animal, para recuperação de solos, feno, ensilagem e forragem (SILVA *et al.*, 2013a). Sua versatilidade é grande, por isso

sua importância para o desenvolvimento da região Nordeste e garantia da Segurança Alimentar das populações dessa região (FREIRE FILHO *et al.*, 2008).

Na região Nordeste o feijão-caupi imaturo é bastante consumido e apreciado, podendo ter influência por conta de sua inserção no Brasil ter sido exatamente pela região Nordeste. O feijão-caupi além de ser muito consumido tem características culinárias e centesimais que auxiliam os consumidores nordestinos no combate à desnutrição (GOMES *et al.*, 2021; PESSOA, *et al.* 2023a). O grão imaturo é de fácil preparo e utilizado de diversas formas em pratos típicos, todas estas características, o faz muito importante para o desenvolvimento da região.

O feijão verde é tradicionalmente utilizado em vários países da América Latina, Caribe, África e Europa (DHAKAL; BHARDWAJ, 2024). A gastronomia a base de feijão imaturo permite elaborar e oferecer dezenas de pratos típicos muito saborosos e saudáveis. Esse legume constitui um alimento precioso da gastronomia nordestina, com valor calórico baixo, que vem se expandindo para outras regiões do país (SOUSA, NUNES., 2022).

3.2 Importância do feijão verde para a região Nordeste do Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão-caupi, precedido somente pela Nigéria e pelo Níger, e o maior produtor e consumidor da América Latina (DUARTE *et al.*, 2024). No Brasil, a safra 2023/24 do feijão-caupi teve uma área plantada de 1.233,7 mil hectares, uma produção de 583,3 mil toneladas e uma produtividade média de 473 quilos por hectare. O Nordeste teve uma área de 1.055,6 mil ha, 406,8 mil toneladas de produção e uma produtividade média girando em torno de 385 quilos por hectare (CONAB, 2024).

No ano de 2023 o estado do Ceará teve um volume acumulado de comercialização de 3.172,82 toneladas, e 99,9% desta produção foi oriunda do próprio estado (CEASA, 2023). Isto leva em conta, levando em conta apenas o que foi comercializado pelas centrais de abastecimento do estado, sem levar em consideração as comercializações realizadas entre os próprios produtores rurais.

O estado do Ceará é um dos estados do Nordeste com maior área plantada e produção na safra 2023/24, tendo 368,1 mil hectares e 115,6 mil toneladas de feijão-caupi. Apesar disso, tem uma das menores médias de produtividade da região, com cerca de 314 quilos por hectare (CONAB, 2024). Esses dados não discriminam o grão verde do grão seco (DOVALE, BERTINI, BORÉM, 2017), porém, diante dos números do censo pode-se inferir a importância da cultura para o desenvolvimento e consumo dos habitantes da região.

O consumo de feijão verde é uma tradição no Nordeste brasileiro, ele faz parte de vários pratos típicos, dentre eles o apreciado baião-de-dois (ANDRADE *et al.*, 2010). Por conta disso, o mercado de feijão verde é o segundo mercado de feijão-caupi no Brasil (RAMOS *et al.*, 2015), e a sua colheita geralmente ocorre quando as vagens se encontram próximo a maturação e quando os grãos apresentam de 60 a 70% de umidade, neste estágio os grãos de uma maneira geral apresentam de 20-25% de proteína (BOUKAR *et al.*, 2018).

O segmento de feijão verde é muito importante, entretanto, não se tem tantos resultados de pesquisa voltados para este nicho de mercado. Porém, tanto a produção quanto a comercialização do produto que geralmente ocorre próximo a centros urbanos, e por necessitar de muito trabalho manual, seja na colheita ou na debulha, gira em torno de agricultores familiares (FREIRE FILHO *et al.*, 2011). As vagens verdes são comercializadas na forma de molhos e os grãos verdes debulhados são comercializados em feiras livres e os grãos verdes embalados geralmente são comercializados em supermercados (DOVALE, BERTINI, BORÉM, 2017).

A produtividade de feijão-caupi verde no Nordeste ainda é considerada baixa se levar em conta o potencial genético das cultivares, seja por falta de assistência técnica, falta de manejo adequado, má qualidade da semente e ausência de fertilizantes minerais (GUERRA *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2002), relutância do produtor a incorporar novas cultivares mais resistentes ou até mesmo pragas que atacam essa cultura em campo. Devido sua alta versatilidade, é de suma importância que grupos de pesquisa classifiquem materiais para diferentes aptidões, dentre elas, a de grãos imaturos (PESSOA *et al.*, 2022b).

Apesar de todos esses empecilhos, as empresas públicas e privadas e universidades estão sempre pesquisando e tentando desenvolver genótipos adaptados à patógenos agressivos, visando, sobretudo o aumento da produtividade, a consequente maior comercialização e fortalecimento da cadeia produtiva de vagens e grãos verdes de feijão-caupi (BORGES *et al.*, 2020). No estudo de Silva *et al.* (2012), a cultivar sempre verde apresentou características interessantes para produtividade, sendo indicada para melhorar esta característica e a cultivar paulistinha para tamanho de vagens verdes e número de grãos.

Grandes empresas estão cada vez mais apostando no mercado de vagens e grãos verdes para diferentes ambientes com ensaios em diferentes locais para verificar a interferência de fatores ambientais. A facilidade de cultivo e maior valor agregado ao produto são potenciais vantagens para os grandes empresários. Para o aumento da comercialização de vagens e grãos, deve-se levar em conta, sobretudo, o mercado consumidor, que deve ter uma boa aceitabilidade e interesse pelos grãos (TORRES FILHO *et al.*, 2023).

Em um estudo conduzido com a finalidade de avaliar a produção de grãos imaturos no município de Gurupi-TO, constatou-se que duas linhagens e as cultivares BRS-Cauamé e BRS-Itaim apresentaram maior potencial para produção, indicando sobretudo, boa adaptabilidade na região sob regime irrigado, o que pode levar futuramente a maiores produções de grãos verdes e um maior fluxo comercial na região (RAMOS *et al.*, 2015).

A comercialização de feijão verde mostra-se como um mercado promissor (MELO *et al.*, 2017), pois além de ser aceito no paladar do público local, apresenta fácil cozimento (BASTOS *et al.*, 2012), e constitui uma opção de negócio rentável ao produtor. Entretanto, pode-se ampliar ainda mais o potencial de uso por meio de técnicas de melhoramento genético visando aspectos industriais, tais como melhorias no resfriamento e congelamento (DOVALE, BERTINI, BORÉM, 2017), pois os grãos verdes tem uma vida útil limitada e só mantem sua qualidade (cor e textura) por alguns dias sob refrigeração (TAVARES *et al.*, 2022).

3.3 Melhoramento genético do feijão-caupi

O melhoramento genético do feijão-caupi teve seu início ainda na segunda metade do século XVI com as primeiras introduções de cultivares, após esta data a cultura foi apresentando mais importância fazendo com que os agricultores começassem a escolher os genótipos que lhes agradavam para plantio (FREIRE FILHO *et al.*, 2009). Após isso, empresas de pesquisa agropecuária brasileiras começaram a fazer seleções dessa espécie estabelecendo objetivos a curto, médio e longo prazo.

Desde épocas anteriores até atualmente o melhoramento genético do feijão-caupi é feito para diversos caracteres. Os objetivos do melhoramento a curto prazo é desenvolver cultivares de porte semiprostrado com arquitetura moderna, adequadas à agricultura familiar; desenvolver cultivares de porte ereto e semiereto adequado ao cultivo mecanizado, para agricultura empresarial, aumentar produtividade, adaptabilidade e estabilidade da produção; aumentar a resistência de pragas, doenças e estresses abióticos; aumentar teores de nutrientes e melhorar a qualidade visual e culinária dos grãos (FREIRE FILHO *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2022).

Nesse contexto, Tomaz *et al.* (2022) ao avaliar 12 genótipos em quatro diferentes ambientes concluíram em seus estudos que as cultivares BRS Pajeú e BRS Potengi foram recomendadas para o estado do Ceará, por apresentarem maiores produtividades, adaptabilidade e estabilidade, e a variável número de vagens apresentou maior efeito na produtividade de grãos. Além desses há esforços para desenvolver genótipos promissores em

relação a arquitetura da planta, resistência a doenças e qualidade do grão (FREIRE FILHO *et al.*, 2009).

JEAN E ROCHA (2021) avaliando 91 populações F2 de feijão-caupi constataram em seus estudos grande variabilidade de teor de zinco das populações oriunda dos cruzamentos de BRS Xiquexique x MNC01-631F-15, na Embrapa Meio-Norte, apresentando potencial para gerar progênies biofortificadas. Todos os trabalhos apresentados reverberam aqueles objetivos em curto prazo para feijão-caupi, sempre a maior produção com qualidade.

Algumas variedades de feijão-caupi têm sido desenvolvidas pelo melhoramento genético clássico no Nordeste brasileiro. Além de se ter uma preocupação maior com caracteres quantitativos, tem se levado muito em conta propriedades sensoriais, sabor, textura, cor e dimensão dos grãos e cor do tegumento (LIMA, *et al.*, 2004). Ou seja, não somente características de campo são levados em conta em um programa de melhoramento, pois a aceitação no mercado e consequente sucesso nas vendas dependem de características que o público consumidor aceita.

Além do melhoramento clássico, o uso da biotecnologia e marcadores moleculares vêm avançando nas pesquisas com o feijão-caupi. Nascimento *et al.* (2023), objetivou em seus trabalhos avaliar a diversidade genética de variedades tradicionais de feijão-caupi por meio de marcadores moleculares SSR. Já Araújo *et al.* (2019), usou marcadores moleculares ISSR objetivando identificação de variedades com potencial agrônomicos e avaliar a diversidade genética para orientar futuros cruzamentos e condução de populações segregantes.

A aplicação de marcadores moleculares com base em DNA é muito usada para estudar diversidade genética, sobretudo SNP, entretanto, estes marcadores podem ser aplicados para uma gama de estudos, como mapas de ligação genético, mapeamento de *Quantitative Trait Loci* (QTL) para algumas características desejadas, como tamanho da semente, cor dos grãos e comprimento de vagem (SODO *et al.*, 2023)

Em outro contexto, as empresas e instituições privadas têm investido muito em cultivares que tenham resistência a pragas e doenças, mas também na subclasse comercial verde (SOUSA *et al.*, 2015). Além disso, em genótipos fáceis de debulhar e com boa conservação pós-colheita (ANDRADE *et al.*, 2010) e cultivares que apresentam alta produtividade, porte ereto e semiereto crescimento indeterminado e maturação uniforme, pois proporciona colheitas espaçadas durante o período de safra (SILVA *et al.*, 2012).

Existe no Brasil, cultivares que podem ser indicadas com dupla aptidão para a produção de grãos verdes e secos, como é o caso da BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS

Guariba, entretanto, os cruzamentos para condução de populações segregantes fruto desses materiais genéticos ainda estão em andamento e seleção, apenas posteriormente é que se vai ter um genótipo mais adequado para grãos verdes (SOUSA, NUNES., 2022).

3.4 Melhoria visando a produção de feijão verde

Apesar de ser uma cultura que é cultivada em todos os estados do Nordeste do Brasil, observa-se ainda que a produtividade do feijão-caupi está aquém do seu potencial genético (SOUSA, NUNES., 2022), seja por fatores associados à falta de assistência técnica adequada, seja pela ausência de um programa de produção de sementes de alta qualidade no armazenamento de sementes e grãos (SILVA *et al.*, 2018), ou na falta de uma cultivar adequada para a produção quando se fala de feijão verde (SOUZA *et al.*, 2019).

A escolha de cultivares adaptadas para a produção de feijão verde é um fator importante a se avaliar no processo produtivo, pois escolher genótipos adequados e que tenham características de grãos e vagens compatíveis com o mercado é um ponto importante para o sucesso do cultivo e, conseqüentemente, na venda de vagens ou grãos verdes (SILVA *et al.*, 2013b). Para tanto, os melhoristas, em especial da região Nordeste do país, trabalhar para o desenvolvimento genótipos adaptados para este fim, com características desejadas pelo público consumidor.

Apesar de ser extremamente importante a utilização de genótipos adequados, observa-se na prática que os produtores familiares e alguns produtores de larga escala usam na grande maioria das vezes, os mesmos materiais genéticos para feijão seco e feijão verde, dada essa carência de pesquisa com materiais considerados ideais para a produção de grãos verdes. O uso desses materiais de forma equivocada, acarreta baixa produtividade e qualidade final inferior as exigidas pelo mercado (SOUZA *et al.*, 2019), dificultando o escoamento da produção.

Os estudos para o melhoramento do feijão-caupi têm sido mais concentrados em parâmetros genéticos para se obter mais respostas diretas e indiretas de valores correlacionados à seleção e ao mercado de vagens e grãos verdes, tais como: comprimento de vagem, tamanho de grão, índice de grão, produtividade de vagens, produtividade de grãos, qualidade nutricional e culinária do grão e processamento pós-colheita (SOUSA *et al.*, 2015). Além disso, a cor do tegumento, facilidade de cocção e sabor são fatores que também podem ser considerados determinantes para o sucesso das cultivares lançadas (CARBONELL *et al.*, 2010).

Nas pesquisas de Andrade *et al.*, (2010), comparando-se cultivares de feijão-caupi com potencial para produção de vagens e grãos verdes, os autores observaram que genótipos mais precoces são geralmente mais produtivos do que tardios. Bertini *et al.* (2013) comparando genótipos quanto a produtividade identificou que o genótipo BRS Tumucumaque apresentou maiores produtividades de vagens verdes, índice de grãos, peso de grão por vagem e massa de 100 grãos verdes. A produção e comercialização de feijão verde tem um grande potencial de expansão assim como o processamento de indústrias, principalmente quando está no período de entressafra, onde os preços são mais elevados (RAMOS *et al.*, 2014).

Alguns trabalhos já têm sido discutidos sobre o feijão verde na literatura como é o caso de ensaio de cultivares buscando o genótipo ideal (SILVA *et al.*, 2013b; SOUZA *et al.*, 2019; RAMOS *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2010); e uso de redes de dissimilaridade para formação de genitores (PESSOA *et al.*, 2022a); uso de índices de seleção para verificar genótipos superiores (PESSOA, *et al.*, 2023a).

Além disso, já foi avaliado fenotipicamente genótipos para feijão verde usando variáveis fisiológicas e agronômicas (PESSOA *et al.*, 2022b), interação genótipo x ambiente (ARAÚJO *et al.*, 2021); selecionando genitores contrastantes para formação de populações segregantes (PESSOA *et al.*, 2024) e avaliando tempo de cocção e composição nutricional de genótipos (GOMES *et al.*, 2024).

3.5 Parâmetros usados na identificação de ideótipos em espécies vegetais

Um dos maiores desafios dos programas de melhoramento é desenvolver novos genótipos superiores comparativamente aos já usados, para isso, usam-se plantas mais adaptadas para este fim. O conceito de ideótipo foi inicialmente proposto pelo pesquisador australiano Colin M. Donald (1967), onde definiu que seria “uma forma a partir de uma ideia” e que seria um modelo biológico que se comporta de maneira previsível dentro de um ambiente, e define características positivamente correlacionadas com o rendimento de grãos. Sobretudo, visando o aumento do índice de colheita (ALMEIDA, MUNDSTOCK, SANGOI, 1998).

Donald (1967) afirma ainda que o melhoramento de plantas está apoiado em duas vertentes, a “exclusão de defeitos” e “seleção para rendimento”. Ambos são muito específicos e não levam em conta características intrínsecas do próprio genótipo, ele sugere uma nova filosofia, que é a “criação de plantas ou ideótipos modelos”, que se desenvolvem através da adoção de caracteres-modelos de forma progressiva, podendo partir até da “eliminação de defeitos”, mas no sentido de “incorporação de caráter”.

Mais especificamente, um ideótipo de uma cultura, é um modelo de planta do qual se espera que produza uma maior quantidade ou qualidade do grão, alto teor de óleo, resistente a doenças [...] (DONALD, 1967). Donald e Hamblim (1983) propuseram em seus trabalhos características modelos para qualquer cereal anual, tais como: crescimento ereto, porte baixo, colmo único (ausência de ramificações ou perfilhos), folhagem reduzida, folhas eretas, hábito de crescimento determinado, alto índice de colheita e florescimento precoce para maioria das situações e hábito anual.

Apesar de simples, esse conceito envolve conhecimentos de elucidação de características morfológicas e fisiológicas que atuam no rendimento de grãos (SILVEIRA, MACHADO, 2020), e para a seleção de ideótipos, é imprescindível que se tenha variabilidade genética. Dessa forma, Almeida, Mundstock e Sangoi (1998), versam em seus escritos que para que se possa alcançar o aumento de rendimentos de grãos de cevada é imprescindível que o porte das plantas diminua e que ocorram mudanças no rendimento biológico e vegetativo, no ciclo e massa de grãos. Já para o trigo, ressalta-se a importância do número de grãos por espiga e a presença de muitos colmos.

Apesar de todos estes caracteres, o autor relata que devem ser observadas as correlações negativas que porventura possa haver entre esses caracteres de interesse agrônomo. Pois essa quebra de associação é importante e desejada para o desenvolvimento pleno de um ideótipo, é uma etapa muito difícil, mas pode ser conseguida, usando, sobretudo, linhagens recombinantes.

Existem características mais específicas que se destacam e relacionadas diretamente à qualidade produtiva e ao mercado consumidor, como resistência aos estresses ambientais, a pragas e doenças, capacidade de desempenho eficiente sobre pressões competitivas do ambiente de colheita, além do conhecimento de Ecofisiologia e do uso de marcadores moleculares como ferramenta para auxiliar no acompanhamento da diversidade (SILVEIRA, MACHADO, 2020).

3.6 Identificação de ideótipos para feijão verde

O melhoramento genético visando ideótipos em tem como principal objetivo o aumento do rendimento (SANTOS *et al.*, 2014) da produção e produtividade, pois são controlados por vários genes e sofrem muitas influências ambientais, que dificulta o processo de seleção. Para inferir sobre os aspectos genéticos, utilizam-se, de forma recorrente, os parâmetros genéticos, sobretudo, correlação e herdabilidade, onde o primeiro evidencia o grau

de associação entre caracteres (MEDEIROS *et al.*, 2021) e o segundo a fração herdável do caráter.

As leguminosas são consideradas uma das culturas mais importantes para dieta humana em todo o mundo (BURGOS-EDWARDS *et al.*, 2023). Para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é levada em consideração na busca por um ideótipo, a arquitetura da planta ereta a qual tem sido uma das estratégias para promover a alta produtividade de grãos, a facilidade dos tratos culturais e da colheita mecanizada, as quais evitam o contato da vagem com o solo e ainda podem reduzir a incidência de algumas doenças (SILVA *et al.*, 2013a) e por fim, os teores de clorofila a e b (MELO *et al.*, 2018).

Diante disso, a identificação de um ideótipo para a produção de grãos verdes vai além de características quantitativas, sendo usadas características como cor dos grãos e aspectos sensoriais para a definição de um produto de alta qualidade (SOUSA *et al.*, 2015). A cultura do feijão-caupi apresenta uma variabilidade genética ampla e isto pode ser considerado um fator determinante para o sucesso do potencial produtivo (PESSOA *et al.*, 2022a). Essa variabilidade pode ser em função, sobretudo, do vasto tempo em que esta cultura foi inserida no Brasil, há cerca de 460 anos, que reflete em tempo suficiente para existência de segregação e mutações, sem contar com os cruzamentos antrópicos, que são realizados por diversos grupos de pesquisa (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A definição de um ideótipo dentre a gama de variabilidade genética que pode ser encontrada para a produção de feijão verde é muito importante para o produtor, pois com isso tem-se a seleção de materiais mais vigorosos e com características intrínsecas para tal, pois a partir disso o agricultor ou empresário terão um produto diferenciado, com qualidade, valor competitivo no mercado, maior produção (SOUZA *et al.*, 2019) e rendimento de grãos.

Diante disso, a identificação de um ideótipo para a produção de grãos verdes vai além de características quantitativas, sendo usadas características como cor dos grãos e aspectos sensoriais para a definição de um produto de alta qualidade (SOUSA *et al.*, 2015). Aspectos qualitativos e sensoriais estão sendo estudados para a produção de feijão verde. A facilidade da debulha e conservação pós-colheita são características estão sendo procuradas em genótipos para a produção de feijão verde (ANDRADE *et al.*, 2010). Além destes, são preferíveis as cultivares de grãos brancos ou do tipo sempre verde, pois com o passar do tempo e com a desidratação natural a cor verde é mantida (FREIRE FILHO *et al.*, 2007).

Nesse contexto, dois genes foram encontrados produzindo grãos verdes em feijão-caupi, o que confere excelente padrão comercial do produto. O gene *gt* (*green testa*) e o gene *gc* (*green cotyledon*), que condiciona a testa e o cotilédone da cor verde, respectivamente.

Freire Filho *et al.*, (2007), realizaram cruzamentos para observar o padrão da herança desta característica, e constataram que é um caráter monogênico recessivo, diferente de um outro gene encontrado na literatura, sugerindo outra nomenclatura para os genes em estudo.

Ainda neste contexto, as pesquisas com grãos verdes de feijão-caupi estão direcionando-se para características centesimais e culinárias, como composição mineral e química e tempo de cocção, respectivamente. Gomes *et al.*, (2024), constataram em seus estudos que genótipos de feijão-caupi biofortificados, após o cozimento alteram suas composições nutricionais e a cultivar BRS Tumucumaque teve o terceiro maior tempo de cocção, característica não desejada para grãos imaturos, principalmente com sua função social, de combate à fome oculta.

Outras características como grão de coloração clara, plantas porte ereto e altamente produtivas, baixo tempo de cocção de grãos. (SCHMITZ, LUDWIG, MAMBRIN, 2020), vagens roxas ou verdes (sendo o diferencial na hora da colheita), maturação não uniforme, crescimento indeterminado, fáceis de debulhar e com boa conservação pós-colheita (ROCHA *et al.*, 2006). Sob condições de refrigeração constante e ambiente favorável, a coloração verde em grãos imaturos pode persistir de forma moderada até os 90 dias e a uniformidade até 120 dias.

Os caracteres qualitativos, sobretudo com relação à cor da vagem e cor do grão são considerados pelos consumidores (SOUZA *et al.*, 2006) e devem ser considerados na seleção. Para a produção de feijão fresco, são preferíveis grãos do tipo sempre verde, porém tem sido usados outras colorações, além disso, a facilidade da debulha e boa conservação pós-colheita são características que devem ser levadas em consideração quando se quer identificar ideótipos de leguminosas, principalmente o feijão-caupi para vagens e grãos imaturos (ANDRADE *et al.*, 2010).

No melhoramento genético do feijão-caupi, as seguintes características são avaliadas, produtividade, qualidade de grãos e arquitetura de planta com caule grosso e vigoroso com muitos nós (para permitir a colheita mecanizada), taxa de crescimento que permita que o vegetal tenha uma rápida acumulação de área foliar e taxa fotossintética alta e constante em todas as folhas (MELO *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2009). Logo, a maioria das características citadas para feijão comum pode ser aplicada para o feijão-caupi, visando, sobretudo, alta produção, colheita e qualidade de grãos.

A identificação de genótipos superiores tendo por base apenas uma característica leva ao insucesso de uma cultivar no mercado, principalmente quando não se leva em conta a cor, forma e tamanho dos grãos (BERTINI *et al.*, 2010), ou seja, os grãos que os

consumidores da região optam por consumir. Para cultivo dos grãos verdes no Nordeste, são preferíveis, na maioria das vezes os de coloração branca ou esverdeados, comumente chamados de sempre-verde (FREIRE FILHO *et al.*, 2007), ou de coloração creme.

Araújo *et al.*, 2021, em seus estudos constataram que os teores nutricionais são alterados de acordo com o ambiente em que os genótipos são submetidos, e que o teor de proteína nos grãos de feijão fresco pode variar em função do local de cultivo, efeito da interação genótipo x ambiente e variabilidade genética. Além disso, o peso de grão por vagem verde está fortemente correlacionado com o caráter proteína total, podendo ser usado seleção direta e genótipos mais produtivos. No trabalho de Araújo *et al.* (2021) os genótipos avaliados tiveram menores teores de proteína no município de Pentecoste.

Apesar dessas características serem levadas em conta para selecionar genótipos superiores, é de extrema importância salientar que estas são válidas e indicadas apenas para aquele ambiente do ensaio e, para recomendação de cultivares em outros locais deve-se realizar outros experimentos para avaliar, sobretudo, interferências ambientais e tentar isolar este fator (ALMEIDA, MUNDSTOCK, SANGOI., 1998).

Além destes, também são levados em conta fatores como a precocidade do genótipo, para auxiliar principalmente a colheita mecanizada, maturação uniforme, para que se tenha uma quantidade relativa de grãos para a comercialização e vagens e grãos bem desenvolvidos e feijões nutritivos, como algumas variedades com alto teor de proteínas e outros minerais (GONÇALVES *et al.*, 2020). Desta forma, os melhoristas buscam aliar várias características em uma única cultivar (MELO *et al.*, 2021).

Para a seleção de genótipos superiores os melhoristas lançam mão, sobretudo do uso dos índices de seleção, que permitem análises de múltiplas características e auxiliam na seleção de genótipos. Para tal usa-se todas as características avaliadas buscando uma combinação linear ótima dos genótipos que possuem as melhores características (PESSOA *et al.*, 2022a). A ideia por trás do uso de ideótipos na agricultura é aumentar o seu rendimento e desempenho em campo, com foco na seleção de genótipos que apresentem múltiplas características de interesse econômico simultaneamente (OLIVOTO, NARDINO, 2021).

3.7 Índices de seleção

A seleção usando apenas uma característica tem se mostrado ineficaz no lançamento de novos genótipos superiores, logo o uso de múltiplas características é crucial para tomada de decisão para seleção de genótipos (NARDINO *et al.*, 2022). Desta forma, utiliza-se de forma estratégica o índice de seleção, que permite combinar um complexo de

variáveis que reúnam vários atributos de interesse econômico. Além disso, pode ser identificado como a combinação linear ótima, que permite efetuar a combinação de vários caracteres (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Os índices de seleção são ferramentas utilizadas no melhoramento de plantas possibilitando, uma seleção de genótipos superiores, servindo como um traço teórico para combinar características específicas previamente selecionadas (PESSOA *et al.*, 2023a). Logo, estes índices podem ser definidos como a combinação ótima de vários caracteres, que permite a seleção simultânea (MELO *et al.*, 2021).

Os melhoristas de plantas utilizam-se de certas características e, ao lançar mão do uso do índice de seleção, conseguem obter cultivares mais produtivas e adaptadas por meio da combinação de vários atributos (COUTINHO *et al.*, 2019). Pessoa *et al.* (2023b) usaram o índice de seleção de Mulamba & Mock para identificar acessos superiores quanto a características nutricionais, que seriam indicados para seleção e possíveis cruzamentos, visando sobretudo, a continuação do programa de melhoramento de feijão-caupi biofortificado.

Para a obtenção de genótipos superiores é necessário reunir uma série de atributos favoráveis que confirmem um rendimento maior e que satisfaçam as exigências do mercado interno (VASCONCELOS *et al.*, 2010). Logo, os índices de seleção são de fundamental importância na seleção simultânea baseada em um conjunto de características (PESSOA *et al.*, 2023a) e não em apenas uma, pois simplificaria o processo e poderia levar a recomendações errôneas de cultivares.

O índice clássico foi inicialmente proposto por (SMITH, 1936; HAZEL, 1943), onde consiste em uma combinação linear de valores fenotípicos dos vários caracteres de importância, e os coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico (CRUZ; CARNEIRO, 2003; CRUZ, 2016), neste índice se usa matrizes de variância e covariância fenotípicas e genotípica (SMITH, 1936).

Além disso, este índice requer a inversão de uma matriz de covariância fenotípica e a presença de multicolinearidade pode resultar em matrizes mal condicionadas, coeficientes de índices viesados e, conseqüentemente, predição de ganho genético distantes dos obtidos com a prática da seleção (OLIVOTO, NARDINO., 2021; ADEWUMI *et al.*, 2023). Logo, a análise de correlação entre caracteres é de suma importância para a boa indicação de genótipos.

Quando se avalia um elevado número de caracteres quantitativos, é natural que ocorra comportamentos que fazem com que essas variáveis se correlacionem de tal forma que a seleção de um produz efeito negativo em outro. Logo, para reduzir este problema o índice de seleção é usado, uma vez que irá diminuir o tempo de avaliação para estas respostas indiretas e atingirá de forma rápida e eficaz os genótipos desejados (BIZARI *et al.*, 2017).

A utilização de índices de seleção consiste em estabelecer um novo caráter (multicaráter), que pode ser definido com uma combinação linear ótima dos caracteres envolvidos (MARTINS *et al.*, 2003). Portanto, têm-se uma gama aplicabilidade a depender do foco do programa de melhoramento e podem ser usados como ferramentas para auxiliar na identificação de ideótipos.

Existem vários propósitos os quais os índices de seleção são usados e podem ser encontrados na literatura (BERTINI *et al.*, 2010), como por exemplo: indicação de melhor composição nutricional (PESSOA *et al.*, 2023b), seleção de genótipos superiores (VASCONCELOS *et al.*, 2010, MELO *et al.*, 2021), seleção de genitores superiores e divergentes para a formação de populações segregantes (BERTINI *et al.*, 2010) até mesmo na indicação de genótipos em determinados ambientes (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

Guimarães *et al.*, (2016), usaram o índice clássico para classificar genótipos de melão em diferentes ambientes, no caso, no município de Mossoró-RN e Baraúna-RN, constatando que no município de Baraúna foi possível selecionar um maior número de linhagens e com frutos com maior qualidade. O índice de Mulamba & Mock foi usado por Bertini *et al.* (2010) conduzindo 47 genótipos de feijão-caupi com a finalidade de identificar genótipos superiores e divergentes para serem escolhidos como parentais com maior potencial de cultivo para serem usados na formação de populações segregantes.

Já Paula *et al.* (2002) usaram índices de seleção para seis características quantitativas diferentes na cultura do Eucalipto, e chegaram à conclusão de que os três índices foram bem semelhantes entre si, com uma vantagem para o índice clássico de Smith & Hazel, quando se usou como vetor de pesos econômicos o coeficiente de variação genético de cada característica, possibilitando maiores ganhos.

Melo *et al.* (2014) constataram em seus trabalhos com o índice de seleção Mulamba & Mock na cultura do feijão usando hibridações, mutações induzidas e acessos de Bancos de Germoplasma, que plantas mutantes apresentaram porte ereto e maior diâmetro do caule (auxiliando a mecanização e colheita) e maior teor de clorofila a, que está envolvida na fase fotoquímica da fotossíntese (TAIZ *et al.*, 2017), fotossintetizando mais e gerando mais matéria verde e conseqüentemente altas produtividades.

Um estudo realizado por Bizari *et al.* (2017) avaliando 5 índices de seleção em sete populações segregantes de soja, chegaram à conclusão de que o índice clássico de Smith & Hazel e índice base apresentaram menores variações quanto aos ganhos obtidos nas diferentes situações estudadas e pesos econômicos. Já Alvino *et al.* (2023) avaliando oito genótipos de feijão-caupi em Campina Grande-PB, observaram a resposta correlacionada dos caracteres e os ganhos genéticos com diferentes índices de seleção, nessa perspectiva, concluíram que o índice clássico proporcionou maiores ganhos genéticos e as cultivares costela de vaca, BRS Maratoã e paulistinha foram indicadas.

Ainda nesse contexto, Peixoto *et al.* (2021) avaliando genótipos biofortificados de alface roxa concluíram que o índice clássico e de soma de “*ranks*” proporcionaram maiores ganhos com a seleção de alfaves. Carvalho, Pereira e Silva (2022), testando 36 genótipos de cenoura com diferentes índices de seleção chegaram à conclusão de que o índice clássico de Smith & Hazel promoveu ganhos mais equilibrados na população, sendo este indicado como ferramenta de seleção para promover maiores ganhos.

3.8 Metodologia *Check-All-That-Apply* (CATA)

Dentre as metodologias usadas para análise sensorial, tem-se o *Check-All-That-Apply* (CATA), que se constitui um método simples e promissor na análise sensorial de produtos, ele é aplicado em forma de questionário de respostas múltiplas e muitas vezes abertas para que os provadores possam caracterizar e traçar o perfil sensorial do produto, sendo rápido e fácil de se aplicar (ALCANTARA, FREITAS-SÁ, 2018), podendo facilmente ser usado para caracterização de feijão verde.

O método CATA deixa os participantes livres para descreverem o que sentem ao consumir o produto. Os consumidores podem escolher palavras para descrever o produto durante o teste, os termos podem ser gerados por consumidores oriundo de grupos focais. O perfil de livre escolha permite que o consumidor elenque quantas palavras forem necessárias para descrever o produto, reverberando em uma visão mais precisa e menos dispendiosa da percepção e aceitação do consumidor (DOOLEY, LEE; MEULLENET, 2010).

A metodologia CATA tem sido amplamente usado para caracterização sensorial de produtos alimentares (COSTA *et al.*, 2020). Nascimento *et al.* (2015) utilizaram a metodologia CATA para caracterizar sucos em diferentes regiões do Brasil e concluíram que os provadores da região Sul, diferiram dos provadores da região Nordeste. Ainda assim, Bressani *et al.* (2021) usaram a metodologia para identificar melhores cafés com ou sem informação sobre a composição, e a conclusão foi que a informação influencia os consumidores.

REFERÊNCIAS

- ADEWUMI, Adeyinka Saburi et al. Multi-Trait Selection Index for Superior Agronomic and Tuber Quality Traits in Bush Yam (*Dioscorea praehensilis* Benth.). **Agronomy**, [s. l.], v.13, ed. 3, p. 1-16, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/682>. Acesso em: 14 jan 2024.
- ALCANTARA, Marcela de; FREITAS-SÁ, Daniela de Grandi Castro. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-12, 2018. Disponível em: scielo.br/j/bjft/a/D9JsdtYYvNhWHPxfYWPLgBL/?format=pdf&lang=pt . Acesso em: 12 ago 2023.
- ALMEIDA, Milton Luiz de; MUNDSTOCK, Claudio Mario; SANGOI, Luis. Conceito de ideótipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, ed.2, p. 325-332, 1998. Disponível em: scielo.br/j/ct/a/mb7XLSsfZtjCvf6FWC49Ntg/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 jun 2024.
- ALVINO, Francisco Cássio Gomes et al. Genetic gains in cowpea beans through selection indices Biometric genetics in Cowpea beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) II. **Revista de la facultad de ciencias agrarias**, [s. l.] v. 55, ed. 1, 2023. Disponível em: <https://doaj.org/article/7f143d8e41fa4d0aa11b65ea5998d0d4>. Acesso em: 13 mai 2024.
- ANDRADE, Fabrício Napoleão et al.; Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, ed. 2, p. 253-258, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/vXjm7FjP7Tg9MVr6StDtTbb/>. Acesso em: 13 jan 2024.
- ARAMÉNDIZ-TATIS, Hermes; CARDONA-AYALA, Carlos; ESPITIA-CAMACHO, Miguel. Heritability, genetic gain, and correlations in cowpea beans (*Vigna unguiculata* [L.] (Walp.)). **Revista Colombiana Ciência Hortícola**, Bogotá, v. 15, ed. 2, p. 1-9, 2021. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732021000200008. Acesso em: 8 jan 2023.
- ARAÚJO, Linda Brenna Ribeiro et al. Agronomic potential and genetic diversity of landraces of cowpea of the state of ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, ed. 3, p. 698- 708, 2019. Disponível em: scielo.br/j/rcaat/a/PyHcH5hcmH4mH4rc9mgy7xP/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 14 de out 2023.
- ARAÚJO, Linda Brenna Ribeiro et al. Influence of the environment and production components on the protein content of green cowpea grain. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52. ed. 2, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/V68WPRTRQVc4f6k9CMcZPJj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 1 fev 2024.
- BASTOS, Edson Alves et al. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resource and Irrigation Management**, Campina Grande, v.1, ed. 1, p. 31-37, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/948927/1/WRIM.pdfP.3137.pdf>. Acesso em: 13 mai 2023.

BERTINI, Cândida Hermínia Campos de Magalhães et al. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, ed. 4, p. 613-619, 2010. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/GZmvdNgwkJDRj4x3gnkqmtB/>. Acesso em: 14 de nov 2023.

BIZARI, Eduardo. Henrique et al. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 1, p. 110-117, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/z3hyMyygmLPmQCMJn6s7DJR/>. Acesso em: 07 out 2023.

BORGES, Vinícios et al. Sources of resistance to black aphid in cowpea varieties used as green grains. **EntomoBrasília**. [s. l.] v. 13, ed. 9, p. 1-5, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348173023_Sources_of_resistance_to_black_aphid_in_cowpea_varieties_used_as_green_grains#fullTextFileContent. Acesso em: 12 ago 2023.

BOUKAR, Ousmane et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, [s. l.] v. 138, ed. 4, p. 415–424, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pbr.12589>. Acesso em: 14 nov 2023.

BOUKAR, Ousmane et al. Genomics Tools in Cowpe Breeding Programs: Status and Perspectives. **Frontiers in plant science**, [s. l.] v. 7, ed. 57, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00757/full>. Acesso em: 13 dez 2022.

BRESSANI, Ana Paula Pereira et al. Into the minds of coffee consumers: perception, preference, and impact of information in the sensory analysis of specialty coffee. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, ed. 2, p. 667-675, 2021. Disponível em: [scielo.br/j/cta/a/cSjz6CM9ScRVL6KHypQdyYy/?format=pdf&lang=en](https://www.scielo.br/j/cta/a/cSjz6CM9ScRVL6KHypQdyYy/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 22 mai 2023.

CARBONELL, Sérgio Augusto Morais et al. Tamanho de grãos comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, ed. 10, p. 2067-2073, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LkTBS6NBBCXLxXQ8RmrWmLr/>. Acesso em: 22 ago 2023.

CARVALHO, Agnaldo Donizete Ferreira de; PEREIRA, Gabriel Emiliano; SILVA, Giovani Olegário da. Estimates of genetic gains in the carrot using different selection indices. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 16, ed. 1, p.1-14, 2022. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/7154>, Acesso em: 25 jan 2023.

CEASA, **Central de abastecimento do estado do Ceará**, CE – principais produtos hortigranjeiros comercializados, 2023. Disponível em: <https://www.ceasa-ce.com.br/principais-produtos/>. Acesso em: 16 jan 2024.

COELHO, Tiago José da Silva; COELHO, Robson Rogério Pessoa; SANTOS, Vanessa. Silva. Caracterização do rendimento em grãos verdes de feijão-caupi, In: IV Encontro Nacional da Agroindústria, 2018, João Pessoa, Anais eletrônicos, Campinas, Galoá, 2018 Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2018/trabalhos/caracterizacao-do-rendimento-em-graos-verdes-de-feijao-caupi?lang=pt-br>. Acesso em: 25 jan 2024.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento** - Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2023/24. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 15 jan 2024.

CORREA, Agnor Martinho et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, ed. 1, p. 88-94, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/H6GMgK66bbMQRB5GmW7tKhJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 set 2022.

COSTA, Juliana Nascimento da et al. Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Journal of Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, ed. 2, p. 496-502, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/p9bmHrCNmCChWMCxJpWGPDy/?format=html>. Acesso em: 14 out 2024.

COUTINHO, Givago et al. Multivariate analysis and selection indices to identify superior quince cultivars for cultivation in the tropics. **HortScience hots**, [s. l.] v. 54, ed. 8, p.1324–1329, 2019. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/54/8/article-p1324.xml?rskey=sQUXTy>. Acesso em: 22 mai 2023.

CRUZ, Come Damião; CARNEIRO, Paulo Crescêncio Souza. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**.ed. 2., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CRUZ, Cosme Damião. GENES - um software para análise em estatística experimental e genética quantitativa. **Acta Scientiarum. Agronomia**, Maringá, v. 35, ed. 3, p. 271-276, 2013. Disponível em: [scielo.br/j/asagr/a/7rm4LJLC37hGrFj49byTdwR/?format=pdf&lang=en](https://www.scielo.br/j/asagr/a/7rm4LJLC37hGrFj49byTdwR/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 23 jun 2023.

CRUZ, Cosme Damião. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, ed. 4, p. 547-552, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/sLvDYF5MYv9kWR5MKgxb6sL/>. Acesso em: 21 fev 2024.

DHAKAL, Ramesh; BHARDWAJ, Harbans. Alternative Use of Black and Navy Beans as Green Shell Beans. **Hortscience**, v. 59, ed. 6, p. 1-2, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/hortsci-article-p831%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/hortsci-article-p831%20(1).pdf). Acesso em: 24 abr 2024.

DONALD, Colin Malcolm. The breeding of crop ideotypes. **Euphytica**, Netherlands, v.17, n.3, p. 385-403, 1967. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/BF00056241%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/BF00056241%20(3).pdf). Acesso em: 24 mar 2024.

DONALD, Colin. Malcolm; HAMBLIN, John. The convergente evolution of anual seed crops in agriculture. **Advances in Agronomy**, Netherlands, v.36, ed. 1, p.97-139, 1983. doi: Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308603533>. Acesso em: 14 de mai 2024.

DOOLEY, Lauren; LEE, Young-Seung; MEULLENET, Jean-François. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, ed. 4, p. 394-401, 2010. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329309001554>. Acesso em: 14 jan 2024.

DOVALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**, Viçosa- MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2017.

DUARTE, Ennya Cristina Pereira dos Santos et al. Nutritional and cooking quality of grains from different commercial classes of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Revista observatorio de la economia latino-americana**, Curitiba, v.22, ed. 2, p. 01-27. 2024.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/378224337_Nutritional_and_cooking_quality_of_grains_from_different_commercial_classes_of_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp. Acesso em: 07 jan 2024.

EDUARDE-BURGOS, Alberto et al. Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and α -Glucosidase Inhibition of Boiled Green Beans and Leaves from Chilean Phaseolus vulgaris. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.78, ed. 1, p. 762–767, 2023. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-023-01111-4>. Acesso em: 14 fev 2024.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. In: ALBUQUERQUE, Ana Christina Sagebin; SILVA, Aliomar Gabriel (ed.).

Agricultura tropical quatro décadas de inovação tecnológicas, institucionais e políticas, v. 1, Embrapa informação tecnológica, Brasília, DF, 2008. Cap. 7. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/124265>. Acesso em: 24 set 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2011. 84p.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. **Anais do II CONAC: Congresso Nacional do Feijão-Caupi**, Sorriso, MT, 2009. Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de feijão-caupi, na cidade de Sorriso, MT. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165733/1/CONAC2p120.pdf>. Acesso em: 25 ago 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi, **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, ed. 3, p. 286-290, 2007. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/83850>. Acesso em: 14 jul 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Seleção de famílias de feijão-caupi de grãos verde para processamento industrial. **4º Congresso brasileiro de melhoramento de plantas**, Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2007. Trabalho apresentado no 4º Congresso brasileiro de melhoramento de plantas, 2007, na cidade de Lavras. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/66075/1/Selecao-de-familias-de-feijao-caupi2.pdf>. Acesso em: 22 jun 2023.

FREITAS, Thaisy Gardênia Gurgel de et al. Green bean yield and path analysis in cowpea landraces. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 29, ed. 4, p. 866 – 877, 2016. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/ZxrRjr3RGTR78dcFdYHSBHy/>. Acesso em: 25 de abr 2024.

GERRANO, Abe Shergo et al. Genotype-by-Environment Interaction for the Contents of Micro-Nutrients and Protein in the Green Pods of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Agriculture**, [s.l.], v.12, ed.5, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/4/531>. Acesso em: 14 jan 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Chemical na mineral composition of the raw and cooked immature grains os cowpea genotypes. **Caatinga**, Mossoró, v.37, ed. 1, 2024. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tr7ksgKSSRRXwpDWjRppdnL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 07 jan 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Composição química e valor energético total de grãos imaturos de linhagens e cultivares de feijão-caupi. In: CORDEIRO, Carlos Alberto Martins; SILVA, Evaldo Martins da; EVANGELISTA-BARRETO, Norma Suely (Orgs). **Ciência e tecnologia de alimentos: pesquisa e prática contemporâneas**. Científica digital, Guarujá, v. 2, 2021. cap. 25. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1135778/1/Livro-Ciencia-Tecnologia.pdf>. Acesso em: 22 abr 2024.

GONÇALVES, Fabíola Viana et al. Protein, Phytate and Minerals in Grains of Commercial Cowpea Genotypes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 92, ed. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/6vWQHn6GhtYyN9ZDsr3NYRn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 22 jan 2023.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira de Moura et al. Parcelamento de doses de K₂O sobre a produção de feijão-caupi. **Scientia Plena**, v.16, ed. 8, p. 1-9, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344465843_Parcnelamento_de_doses_de_K_2_O_sobre_a_producao_de_feijao-caupi_Splitting_and_K2O_doses_on_cowpea_production. Acesso em: 14 de jan 2024.

GUIMARÃES, Isaias Porfírio et al. Interference of genotype-by-environment interaction in the selection of inbred lines of yellow melon in an agricultural center in Mossoró-Assu, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, ed. 1, p. 51-59, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/295891897_Interference_of_genotype-by-environment_interaction_in_the_selection_of_inbred_lines_of_yellow_melon_in_an_agricultural_center_in_Mossoro-Assu_Brazil#fullTextFileContent. Acesso em: 24 jan 2023.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Iowa, v. 28, ed. 6, p. 476-490, 1943. Disponível em: <https://academic.oup.com/genetics/article/28/6/476/6033171>. Acesso em: 14 mar 2024.

JEAN, Albert; ROCHA, Maurisrael Moura. Avaliação do teor de zinco no grão de populações F2 de feijão-caupi. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 2, ed. 3, p. 08, 2021. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/1593>. Acesso em: 01 jan 2023.

JHA, Uday Chand et al. Heat stress and cowpea: genetics, breeding and modern tools for improving genetic gains. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 25, ed. 4, p. 645–653, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40502-020-00544-2.pdf>. Acesso em: 23 out 2024.

LIMA, Eliza Dorotea Pozzobon de Albuquerque (Org.) et al. **Feijão-caupi verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.): aspectos de pós colheita, processamento mínimo, processamento em conserva**. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2004.

MARTINS, Ildeu Soares et al. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, ed. 3, p.327-333, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/HvxZjJCqpZgrYxFhXzXqWYD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jul 2023.

MEDEIROS, Mariana Dias. De et al. Estudos biométricos em feijão-caupi no Município de Pombal – PB. **Ciências Rurais em Foco**, [s. l.], v. 3, ed.1, p. 167-174, 2021. Disponível em: https://www.bing.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F350426262_Estudos_biometricos_em_feijao-caupi_no_Municipio_de_Pombal_-_PB&cvid=3959e82cb4f94c189bf99f61645d85f2&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOjIGCAEQRRg50gEINDA4MWowajSoAgCwAgA&FORM=ANAB01&PC=LCTS. Acesso em: 22 nov 2023.

MELO, Leane Fialho de et al. GGE biplot analysis to recommend cowpea cultivars for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 33, ed. 2, p. 321 –331, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/WbrQK6GDFDVxq5JpN5WZ38g/?lang=en>. Acesso em: 30 jan 2024.

MELO, Leane Fialho de et al. Selection index for recommendation of cowpea cultivars for green bean production. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, ed. 3, p. 1-9, 2021. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/84981>. Acesso em: 14 out 2023.

MELO, Natália Quaresma Costa et al. Chemical characterization of green grain before and after termal processing in biofortified cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 5, p. 811-816, dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/Y9dKLbbhKpfbqbs5YkZWYtq/>. Acesso em: 14 dez 2024.

MELO, Rita Carolina de et al. Seleção de ideótipos no melhoramento genético de feijão para caracteres agronômicos e fisiológicos. **Revista da jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega**, Campinas, v. 15, ed. 3, p. 1480-1494, 2018, Disponível em: <https://1library.org/document/z1e5xldy-selecao-ideotipos-melhoramento-genetico-feijao-caracteres-agronomicos-fisiologicos.html>. Acesso em: 24 jan 2024.

MOREIRA, Priscila Ximenes et al. Estrutura e Composição Química do Feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: BRITO, Edy Sousa de (Org.). **Feijão-Caupi**, ed.1, Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, p. 13-24. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/319645208_Estrutura_e_Composicao_Quimica_do_Feijao-Caupi_Vigna_unguiculata_L_Walp_2007>. Acesso em: 22 dez 2023.

NARDINO, Maincon et al. Understanding drought response mechanisms in wheat and multi-trait selection. **Plos one**, [s. l.], v. 17, ed. 4, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0266368>. Acesso em: 14 out 2023.

NASCIMENTO, Francisca Silvana Silva et al. Estimativa da diversidade de variedades tradicionais de feijão-caupi do Acre com marcadores SSR. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 5, ed. 1, p. 287-302, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/6529>. Acesso em: 25 mar 2024.

NASCIMENTO, Renata Quartieri et al. Study on the sensory acceptance and check all that apply of mixed juices in distinct Brazilian regions. **Food Science and Technology**, Campinas v. 40, ed. 2, p. 708-717, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Vr3dw5fmvwdxR7Jw3mFBTWG/>. Acesso em: 22 jan 2023.

OLIVEIRA, Ademar Paulo et al. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, ed. 2, p. 180-182, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/JbK5hVHdFYD6MqKWVFqmJdz/>. Acesso em: 12 dez 2023.

OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos de et al. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, [s. l.] v.10, ed.14, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1136562/1/ProducaoAlimentosBaseFeijaoCaupiRSD2021.pdf>. Acesso em: 23 jul 2023.

OLIVEIRA, Eliane de et al. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta amazônica**, Amazônia, v. 45, ed. 3, p. 243-254, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/fGJN3QCwCQ5csZ7j86CtDvN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr 2024.

OLIVOTO, Tiago.; NARDINO, Maicon. MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments. **Bioinformatics**, [s. l.] v. 37, ed. 10, 2021, p. 1383–1389. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/37/10/1383/5998663>. Acesso em: 25 mai 2024.

PAULA., Rinaldo Cesar de et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, ed. 2, p. 159-165, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/49nC4ZCZ9M9ZXjxQ4BBRq4L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 jul 2023.

PEIXOTO, Joicy Vitória Miranda et al. Genetic parameters and selection indexes for biofortified red leaf lettuce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, ed.2, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ph4CZhBpwGDftZtCTmNYF7j/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 14 jan 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Combining ability of cowpea genotypes for green grain production. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 71, ed.7, p. 1-7, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/MhD67VjW8pYqYYKvRYmb9Xm/>. Acesso em: 14 fev 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Genetic parameters and selection indices of cowpea genotypes for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 36, ed. 2, p. 310-319, 2023a. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370975876_Genetic_parameters_and_selection_indices_of_cowpea_genotypes_for_green_grain_production. Acesso em: 14 out 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Prospection of cowpea genotypes for green-grain production. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.53, ed.2, 2022b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/ZyTzFkpvsym93Cdvc9S43Gr/>. Acesso em: 15 jan 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Selection in cowpea genotypes for nutritional traits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.27. ed.6, p.496-502, 2023b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wCgYmQrwrWmpBwk5XCbXwn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 23 out 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Similarity networks in genotypes of *Vigna unguiculata* (L.) Walp for green-grain production. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, ed. 7, p. 928-932, 2022a. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-\(L.\)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1](https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-(L.)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1). Acesso em: out 2022.

RAMOS, Danilo Pereira et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes em Gurupi, Tocantins. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Pombal, v. 10, ed. 5, p. 160-164, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3640>. Acesso em: 14 fev 2023.

RAMOS, Hebert Marcos Moreira et al. Produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, ed. 4, p. 683-694, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/xvfc6wKFrpQj8Gq8666j5cj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set 2023.

ROCHA, Maurisrael de Moura et al. Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 67**, Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/69400/avaliacao-agronomica-de-genotipos-de-feijao-caupi-para-producao-de-graos-verdes>. Acesso em: 23 nov 2023.

ROCHA, Maurisrael de Moura et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília. v. 44. ed.3. p.270-275, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/k8YkMQSHNQxSxY59mq6yXsv/>. Acesso em: 14 out 2023.

SANTANA, Sergio Rogério Alves et al. Correlações em componentes de produção de feijão-caupi cultivado em ambiente de sequeiro na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, ed.11, p. 734-743, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/365398679_Correlacoes_em_componentes_de_producao_de_feijao-caupi_cultivado_em_ambiente_de_sequeiro_na_Zona_da_Mata_Norte_de_Pernambuco_Correlations_in_production_components_of_cowpea_cultivated_in_rainfed_envir. Acesso em: 25 out 2023.

SANTOS, Adriano dos et al. Correlations and path analysis of yield components in cowpea. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, ed. 2, p. 82-87, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/cbNpv8PB9qHcG3VknctSWjP/>. Acesso em: 14 abr 2024.

SCHMITZ, Heloisa; LUDWIG, Rodrigo Luiz; MAMBRIN, Riteli Baptista. Caracterização morfoagronômica de feijões de grãos especiais. **Enciclopédia biosfera – Centro Científico Conhecer**, Jandaíra, v. 17, ed. 34, p. 83-96, 2020. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/caracterizacao.pdf>. Acesso em: 8 jan 2023.

SILVA, Edson Fábio da et al. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para a produção de grãos verdes em Serra Talhada – PE. **Caatinga**, Mossoró. v.26. ed.1. p. 21-26, 2013b. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2650>. Acesso em: 26 jun 2023.

SILVA, Johny de Souza et al. Mechanisms of tolerance to water deficit and physiological responses to rehydration in cowpea. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, ed. 3, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/Shm9qDH4gdhYJHY49vyLn8m/>. Acesso em: 14 fev 2024.

SILVA, Lígia Renata Almeida da et al. Avaliação agronômica de genótipos de feijão-caupi para feijão verde, **II congresso brasileiro de recursos genéticos**. Belém-PA., 2012. Trabalho apresentado no II Congresso brasileiro de recursos genéticos, na cidade de Belém. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77386/1/506.pdf>. Acesso em: 26 jan 2024.

SILVA, Vanessa Maria Pereira e et al. Genetic potential of common bean parents for plant architecture improvement. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 70. ed. 3. p. 167-175, 2013a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/3R5wGNbXZYBRNtTgtcdBs8R/>. Acesso em: 26 jan 2023.

SILVEIRA, Diógenes Cecchin; MACHADO, José Maia **Caracterização do ideótipo agrônômico**. In: SILVA, Antônio Gonzalez da; CARVALHO, Ivan Ricardo; MAGANO, Deivid Araújo. (Org.). **A cultura da aveia: da semente ao sabor de uma espécie multifuncional**. Editora CRV, Curitiba, v. 1, ed. 1, p.65-86, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344758952_A_CULTURA_DA_AVEIA_da_semente_ao_sabor_de_uma_especie_multifuncional. Acesso em: 14 out 2023.

SMITH, Harry Fairfield. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, Canberra – Austrália, v. 7, ed. 3, p. 240-250, 1936. Disponível em:

<https://gwern.net/doc/genetics/selection/artificial/index-selection/1936-smith.pdf>. Acesso em: 24 mai 2024.

SODO, Abdoul Moumouni Iroet al. Current status of molecular tools development for cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] improvement. **African Journal of biotechnology**, [s. l.], v. 22, ed. 8, p. 126-137, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373547150_Current_status_of_molecular_tools_development_for_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp_improvement. Acesso em: 14 dez 2023.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura et al. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, ed. 5, p. 392-398, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Jm8CnLbV7dFRZZj3KV8GHgw/>. Acesso em: 14 jan 2023.

SOUSA, Terezinha de Jesus Feitosa de et al. Simultaneous selection for yield, adaptability, and genotypic stability in immature cowpea using REML/BLUP, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.54. ed.1, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/tbPMTdHdjBfjCZQMh5hRw5CQ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 de set 2023.

SOUSA, Valdemício Ferreira; NUNES, Guilhermina Maria Vieira Cayres. Aspectos socioeconômicos da cultura do feijão-caupi. In: SOBRINHO, Athaide Cândido et al. (Orgs.) **Tecnologia de produção de feijão-caupi irrigado para consumo de grãos imaturos (verdes) na baixada maranhense**. Embrapa Cocais-MA, ISSN: 2394-8523, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153904/tecnologias-de-producao-de-feijao-caupi-irrigado-para-consumo-de-graos-imaturos-verdes-na-baixada-maranhense>>. Acesso em: 25 de março de 2024. ISSN: 2394-8523. Cap. 1 e 4.

SOUZA, Flávio de França et al. **Genótipos de feijão-caupi para cultivo nas várzeas do Rio Madeira, em Rondônia**. Comunicado técnico 308 – Porto Velho-RO, novembro de 2006. ISSN: 0103-9458. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/710698/1/cot308feijaocaupi.pdf>. Acesso em: 25 nov 2023.

SOUZA, Karla Nascimento de et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes em Mossoró-RN. **Colloquium Agrariae**, [s. l.], v.15, ed.1, p. 9-14, 2019. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2438>. Acesso em: 23 ago 2023.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. ISBN: 978-85-8271-367-9.

TAVARES, Romayana Medeiros de Oliveira et al. Blanching Effect on the Quality and Shelf-Life Characteristics of Fresh Cowpea Grains [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Foods**, [s. l.] v. 11, ed. 9, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/9/1295>. Acesso em: 25 mai 2024.

TOMAZ, Francisco Linco de Souza et al. Indication of cowpea cultivars for the production of dry grain in the state of Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 53, ed. 2, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/PSnpPG5DKhnBtkf8RrLJtJ/>. Acesso em: 29 mar 2024.

VASCONCELOS, Edmar Soares de et al. Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Ceres**, Viçosa, v. 57, ed. 2, p. 205-210, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/q4bXdKhwKv8BMnRrZ6JR6Nj/>. Acesso em: 26 abr 2023.

VIEIRA, Maria Marlene da Silva; BEZERRA, Júlia Medeiros; SANTOS, Adriana Ferreira dos. Avaliação de compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. **Research. Society and Development**. [s. l.] v. 10, ed. 7, p. 1-11, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352493978_Avaliacao_dos_compostos_bioativos_c_apacidade_antioxidante_em_cultivares_de_feijao-caupi_Vigna_unguiculata_L_imaturo_cru_cozido_e_seus_caldos_de_coccao. Acesso em: 13 jan 2024.

CAPÍTULO II

Uso de índice paramétrico na identificação de variedades de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes

Use of parametric index to identify cowpea varieties with potential for green grain production

**Itamar Gomes Lobo Filho^{1*} Cândia Hermínia Campos de Magalhães Bertini¹
Júlio Cesar DoVale¹ Tomil Ricardo Maia de Sousa¹ Angela Maria dos Santos Pessoa²**

RESUMO

O mercado de vagens e grãos verdes carecem de genótipos adequados e produtivos para alavancar esta indústria no Brasil. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar 15 genótipos de feijão-caupi por meio de características quantitativas e qualitativas e indicar ao menos um com potencial para produção de grãos verdes. O experimento foi conduzido na cidade de Pacajus-CE e o delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com 3 repetições, composto por parcelas de 4 fileiras com 12,0 m cada e 1,5 m entre fileiras, as duas fileiras centrais foram usadas como área útil e a irrigação foi via gotejo. Foram avaliados caracteres quantitativos, como massa de vagens verdes, produtividade de vagens e de grãos e rendimento e qualitativos como facilidade de debulha e presença de película e pigmento nos grãos. Os genótipos Pingo de Ouro – Local, Paulistinha Baraúna e Pingo de ouro – BAG não diferiram entre si para variáveis quantitativas, e para variáveis qualitativas o genótipo testemunha e Paulistinha - Baraúna foram diferentes apenas quanto a forma do grão verde. Há variáveis correlacionadas, não sendo necessário avaliar todas para indicação de genótipos. O índice de seleção demonstrou ganhos médios negativos e nulos para as variáveis número de vagens verdes por planta e índice de grãos verdes. Diante disso, para produção de grãos verdes nestas condições para caracteres quantitativos e qualitativos, são indicados os genótipos Pingo de Ouro – Local e Paulistinha – Baraúna.

Palavras-chave: grãos imaturos, índices de seleção, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

The market for green beans and grains lacks suitable and productive genotypes to leverage this industry in Brazil. Therefore, the objective of this study was to evaluate 15 cowpea genotypes through quantitative and qualitative characteristics and indicate at least one with

potential for green grain production. The experiment was conducted in the city of Pacajus-CE and the experimental design used was randomized blocks with 3 replications, composed of plots of 4 rows with 12.0 m each and 1.5 m between rows, the two central rows were used as useful area and irrigation was via drip. Quantitative traits were evaluated, such as green pod mass, pod and grain productivity and yield, and qualitative traits such as ease of threshing and presence of film and pigment in the grains. The genotypes Pingo de Ouro – Local, Paulistinha Baraúna and Pingo de Ouro – BAG did not differ from each other for quantitative variables, and for qualitative variables the control genotype and Paulistinha – Baraúna were different only in terms of the shape of the green grain. There are correlated variables, and it is not necessary to evaluate all of them to indicate genotypes. The selection index showed negative and null average gains for the variables number of green pods per plant and green grain index. Therefore, for the production of green grains under these conditions for quantitative and qualitative traits, the genotypes Pingo de Ouro – Local and Paulistinha – Baraúna are indicated.

Key words: immature grains, selection index, *Vigna unguiculata*.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma planta de origem africana introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos europeus, pelo estado da Bahia (OLIVEIRA et al., 2021). É uma cultura versátil que é adaptada a diversos sistemas de produção, seus grãos são consumidos secos ou frescos, tendo este último uma grande demanda no mercado (MELO et al., 2021), muito em função de serem saborosos e nutritivos (JHA et al., 2020).

O estado do Ceará é um dos maiores consumidores e produtores de grãos da região Nordeste (MELO et al., 2020). Sua produção em 2023 foi de 368,1 mil hectares e 115,6 mil toneladas, com uma produtividade média de 314 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024), sendo uma das maiores áreas plantadas da região Nordeste. Em 2023 o estado do Ceará teve um volume acumulado de comercialização de grãos verdes de 3.172,82 toneladas, e 99,9% desta produção foi oriunda do próprio estado (CEASA, 2023).

Os grãos verdes são assim chamados por apresentarem umidade em torno de 60 a 70%, um pouco antes ou depois da fase de acúmulo de fotossintatos (MELO et al., 2017). O consumo de feijão verde é uma tradição no Nordeste brasileiro e a culinária a base de feijão verde permite elaborar pratos típicos muito saborosos e saudáveis, pois esse legume constitui

um alimento com valor calórico baixo, que vem se expandindo gradualmente no Ceará e Brasil (ANDRADE et al., 2010; GOMES et al., 2024).

Apesar de esforços do melhoramento genético, ainda não se tem uma cultivar específica para a produção de grãos verdes para o Ceará (SOUSA, 2018). Esse fato, aliado à pouca assistência técnica, faz com que a produtividade da região seja considerada baixa (SOUZA et al., 2019). Além disso, a falta de padronização dos grãos para o setor de embalagem conduz a perdas. Diante disso, os estudos com caracteres quantitativos e qualitativos e parâmetros genéticos, são necessários para aumentar o rendimento de grãos verdes (SANTOS et al., 2014).

Os caracteres quantitativos e qualitativos são frequentemente usados na indicação de cultivares superiores. Além desses, a cor após o cozimento, quantidade de grãos inteiros após o cozimento, cor do grão, sabor, aroma [...] (CARBONELL et al., 2010). Ademais, caracteres mais complexos geralmente são relacionados no processo de seleção uma vez que atuam sobre o rendimento e a produtividade de grãos (OLIVOTO; NARDINO, 2021).

Quando se avalia um elevado número de caracteres quantitativos, é natural que ocorra comportamentos que fazem com que essas variáveis se correlacionem de tal forma que a seleção de um produz efeito negativo em outro, logo a mensuração dessas variáveis significativamente correlacionadas é importante, podendo ser usadas técnicas multivariadas (PESSOA et al., 2022a). Para indicação de genótipos o índice de seleção é usado, uma vez que diminui o tempo de avaliação para estas respostas indiretas e atinge de forma rápida e eficaz os genótipos desejados (BIZARI et al., 2017).

O índice clássico foi inicialmente proposto por (SMITH, 1936; HAZEL, 1943), onde consiste em uma combinação linear de valores fenotípicos dos vários caracteres de importância, e os coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico (CRUZ; CARNEIRO, 2003; CRUZ, 2016), neste índice se usa matrizes de variância e covariância fenotípicas e genotípica (SMITH, 1936).

Além disso, este índice requer a inversão de uma matriz de covariância fenotípica e a presença de multicolinearidade pode resultar em matrizes mal condicionadas, coeficientes de índices viesados e, conseqüentemente, predição de ganho genético distantes dos obtidos com a prática da seleção (OLIVOTO, NARDINO., 2021; ADEWUMI et al., 2023). Logo, a análise de correlação entre caracteres é de suma importância para a boa indicação de genótipos.

Vários trabalhos são relatados com os índices clássicos, como por exemplo: para a classificação de genótipos em diferentes ambientes (GUIMARÃES et al., 2016), avaliação de populações segregantes (BIZARI et al., 2017), classificação de genótipos de alface roxa (PEIXOTO et al., 2021) e genótipos de cenoura (CARVALHO, PEREIRA, SILVA, 2022).

O objetivo do trabalho foi avaliar com base em caracteres quantitativos e qualitativos genótipos com potencial para produção de grãos verdes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material vegetal

O experimento foi realizado na cidade de Pacajus-CE, situada na latitude 4°10'21'' S e longitude 4°10'21'' W e a 73,9 metros de altitude. O clima do município é classificado como Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Subúmido, a precipitação média anual é de 791,4 mm, a temperatura média anual varia de 26 °C a 28 °C e o período chuvoso ocorre entre janeiro e abril. Os solos predominantes são Areias Quartzosas Distróficas e Bruno não Cálculo, segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017).

Foram avaliados 15 genótipos de feijão-caupi, sendo dois usados para produção comercial de feijão verde no estado do Ceará e do Rio Grande do Norte, enquanto 12 são acessos provenientes do Banco Ativo de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC) e um acesso é oriundo do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte (tabela 1). Estes genótipos foram escolhidos com base em experimentos anteriores.

Tabela 1: Informações gerais sobre os 15 (quinze) genótipos de feijão-caupi avaliados, Pacajus-CE, 2022.

Nº	Genótipos	ID BAG	Classe/Subclasse comercial	Procedência
1	Pingo de Ouro – Local	-	Cores/Canapu	Variedade local – Pacajus
2	BR 17 Gurgueia	CE-935	Cores/Sempre verde	Cultivar - BAG – UFC
3	BRS Guariba	CE-934	Branco/Branco Liso	Cultivar - BAG - UFC
4	Paulistinha	CE-939	Cores/Canapu	Cultivar - BAG – UFC
5	BRS Tumucumaque	CE-978	Branco/Branco liso	Cultivar - BAG

6	Sempre Verde	CE-025	Cores/Sempre verde	– UFC Cultivar - BAG
7	Pingo de Ouro - BAG	CE-930	Cores/Sempre verde	– UFC Cultivar - BAG
8	BRS Pajeú	-	Cores/Mulato	– UFC Cultivar - BAG
9	Abacate	CB – 04	Cores/Mulato	– Embrapa Meio-Norte Variedade crioula - BAG - UFC
10	BRS Juruá	CE-942	Cores/Verde	Cultivar - BAG - UFC
11	BRS Aracê	CE-943	Cores/Verde	Cultivar - BAG - UFC
12	BRS Pujante	CE-940	Cores/Mulato	Cultivar - BAG – UFC
13	Setentão	CE-596	Cores/Sempre verde	Cultivar - BAG – UFC
14	Bengala	CE-002	Cores/Mulato	Cultivar - BAG – UFC
15	Paulistinha - Baraúna	-	Cores/Canapu	Variedade local - RN

O preparo do solo foi realizado com aração utilizando-se arado de disco em dois sentidos diferentes (vertical e horizontal). A adubação foi realizada com a proporção 6-24-12 (de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, respectivamente) em modelo de fileira simples. Para controle da lagarta Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) foi usado Lanati e Klorpan, já para controle da larva minadora o inseticida Abomexi e para cigarrinha foi usado Acefato. Para controle de plantas espontâneas foi usado o herbicida herbadoque e glifosato antes do plantio e duas capinas manuais após o plantio.

Foi realizada uma análise de solo da área, de acordo com a metodologia de Teixeira et al. (2017), com os resultados: pH (em água) 7,2; C.E (dS/m) 0,35; M.O (g/kg) 6,25; P (mg/kg) 25; K (cmol_c/kg) 0,09; Ca (cmol_c/kg) 1,40; Mg (cmol_c/kg) 0,90; Na (cmol_c/kg) 0,13; C (g/kg) 3,78; N (g/kg) 0,38; C/N 10; Al (cmol_c/kg) 0,00; H+Al (cmol_c/kg) 0,66; S (cmol_c/kg) 2,5; T (cmol_c/kg) 3,2; V% 79; m% 0; PST 4.

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com três repetições. A semeadura foi realizada com duas sementes por cova e as parcelas experimentais constituídas de quatro fileiras de 12,0 m, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 1,5 m entre fileiras,

sendo as fileiras centrais consideradas como área útil, sem a necessidade de desbaste. A irrigação foi feita diariamente via gotejamento, com duração de duas horas por dia do semeio até a floração de pelo menos 50% da parcela e de duas horas e meia da floração até o fim da colheita.

Caracteres Avaliados

Para os caracteres quantitativos foram avaliadas: massa de vagem verde (MVV) (média da massa de 10 vagens verdes, em gramas), comprimento de vagem verde (COMPVV) (média do comprimento de 10 vagens verdes, em centímetros), número de vagem verde por planta (NVVP) (número de vagens verdes colhidas na área útil), número de grãos de vagens verdes (NGVV) (média da quantidade de grãos em 10 vagens verdes), massa de grãos de vagens verdes (MGVV) (massa correspondente a média dos grãos de 10 vagens verdes, em gramas), massa de 100 grãos verdes (M100GV) (massa de 100 grãos verdes, em gramas), índice de grãos verdes (IGV) (razão da massa de vagem verde pela massa de grão verde, percentual), produtividade de grãos verdes (PROTGV) (calculado pelo peso de grãos verdes por planta, em kg ha^{-1}), produtividade de vagens verdes (PROTVV) (calculado pelo peso de vagem verde por planta, em kg ha^{-1}) e rendimento de grãos verdes (RENDGV) (oriundo da divisão de massa total de grãos verdes colhidos pela massa total de vagens verdes colhidos, em percentual).

Para caracteres qualitativos foram avaliados: facilidade ou dificuldade na debulha (levando em conta a debulha manual das 10 vagens); presença ou ausência de pigmentos (observação dos grãos debulhados e verificação de algum pigmento); presença ou ausência de película nas sementes (observado se teria película ao redor dos grãos); formato do grão (avaliado após a debulha das vagens verdes); cor do tegumento do grão verde (avaliado após a debulha de 10 vagens verdes); número de dias para o início do florescimento (NDIF) (número de dias do semeio a floração de 50% da parcela); número de dias para o início da colheita de vagens verdes (NDICVV) (número de dias entre a floração e a colheita de pelo menos uma vagem). Estes descritores foram oriundos de conversas com empresários do ramo e do Biodiversity International (2007).

Análises estatística

O coeficiente de correlação fenotípica de Pearson foi estimado para identificar relação entre os caracteres quantitativos. As análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2018) com o auxílio do pacote *Hmisc*. Posteriormente, foi realizada a

eliminação dos *outliers* seguida da normalização dos dados pelo pacote *bestNormalize* e da verificação de pressupostos da distribuição normal via teste de Shapiro Wilk e *qqplots*. Em seguida foi ajustado o modelo estatístico abaixo nas análises de variância de cada caráter.

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij},$$

em que: μ é a média geral; G_i é o efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$), declarado como fixo; B_j é o efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$), também considerado como fixo; e ε_{ij} é o erro experimental aleatório, com $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

As médias foram comparadas pelo do teste de Dunnett ($p < 0,05$) para confrontar os genótipos à testemunha. Foi utilizado como testemunha a cultivar Pingo de Ouro - local, uma vez que esta é comercializada por empresários no Ceará. A representação foi feita por meio de boxplots com o auxílio do pacote *ggplot2* (WICKHAM, 2011).

Foi aplicado o Índice de Seleção clássico (SMITH, 1936; HAZEL, 1943) para a escolha dos melhores genótipos em relação aos caracteres quantitativos. Sejam SI o índice de seleção e PA o agregado genotípico (CRUZ, CARNEIRO, 2003):

$$SI = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n = \sum_{i=1}^n b_i x_i = b'x \quad ;$$

$$PA = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots + a_n g_n \sum_{i=1}^n a_i g_i = a'g,$$

Em que: n : é o número de tratamentos; p : número de genótipos testados; b' : vetor de dimensão $1 \times n$ das ponderações do índice de seleção a ser estimado; x : matriz de dimensão $n \times p$ de valores (ou médias) fenotípicos dos caracteres; a' : vetor de dimensão $1 \times n$ de pesos econômicos previamente estabelecidos; g : matriz de dimensão $n \times p$ de valores genéticos desconhecidos dos n caracteres avaliados.

Para estimar o índice de seleção para cada genótipo é necessário a estimação do vetor b que é obtido de forma que a correlação entre SI e PA seja maximizada, assim, considerou-se a equação: $b = P^{-1}Ga$, onde: b : estimador do vetor com $n \times 1$ dimensões do coeficiente de ponderação do índice de seleção; P^{-1} : inversa da matriz, de dimensão $n \times n$, de variâncias e covariâncias fenotípicas entre os caracteres; G : matriz, de dimensão $n \times n$, de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres.

O ganho esperado para cada característica j com a seleção baseada no índice, foi obtido pela equação: $\Delta g_{j(i)} = DS_{j(i)} h_j^2$, em que: $\Delta g_{j(i)} = g_{j(i)}$: ganho esperado para cada

caráter j , com a seleção baseada no índice I ; $DS_{j(I)}$: diferencial de seleção do caráter j , com a seleção baseada no índice I ; h_j^2 : herdabilidade do caráter j .

Para os ganhos indiretos: $\Delta g_{j(I)} = g_{j(I)} = \hat{\beta}_{gjI} DS_I = G_j \hat{b} \frac{DS_I}{\hat{\sigma}_I^2}$, onde: $\hat{\beta}_{gjI}$:

estimador do coeficiente de regressão dos valores genéticos do caráter j em função do índice I ; DS_I : $\bar{I}_s - \bar{I}_0$ em que (\bar{I}_s) representa a média dos indivíduos selecionados e (\bar{I}_0) a média original das progênies em relação ao índice; G_j : j -ésima linha da matriz G , cujos elementos são a variância genética do caráter j e as covariâncias genéticas entre este caráter e os demais.

Considerando que $\Delta g = [\Delta g_{1(I)} \ \Delta g_{2(I)} \ \Delta g_{n(I)}]$, tem-se: $\Delta g = G b \frac{i}{\hat{\sigma}_I}$, Em que: i :

diferencial de seleção, em unidades de desvio-padrão I ; $\hat{\sigma}_I$: desvio-padrão do índice I .

O presente estudo considerou aproximadamente 20% dos indivíduos e os pesos econômicos foram estimados a partir dos coeficientes de diferencial genético.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se efeito de tratamento significativo para todos os caracteres avaliados ($p < 0,001$). Isto significa que os genótipos se expressam fenotipicamente para os caracteres estudados. O coeficiente de variação experimental (CV) variou de 2,9 a 17,6%, o que é considerado de baixa a média magnitude para fins de precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 2009) (tabela 2).

Tabela 2: Resumo da análise de variância para os caracteres massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV).

FV	GL	QUADRADOS MÉDIO				
		MVV	COMPVV	NVVP	NGVV	MGVV
Genótipo	14	17,434***	33,37***	127,96***	4,599***	2,736***

Bloco	2	0,504	2,21*	0,36	1,799	0,169
Resíduo	27	0,523	0,64	9,10	1,074	0,269
Média	-	10,4	21,8	14,7	15,3	6,4
CV (%)	-	5,5	2,9	16,3	5,3	6,3
-	-	M100GV	IDGV	PROTGV	PROTVV	RENDGV
Genótipo	14	83,84***	182,84***	577447***	4551255***	76,68***
Bloco	2	1,21	12,74	37483	159583	6,58
Resíduo	27	5,26	5,45	93085	529869	6,44
Média	-	42,2	62,5	2196,6	3281,0	60,9
CV (%)	-	4,3	2,9	11,0	17,6	3,3

***, * significativos a $p < 0,001$ e a $p < 0,05$, respectivamente pelo teste F.

A correlação evidenciou o grau de associação entre duas variáveis quantitativas, sendo 1 muito correlacionada, -1 correlação negativa e 0 ausência de correlação (CORREA et al., 2012), possibilitando ao pesquisador fazer seleção indireta (PESSOA et al., 2023), haja vista que a seleção sobre determinado caráter altera o comportamento do outro (figura 1).

As variáveis IDGV e NVVP apresentaram correlações negativas em seis das dez características avaliadas. Logo, estas devem ser monitoradas e avaliadas para fins de seleção voltadas para a produção de feijão-caupi verde (PESSOA et al., 2022b). Por outro lado, há pares de variáveis que se correlacionam fortemente, como MVV E COMPVV; MGVV com M100GV e NGVV todas estas correlacionam-se positivamente com produtividade de grãos verdes (figura 1). O número de grãos e a massa de vagens são variáveis importantes na seleção de genótipos superiores, por estarem associadas a produtividade (SCHMITZ et al., 2020), corroborando com os achados desta pesquisa.

Correlacionaram-se fortemente as variáveis NVVP com PROTVV evidenciando que se pode fazer seleção indireta com estes caracteres mais correlacionados. Além disso, observaram-se correlações positivas entre o COMPVV E PROTGV (53%) comprimento de vagens verdes e produtividade de grãos verdes (53%), isso por que vagens maiores produzem mais grãos e, conseqüentemente, pesam mais, elevando a produtividade de grãos verdes (SANTOS et al., 2014)

A produtividade de grãos verdes está correlacionada positivamente com os caracteres comprimento de vagem verde, massa de vagem verde, massa de grãos de vagem

verde, número de grãos de vagem verde, massa de cem grãos verdes (figura 1). Isso indica que aumentos nestes caracteres refletem positivamente na produtividade de grãos (ALMEIDA, 2013). A correlação pode ser explicada por dois fatores, primeiro: a ligação física de genes que estão no mesmo cromossomo, que afetam características distintas ou, segundo: pelo efeito de um gene em mais de uma característica (pleiotropia) (SANTANA et al., 2022).

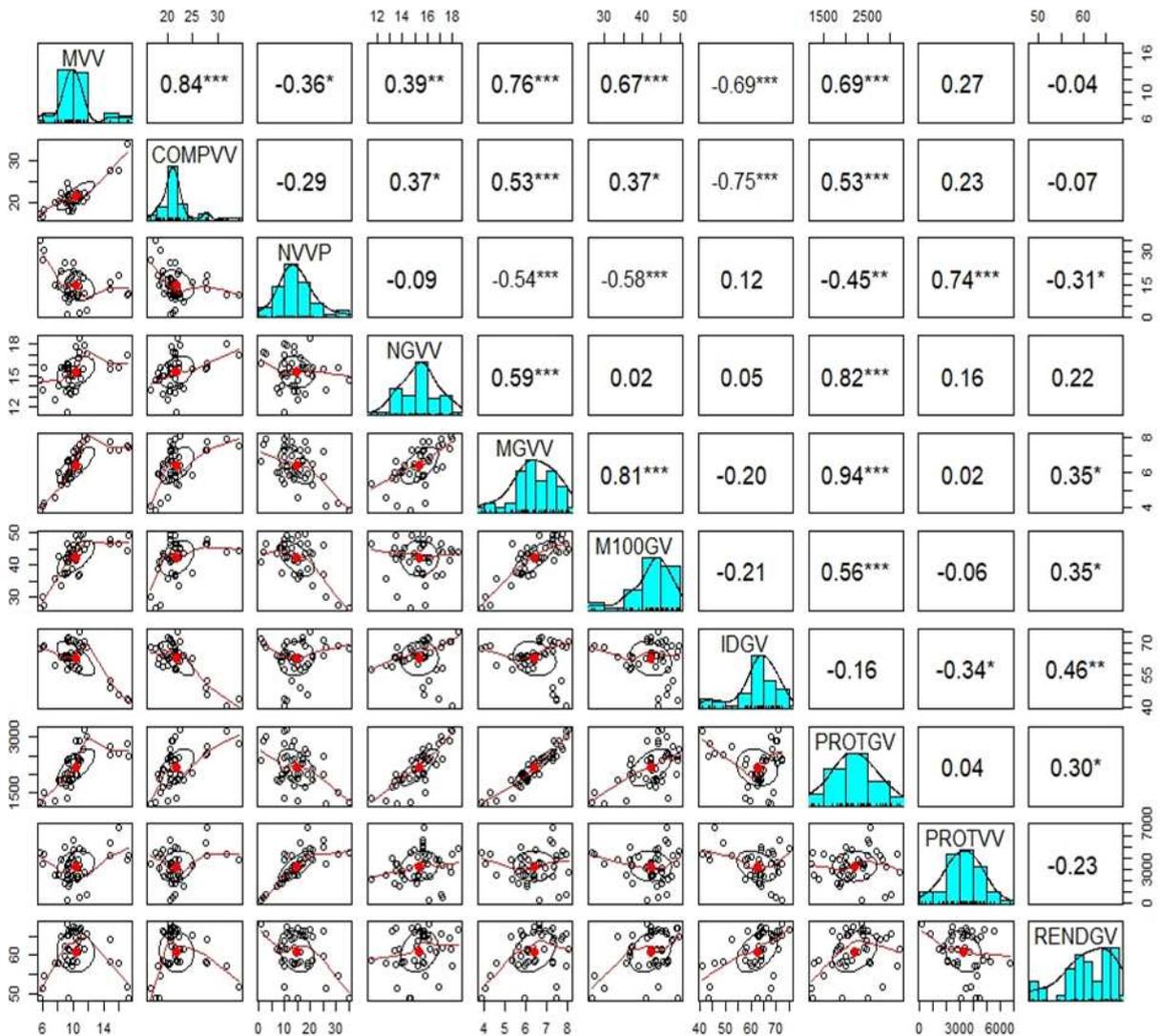


Figura 1 - Correlações de Pearson de dados fenotípicos dos caracteres massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), Número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV).

Para a variável MVV, verifica-se que a testemunha diferiu estatisticamente do genótipo 2, 12, 14. Os resultados de Pessoa et al. (2024), variaram entre cultivares de 4,63 g a 9,83 g, inferiores a maioria dos tratamentos desta pesquisa, excetuando-se apenas os dois últimos, que variaram para mais e o primeiro para menos. O comprimento de vagem verde (COMPVV) foi inferior a testemunha para os genótipos 2 e 13, contudo, para os genótipos 11, 12, e 14 diferem com maior comprimento de vagens, sendo característicos de feijões mais produtivos com vagens maiores que 18 centímetros (SOUZA et al., 2019) (figura 2).

O número de vagens verdes por planta (NVVP) teve os genótipos 2, 3, 5, 9 e 14 como estatisticamente diferente da testemunha, maiores números de vagens por planta, promovem maiores produtividade de vagens, porém, tendem a ter vagens menores e com menor número de grãos (SOUSA, 2018) (figura 2). Já o número de grãos por vagem verde (NGVV) teve os genótipos 5 e 10 como inferior ao genótipo testemunha e os demais semelhantes. Resultados divergentes a este foram encontrados por Pessoa et al. (2024), onde o número de grãos por vagem verde variou de 13,03 a 6,56 grãos.

A variável massa de grão por vagem verde (MGVV) teve apenas o genótipo 1 como inferior a testemunha, comportamento similar para o caráter produtividade de grãos verdes (PROTGV). Grãos mais pesados propiciam maiores produtividades de grãos, ratificando isso pode ser observado uma correlação de 94%, neste trabalho as produtividades de grãos superiores aos estudos de Aquino, Santos, Silva, (2021) (1.706 kg ha^{-1}). Por outro lado, para M100GV obteve-se o valor médio de 42,2 g superior aos encontrados por Sousa (2013), (41,35 g), em ambas superiores a 30 g, que é o exigido pelo mercado.

Na variável IDGV apenas os genótipos 1, 7, 9 e 15 foram estatisticamente semelhantes ao tratamento testemunha. O índice de grão verde evidencia a eficiência da cultivar na alocação de fotossintatos para o grão (BERTINI et al., 2010), neste experimento o IDGV teve um percentual médio de 62%, superior ao exigido, que é de 60% (SOUSA, 2018) (figura 2). Para PROTVV apenas os genótipos 3 e 8 foram significativamente inferiores a testemunha, a produtividade média de vagens nesta pesquisa foi de $3281,0 \text{ kg ha}^{-1}$, em Freitas et al. (2016), a produtividade variou de 4902 kg ha^{-1} a 2209 kg ha^{-1} , tendo uma média semelhante a esta.

O rendimento de grão verde (RENDGV) é um caráter importante na produção de grãos verdes. Nesta pesquisa, 2, 5, 10, 13 e 14 foram diferentes do genótipo testemunha, a média de rendimento desta pesquisa foi de 67%, sendo encontrados valores de 73,8% nas pesquisas de Coelho et al. (2018), superiores aos desta pesquisa. O rendimento de grãos verdes é um caráter complexo, resultado da expressão e associação de diferentes caracteres,

que são influenciados pelo ambiente (SANTOS et al., 2014), logo é uma alternativa se fazer inferência sobre esse caráter na indicação de genótipos superiores.

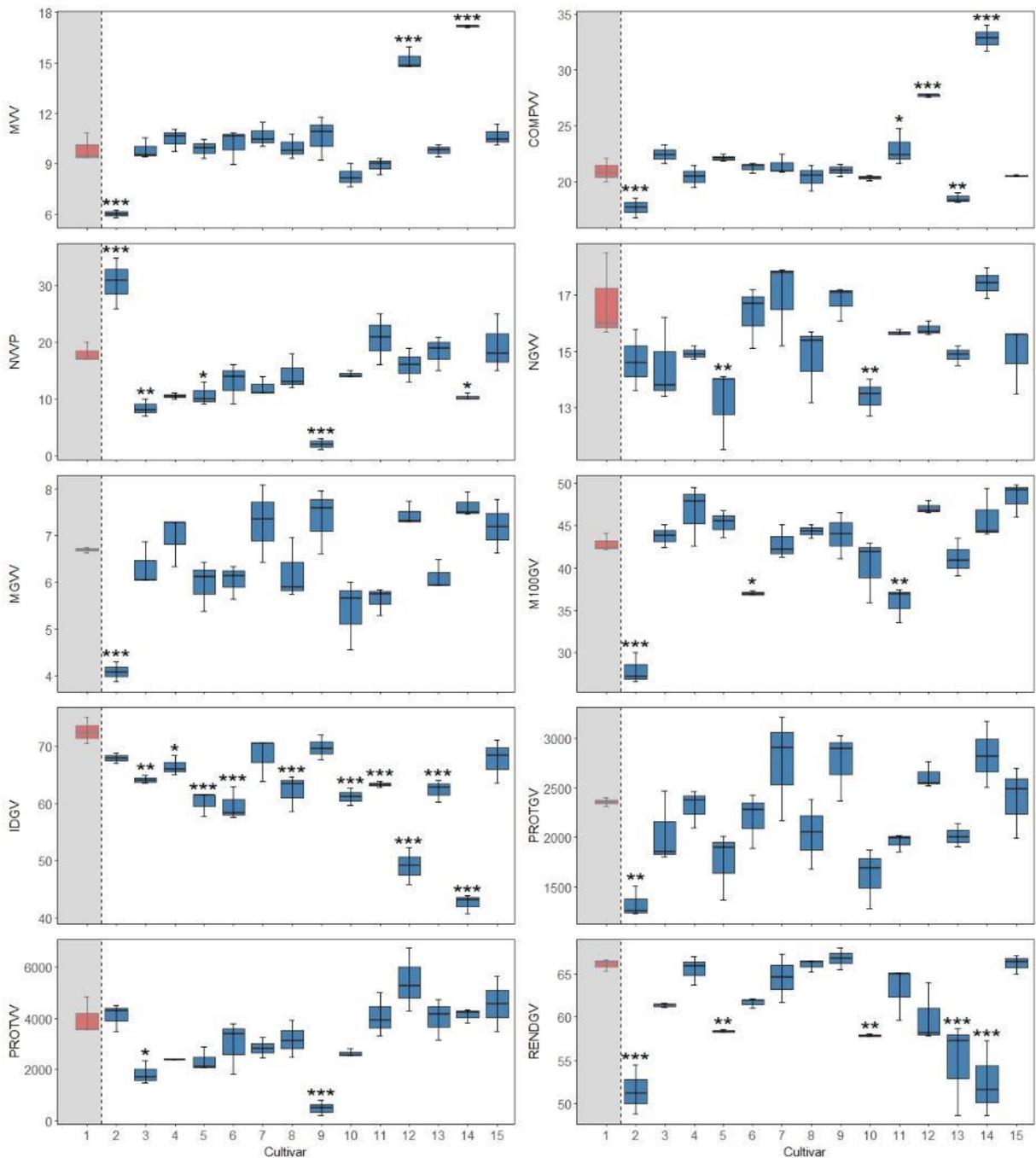


Figura 2 - Boxplots e comparações de médias via teste de Dunnett a $p < 0,05$ para os caracteres avaliados massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes

(M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produtividade de vagens verdes (PROTVV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV).

Levando em conta os aspectos qualitativos apenas o acesso 2 teve a sua debulha classificada como difícil, os comerciantes e empresas privadas preferem genótipos com facilidade de debulha (ANDRADE et al., 2010). Nenhum dos genótipos avaliados teve a presença de pigmento em seu tegumento, isso é desejado, uma vez que os grãos ficam mais homogêneos e sem aspectos multicores. Apenas os genótipos 9, 12 e 14 tiveram a presença de película em seus grãos, a película não é desejada nos grãos, pois pesquisas apontam a presença de taninos (MOREIRA et al., 2007), que gera um gosto adstringente e uma não aceitação do grão (tabela 3).

Com relação a forma do grão, os tratamentos 5 e 6 foram classificados como ovoide, 1, 2, 7, 9, 13 como romboide e os demais acessos como reniformes. Existe uma preferência de grãos com formato reniforme e arredondados no comércio (OLIVEIRA et al., 2015), por facilitar o processo de embalagem de grãos (tabela 3). A cor do grão é uma característica muito importante para o sucesso de venda dos grãos no mercado, os agricultores têm utilizado genótipos em que predomina a classe comercial branca e sempre-verde (SOUSA et al., 2015).

Neste ensaio os acessos 11 e 12 tiveram seus grãos classificados como verde, os genótipos 1, 6, 8, 10, 14 e 15 como verde oliva e os demais com coloração creme. As cores mais usadas são de cultivares de grãos brancos ou do tipo sempre verde (creme ou esverdeada), podendo ser usadas outras cores também (SILVA et al., 2013), como creme.

As cultivares do tipo sempre verde tem uma vantagem sobre os grãos das demais colorações, uma vez que, com o passar do tempo e com a desidratação natural dos grãos, eles permanecem verdes, em contraponto, os genótipos com grãos que escurecem rápido não têm boa aceitação, pois evidencia a desidratação. Para fins de comercialização é interessante manter as características de qualidade visual dos grãos semelhante as do momento da colheita. Grãos de coloração verde têm maiores teores do pigmento clorofila a e b, que é a responsável pela manutenção da cor verde nos grãos (SOUSA, 2018).

As cultivares 3, 5 e 10 levaram 35 dias para o início da floração, enquanto 1, 2, 4, 6, 11, 12, 13 14 e 15 levaram 45 dias e, por fim, 7, 8 e 9 levaram 47, 39 e 54 dias, respectivamente. Tomaz et al. (2022), avaliando genótipos de feijão-caupi teve uma média de dias para o início da floração de 41 dias, sendo um tempo menor do que a maioria dos genótipos avaliados nesta pesquisa. A precocidade na floração é uma característica estratégica

para produtores de feijão-caupi, por conta da instabilidade pluviométrica que é característica da agricultura de sequeiro (PESSOA et al., 2023) e adiantamento do ciclo de produção.

O número de dias para o início da colheita de vagens verdes foi de 54 dias para os genótipos 3, 4, 5, 8, 11 e 12, já para 1, 7, 13 e 15 foram de 59 dias, e 56 dias para os tratamentos 2, 6, 10 e 14, por fim, apenas o genótipo 9 levou 61 dias para maturação. Em trabalho desenvolvido por Rocha et al. (2006), o número de dias variou de 52 até 66 dias para o início da colheita de vagens, tendo média geral de 56 dias, estes dados corroboram com esta pesquisa, na qual genótipos variaram de 54 a 64 dias.

Tabela 3 - Caracteres qualitativos para as variáveis: Debulha (1: fácil; 2: difícil); Película (0: ausência; 1 presença); Pigmento (0: ausência; 1: presença); Forma do grão verde; Cor do grão verde; Número de dias para o início do florescimento (NDSF) e Número de dias para o início da colheita de vagens verdes (NDSICVV).

Genótipo	Debulha	Película	Pigmento	Forma do grão verde	Cor do grão verde	NDS F	NDSICV V
1	1	0	0	Romboide	Verde oliva	45	59
2	2	0	0	Romboide	Creme	45	56
3	1	0	0	Reniforme	Creme	35	54
4	1	0	0	Reniforme	Creme	45	54
5	1	0	0	Ovoide	Creme	35	54
6	1	0	0	Ovoide	Verde oliva	45	56
7	1	0	0	Romboide	Creme	47	59
8	1	0	0	Reniforme	Verde oliva	39	54
9	1	1	0	Romboide	Creme	54	61
10	1	0	0	Reniforme	Verde oliva	35	56
11	1	0	0	Reniforme	Verde	45	54
12	1	1	0	Reniforme	Verde	45	54
13	1	0	0	Romboide	Creme	45	59
14	1	1	0	Reniforme	Verde oliva	45	56
15	1	0	0	Reniforme	Verde oliva	45	59

Verificou-se que alguns caracteres foram superiores a linha de corte que é 5% da resposta na variação, como MVV, NVVP, MGVV, M100GV, IDGV e PROTVV (figura 3).

Análises como essas são úteis para verificar variáveis que possam efetivamente discriminar os genótipos e serem priorizados para recomendar genótipos de feijão-caupi destinados ao aumento do rendimento de grãos verdes (AQUINO, SALOMÃO, AZEVEDO., 2017)

Os caracteres COMPVV, NGVV e PROTV tiveram percentual de resposta na variação abaixo de 5% em relação ao RENDGV, e não foi aplicado o índice. A variável NGVV também contribuiu de forma ínfima na variação global dos dados nos estudos de Pessoa et al. (2022a), que foi então descartado para estudos de dissimilaridade genética. O alto coeficiente de determinação genotípico de todas as características avaliadas (tabela 4) apontam para a eficiência da seleção fenotípica dos genótipos, identificando-se uma maior variabilidade genotípica do que ambiental (LIRA et al., 2017), podendo ser ratificado com baixos Coeficientes de Variação (tabela 1).

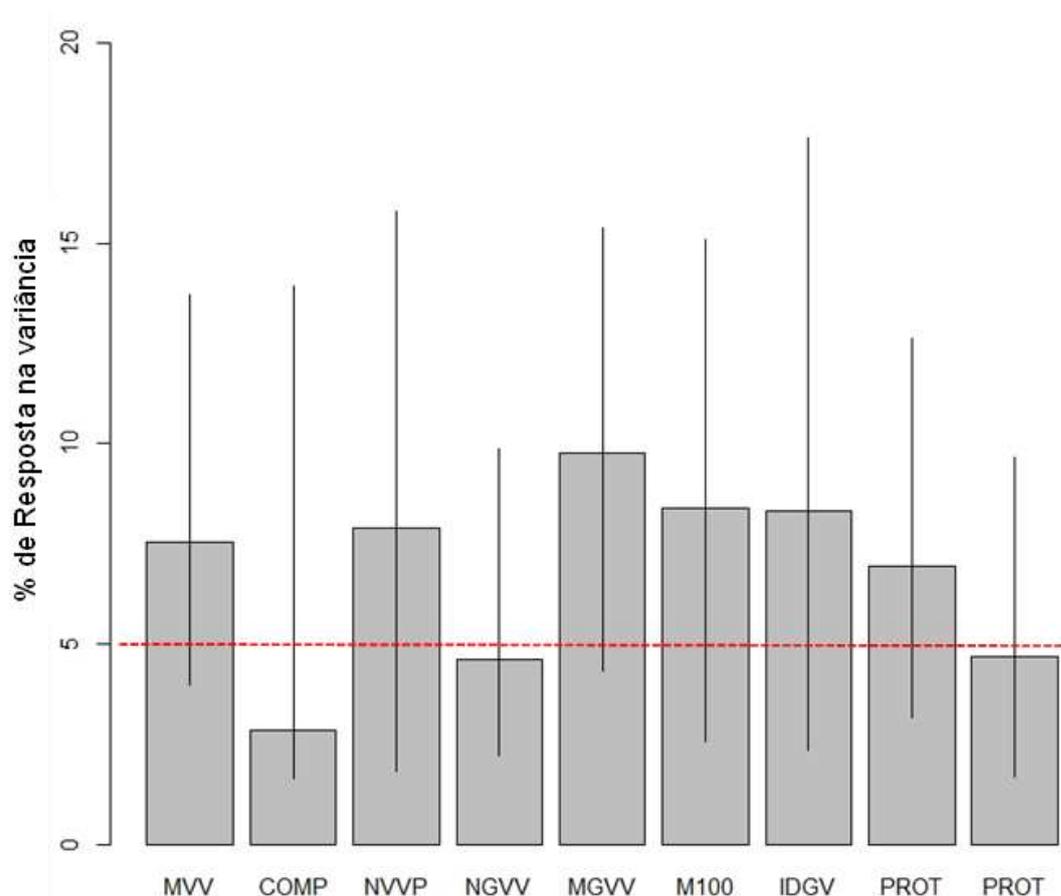


Figura 3 - Importância relativa de caracteres na variância global do caráter rendimento de grãos verdes (RENDGV), massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grão por vagem verde (NGVV, unidade), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes

(M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV) e produtividade de vagens verdes (PROTVV)

Para o caráter MVV teve-se um ganho direto de 31,47 g, porém ganhos indiretos negativos em NVVP (-23,34), IDGV (-12,45) e RENDGV (-1,14) e um ganho médio de 4,9 g (tabela 4). Ganhos neste caráter são interessantes, pois propiciam vagens maiores, pesadas e correlacionadas (84%), com ganho na produtividade de vagens (PESSOA et al., 2023) Já em NVVP, o ganho direto foi de 48,43 vagens por planta, entretanto os ganhos indiretos foram quase todos negativos, excetuando apenas o IDGV, o ganho médio de seleção foi 0,0, apesar desta variável ter alta correlação com PROTVV (figura 1).

A M100GV teve como ganhos diretos com um valor de 14,32 g, entretanto, teve ganhos indiretos negativos para NVVP (-32,14) e IDGV (-3,99) e um ganho de seleção médio de 4,7 g. Este caráter tem importância no que diz respeito ao tamanho dos grãos, sendo a preferência de consumidores, grãos maiores (FREITAS et al., 2016), entretanto, para o setor de embalagem, grãos exageradamente grandes com massa de 100 grãos acima de 50g pode se tornar um complicador, pois algumas máquinas tendem a não embalar bem os grãos. Selecionando com base no IDGV obtêm-se um ganho de 14,73%, porém, um ganho de seleção médio negativo (-1,9) (tabela 4). Ganhos médios de seleção negativos não são esperados, a variável IDGV foi retirada da construção do índice de seleção no trabalho de Melo et al. (2021), por não ser adequado na discriminação de genótipos.

A PROTGV teve um ganho direto de 20,81 kg ha⁻¹ e propiciou ganhos negativos para NVVP (-29,11) e IDGV (-3,83) e um ganho de seleção médio de 5,4. Por fim, o RENDGV apresentou um ganho direto de 8,81 e ganhos negativos apenas para MVV (-3,68) e NVVP (-14,13) e um ganho médio de seleção de 3,4%. O número de vagens verdes por plantas apresentou ganhos negativos para ambos os caracteres, diferente do que é encontrado em Freitas et al. (2016), onde o NVVP contribuiu para o aumento da produtividade de grãos e rendimento, podendo ser confirmada em correlações negativas (figura 1).

Tabela 4 – Coeficiente de determinação genotípico (H^2), ganhos diretos (diagonal em negrito) e indiretos para os caracteres massa de vagens verdes (MVV), número de vagem verde por planta (NVVP), massa de grão de vagem verde (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grão verde (IDGV), produtividade de grãos verdes (PROTGV) e rendimento de grãos verdes (RENDGV), Pacajus-CE, 2022.

Caráter	H²	-----Ganhos diretos e indiretos-----
----------------	----------------------	---

MVV	0,97	31,47	-14,06	22,97	19,99	-26,17	21,41	-3,68
NVVP	0,90	-23,34	48,43	-32,64	-32,14	8,83	-29,11	-14,13
MGVV	0,89	13,21	-11,31	16,59	14,9	-5,21	15,23	8,37
M100GV	0,93	9,53	-9,23	12,36	14,32	-4,00	9,47	6,50
IDGV	0,96	-12,45	2,53	-4,31	-3,99	14,73	-3,83	7,61
PROTGV	0,82	16,75	-13,72	20,72	15,53	-6,29	20,81	10,1
RENDGV	0,88	-1,14	-2,63	4,5	4,22	4,94	3,99	8,81
GS médio		4,9	0,0	5,7	4,7	-1,9	5,4	3,4
Selecionados	1°	14	2	14	15	9	14	15
i = 20%	2°	12	11	12	12	7	9	8
	3°	7	15	9	4	2	7	4

Diante disso, o melhor caráter para se praticar a seleção dos genótipos e se obter um maior ganho de seleção médio é MGVV (5,7 gramas), seguido por PROTGV e M100GV, com ganhos médios de 5,4 kg ha e 4,7 gramas.

CONCLUSÕES

Há materiais que possuem potencial para produção de grãos verdes, como os genótipos Pingo de Ouro – Local, Paulistinha - Baraúna e Pingo de Ouro – BAG.

Há genótipos correlacionados, como massa de grão por vagem verde, produtividade de grão verde e massa de 100 grãos verdes, permitindo fazer seleção indireta.

Selecionando materiais com base em número de vagens verdes por planta e índice de grãos verdes promoveram ganhos médios de seleção nulos e negativos, respectivamente. Os genótipos BRS bengala, Paulistinha Baraúna, BRS Pujante, Pingo de Ouro – BAG foram selecionados 3 vezes no índice, indicando potencial quantitativo para produção de grãos verdes.

REFERÊNCIAS

ADEWUMI, Adeyinka Saburi et al. Multi-Trait Selection Index for Superior Agronomic and Tuber Quality Traits in Bush Yam (*Dioscorea praehensilis* Benth.). **Agronomy**, [s. l.], v. 13, ed. 3, p. 1-16, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/682>. Acesso em: 14 jan 2024.

ALMEIDA, Wener Santos de. **Potencial de genótipos de feijão-caupi para a produção de feijão verde no Norte do estado do Ceará**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8625>. Acesso em: 25 jul 2023.

ANDRADE, Fabrício Napoleão et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, ed. 2, p. 253-258, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/vXjm7FjP7Tg9MvR6StDtTbb/>. Acesso em: 13 jan 2024.

AQUINO, César Fernandes; SALOMÃO, Luiz Carlos Chamhum; AZEVEDO, Alcinei Místico. Genetic dissimilarity and relative importance of characteristics in banana cultivars through multivariate analysis. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, ed.4, p. 399-404, 2017. Disponível em: <
<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/40606/2/Genetic%20dissimilarity%20and%20relative%20importance%20of%20characteristics%20in%20banana%20cultivars%20through%20multivariate%20analysis.pdf>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

AQUINO, Deisy Aiane Lima de; SANTOS Carlos Antônio Fernandes; SILVA, Danillo Olegário Matos. Phenotypic variability of cowpea genotypes for immature seed harvesting. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 51, ed.6, 2021. Disponível em: <
<https://revistas.ufg.br/pat/article/view/69614/37652>>. Acesso em: 19 de junho de 2024.

BERTINI, Cândida Hermínia Campos de Magalhães et al. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, ed. 4, p. 613-619, 2010. doi: Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/asagr/a/GZmvdNgwkJDRj4x3gnkqmtB/>. Acesso em: 14 de nov 2023.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**, 2007. Disponível em: <
<https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/descritores-para-feijao-frade-ou-caupi-vigna-unguiculata-l-walp>>. Acesso em: 14 mai 2023.

BIZARI, Eduardo. Henrique et al. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 1, p. 110-117, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/z3hyMyygmLPmQCmJn6s7DJR/>. Acesso em: 07 out 2023.

CARBONELL, Sérgio Augusto Morais et al. Tamanho de grãos comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, ed. 10, p. 2067-2073, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LkTBS6NBBCXLxXQ8RmrWmLr/>. Acesso em: 22 ago 2023.

CARVALHO, Agnaldo Donizete Ferreira de; PEREIRA, Gabriel Emiliano; SILVA, Giovani Olegário da. Estimates of genetic gains in the carrot using different selection indices. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 16, ed. 1, p.1-14, 2022. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/7154>, Acesso em: 25 jan 2023.

CEASA, Central de abastecimento do estado do Ceará, CE – **principais produtos hortigranjeiros comercializados**, 2023. Disponível em: <Principais Produtos - Centrais de Abastecimento do Ceará - S/A (ceasa-ce.com.br)>. Acesso em: 16 jan., 2024.

COELHO, Tiago José da Silva; COELHO, Robson Rogério Pessoa; SANTOS, Vanessa. Silva. Caracterização do rendimento em grãos verdes de feijão-caupi, *In*: IV Encontro Nacional da Agroindústria, 2018, João Pessoa, **Anais eletrônicos**, Campinas, Galoá, 2018

Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2018/trabalhos/caracterizacao-do-rendimento-em-graos-verdes-de-feijao-caupi?lang=pt-br>. Acesso em: 25 jan 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento - **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, safra 2023/24. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

CORREA, Agnor Martinho et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, ed. 1, p. 88-94, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/H6GMgK66bbMQRB5GmW7tKhJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 set 2022.

CRUZ, Cosme Damião; CARNEIRO, Paulo Crescêncio Souza. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, v.2 – Viçosa: UFV, 2003.

CRUZ, Cosme Damião. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, Agronomy, Maringá, v.38, ed. 4, p. 547-552, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/sLvDYF5MYv9kWR5MKgxb6sL/>. Acesso em: 21 fev 2024.

FREITAS, Thaisy Gardênia Gurgel de et al. Green bean yield and path analysis in cowpea landraces. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 29, ed. 4, p. 866 – 877, 2016. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/ZxrRjr3RGTR78dcFdYHSBHy/>. Acesso em: 25 de abr 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Chemical na mineral composition of the raw and cooked immature grains os cowpea genotypes. **Caatinga**, Mossoró, v.37, ed. 1, 2024. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tr7ksgKSSRRXwpDWjRppdnL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 07 jan 2024.

GUIMARÃES, Isaias Porfírio et al. Interference of genotype-by-environment interaction in the selection of inbred lines of yellow melon in an agricultural center in Mossoró-Assu, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, ed. 1, p. 51-59, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/295891897_Interference_of_genotype-by-environment_interaction_in_the_selection_of_inbred_lines_of_yellow_melon_in_an_agricultural_center_in_Mossoro-Assu_Brazil#fullTextFileContent. Acesso em: 24 jan 2023.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Iowa, v. 28, ed. 6, p. 476-490, 1943. Disponível em: <https://academic.oup.com/genetics/article/28/6/476/6033171>. Acesso em: 14 mar 2024.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal**, Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Pacajus_2017.pdf. Acesso em 24 fev 2023.

JHA, Uday Chand et al. Heat stress and cowpea: genetics, breeding and modern tools for improving genetic gains. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 25, ed. 4, p. 645–653, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40502-020-00544-2.pdf>. Acesso em: 23 out 2024.

LIRA, Ellen Grippie et al. Genetic parameters, phenotypic, genotypic and environmental correlations and genetic variability on sunflower in the Brazilian Savannah, **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, ed. 8, p. 1-7, 2017. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/cr/a/kLCrNVKKhZnpSGfbK7PKXnx/?format=pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

MELO, Leane Fialho de et al. GGE biplot analysis to recommend cowpea cultivars for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 33, ed. 2, p. 321 - 331, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rcaat/a/WbrQK6GDFDVxq5JpN5WZ38g/?lang=en>. Acesso em: 30 jan 2024.

MELO, Leane Fialho de et al. Selection index for recommendation of cowpea cultivars for green bean production. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, ed. 3, p. 1-9, 2021. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/84981>. Acesso em: 14 out 2023.

MELO, Natália Quaresma Costa et al. Chemical characterization of green grain before and after thermal processing in biofortified cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 5, p. 811-816, dez. 2017. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rca/a/Y9dKLbbhKpfbqbs5YkZWYtq/>. Acesso em: 14 dez 2024.

MOREIRA, Priscila Ximenes et al. Estrutura e Composição Química do Feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: BRITO, Edy Sousa de (Org.). **Feijão-Caupi**, ed.1, Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, p. 13-24. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/319645208_Estrutura_e_Composicao_Quimica_do_Feijao-Caupi_Vigna_unguiculata_L_Walp_2007>. Acesso em: 22 dez 2023.

OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos de et al. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, [s. l.] v.10, ed.14, 2021. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1136562/1/ProducaoAlimentosBaseFeijaoCaupiRSD2021.pdf>. Acesso em: 23 jul 2023.

OLIVEIRA, Eliane de et al. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta amazônica**, Amazônia, v. 45, ed. 3, p. 243-254, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/aa/a/fGJN3QCwCQ5csZ7j86CtDvN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr 2024.

OLIVOTO, Tiago.; NARDINO, Maicon. MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments. **Bioinformatics**, [s. l.] v. 37, ed. 10, 2021, p. 1383–1389.

Disponível em: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/37/10/1383/5998663>. Acesso em: 25 mai 2024.

PEIXOTO, Joicy Vitória Miranda et al. Genetic parameters and selection indexes for biofortified red leaf lettuce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, ed.2, p. 1-10, 2021.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/ph4CZhBpwGDftZtCTmNYF7j/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 14 jan 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Combining ability of cowpea genotypes for green grain production. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 71, ed.7, p. 1-7, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/MhD67VjW8pYqYYKvRYmb9Xm/>. Acesso em: 14 fev 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Genetic parameters and selection indices of cowpea genotypes for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 36, ed. 2, p. 310-319, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370975876_Genetic_parameters_and_selection_indices_of_cowpea_genotypes_for_green_grain_production. Acesso em: 14 out 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Prospection of cowpea genotypes for green-grain production. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.53, ed.2, 2022b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/ZyTzFkpvSYM93Cdv9S43Gr/>. Acesso em: 15 jan 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Similarity networks in genotypes of *Vigna unguiculata* (L.) Walp for green-grain production. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, ed. 7, p. 928-932, 2022a. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-\(L.\)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1](https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-(L.)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1). Acesso em: out 2022.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**, 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p, 2009.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Áustria, 2018. Disponível em: < <https://www.R-project.org/> >. Acesso em: 15 de março de 2024.

ROCHA, Maurisrael de Moura et al. Avaliação agronômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 67**, Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/69400/avaliacao-agronomica-de-genotipos-de-feijao-caupi-para-producao-de-graos-verdes>. Acesso em: 23 nov 2023.

SANTANA, Sergio Rogério Alves et al. Correlações em componentes de produção de feijão-caupi cultivado em ambiente de sequeiro na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, ed.11, p. 734-743, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/365398679_Correlacoes_em_componentes_de_producao_de_feijao-caupi_cultivado_em_ambiente_de_sequeiro_na_Zona_da_Mata_Norte_de_Pernambuco_Correlations_in_production_components_of_cowpea_cultivated_in_rainfed_envir. Acesso em: 25 out 2023.

SANTOS, Adriano dos et al. Correlations and path analysis of yield components in cowpea. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, ed. 2, p. 82-87, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/cbNpv8PB9qHcG3VknctSWjP/>. Acesso em: 14 abr 2024.
SCHMITZ, Heloisa; LUDWIG, Rodrigo Luiz; MAMBRIN, Riteli Baptista. Caracterização morfoagronômica de feijões de grãos especiais. **Enciclopédia biosfera – Centro Científico Conhecer**, Jandaíra, v. 17, ed. 34, p. 83-96, 2020. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/caracterizacao.pdf>. Acesso em: 8 jan 2023.

SILVA, Vanessa Maria Pereira e et al. Genetic potential of common bean parents for plant architecture improvement. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 70. ed. 3. p. 167-175, 2013a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/3R5wGNbXZYBRNtTgtcdBs8R/>. Acesso em: 26 jan 2023.

SMITH, Harry Fairfield. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, Canberra – Austrália, v. 7, ed. 3, p. 240-250, 1936. Disponível em: <https://gwern.net/doc/genetics/selection/artificial/index-selection/1936-smith.pdf>. Acesso em: 24 mai 2024.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura et al. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, ed. 5, p. 392-398, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Jm8CnLbV7dFRZZj3KV8GHgw/>. Acesso em: 14 jan 2023.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura. **Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos verdes**. 2013. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal do Piauí. Disponível em: Metadados do item: Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_154476779661bd32be66cef7cbc508f5 verdes. Acesso em: 26 ago 2023.

SOUSA, Teresinha de Jesus Feitosa de. **Seleção de genótipos de feijão-caupi para adaptabilidade e estabilidade produtiva de grãos verdes**. 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187908/1/Dissertacao-Teresinha-Sousa-PPGM-UFPI.pdf>. Acesso em: 22 fev 2023.

SOUZA, Karla Nascimento de et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes em Mossoró-RN. **Colloquium Agrariae**, [s. l.], v.15, ed.1, p. 9-14, 2019. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2438>. Acesso em: 23 ago 2023.

TEIXEIRA, Paulo César et al. (eds.) Manual de métodos de análises de solo. **Brasília, DF – Embrapa**, ed.3 (ampliada), Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 14 jan 2023.

TOMAZ, Francisco Linco de Souza et al. Indication of cowpea cultivars for the production of dry grain in the state of Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 53, ed. 2, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/PSnpPG5DKhnBtkf8RrLJtTJ/>. Acesso em: 29 mar 2024.

WICKHAM, H. ggplot2. **WIREs Computational Statistics**, v. 3, ed. 2, p. 180–185, 2011. Disponível em: < <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wics.147>>. Acesso em: 17 de maio de 2024.

CAPÍTULO III

Análise sensorial de genótipos de feijão-caupi: avaliação dos atributos de qualidade e identificação dos melhores genótipos para comercialização de feijão verde

Itamar Gomes Lobo Filho^{a*}, Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini^a, Paulo Henrique Machado de Sousa^b, Júlio César DoVale^a

^a Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

^b Programa de Pós-Graduação em Gastronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

*Corresponding author.

E-mail address: itamarlobo@alu.ufc.br

RESUMO

Os grãos do feijão-caupi são muito consumidos no Nordeste do Brasil e muito apreciados pelos consumidores na região. Seus grãos são consumidos na forma seca ou verde, este último tem um alto teor de umidade. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o perfil sensorial de 15 genótipos de feijão-caupi utilizando a técnica de grupo focal e a metodologia CATA, com a finalidade de identificar os genótipos com os melhores atributos sensoriais e de qualidade para a comercialização de feijão verde. Para isso, foram reunidos nove julgadores não-treinados, no horário entre 14:00 e 16:00 horas. Para a realização do grupo focal, inicialmente preencheram uma ficha com nome, idade e sexo. A sessão foi conduzida por um moderador. As amostras foram dispostas em copos de 50 mL na quantidade de 30 g para cada avaliador, sendo distribuídas monadicamente, acompanhadas de um copo de água entre uma amostra e outra para retirada do resíduo da amostra anterior. Os julgadores anotaram todos os termos que caracterizavam as amostras em uma folha em branco, ao mesmo tempo em que o moderador realizava a discussão. Os resultados foram apresentados por cada avaliador na forma de tabela com números binários e foram avaliados pelo teste Q de Cochran para o teste CATA e as comparações múltiplas feitas por meio do teste de Bonferroni e análise de componentes principais (ACP). Os genótipos comerciais, Pingo de Ouro – Local e Paulistinha Baraúna, foram os melhores quanto as características grão atrativo, sabor agradável, grão bonito, caldo saboroso, aroma agradável e grão macio, portanto, sendo estes indicados para continuar com a comercialização.

Keywords: Feijão verde, CATA, Análise sensorial, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

Cowpea grains are widely consumed in Northeastern Brazil and are highly appreciated by consumers in the region. The grains are consumed in dry or green form, the latter having a high moisture content. Therefore, the objective of the research was to evaluate the sensory profile of 15 cowpea genotypes using the focus group technique and the CATA methodology, with the purpose of identifying the genotypes with the best sensory and quality attributes for the commercialization of green beans. For this purpose, nine untrained judges were gathered between 2:00 p.m. and 4:00 p.m. To conduct the focus group, they initially filled out a form with their name, age and sex. The session was conducted by a moderator. The samples were placed in 50 mL cups in the amount of 30 g for each evaluator, and were distributed monadically, accompanied by a glass of water between one sample and another to remove the residue from the previous sample. The judges wrote down all the terms that characterized the samples on a blank sheet of paper, while the moderator led the discussion. The results were presented by each evaluator in the form of a table with binary numbers and were evaluated by the Cochran Q test for the CATA test and multiple comparisons made using the Bonferroni test and principal component analysis (PCA). The commercial genotypes, Pingo de Ouro – Local and Paulistinha Baraúna, were the best in terms of the characteristics attractive grain, pleasant flavor, beautiful grain, tasty broth, pleasant aroma and soft grain, therefore, they are indicated for commercialization.

Keywords: Green beans, CATA, Sensory analysis, *Vigna unguiculata*.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma das mais relevantes fontes de proteína vegetal entre os produtos agrícolas no mundo (CARVALHO et al., 2017). Pela sua notável variabilidade genética associada (CORREA et al., 2015; BOUKAR et al., 2019), o feijão-caupi torna-se uma das culturas-chave no esforço global para alcançar a segurança alimentar e nutricional, pois além de ser uma espécie com considerável valor nutricional, tem importância social e econômica notável (DESBRAVINES et al., 2022; CARVALHO et al., 2023).

O feijão-caupi pode ser consumido na forma de grãos secos ou verdes (PESSOA et al., 2023), sendo que os grãos verdes vêm ganhando destaque no consumo humano por sua presença em diversos pratos típicos regionais. Além disso, o feijão verde possui valor comercial significativo, sendo amplamente vendido em feiras livres e supermercados

(BOUKAR et al., 2016), fato esse que torna fundamental o estabelecimento de novas cultivares de para o mercado de grãos verdes.

Dentre as formas existentes para a identificação de novas cultivares, está o uso de técnicas sensoriais descritivas. Tais técnicas constituem um método abrangente e flexível que são capazes de fornecerem informações importantes sobre as propriedades sensoriais de um alimento (ALCANTARA, FREITAS-SÁ, 2018). Para o feijão verde, a delimitação do tempo de cocção e a análise sensorial baseados em atributos como cor, sabor, textura e aceitabilidade global, são maneiras que podem levar à determinação de um genótipo superior, contribuindo, conseqüentemente, para o sucesso do desenvolvimento e comercialização de novos produtos (CARBONELL et al., 2010; ARES, JAEGER, 2013; MUROKI et al., 2024).

O grupo focal é uma técnica muito usada na pesquisa qualitativa, tal técnica visa por meio de interações gerais entre participantes, discutir um tópico específico, sendo intermediada por um moderador (OLIVEIRA et al., 2022), que deve facilitar a interação, podendo ser aplicada a diversas áreas, inclusive na análise sensorial. Portanto, o grupo focal tem o objetivo de captar entre os participantes, os sentimentos e ideias, permitindo a compreensão mais abrangente, sendo recomendado a participação de 8 a 12 pessoas, com sessões conduzidas em mesas redondas (LEMES, GIULIANI, BEZERRA, 2021).

A análise sensorial avalia os melhores produtos baseados em sentidos como visão, olfato e paladar, dentre as metodologias para análise sensorial, destaca-se a Check-All-That-Apply (CATA), uma técnica promissora que utiliza questionários de respostas múltiplas para identificar os atributos que melhor caracterizam o produto testado (LIMA et al., 2022; COSTA et al., 2020). Uma das principais vantagens dessa metodologia é a facilidade e a não tediosidade na hora de realizar (JAEGER et al., 2015).

O CATA é frequentemente utilizado em conjunto com a avaliação hedônica para entender as preferências dos consumidores, identificar padrões de segmentação e os atributos sensoriais que influenciam a aceitação da amostra (ARES; JAEGER, 2015). Nascimento et al. (2020), ao usar a metodologia CATA para caracterizar sucos em diferentes regiões do Brasil, observaram que avaliadores sensoriais da região Sul diferiram em suas preferências daqueles da região Nordeste. Bressani et al. (2021), também utilizando a mesma metodologia, concluíram que informações sobre a composição do café influenciam significativamente a preferência dos consumidores. Portanto, a metodologia CATA pode apresentar potencial significativo como ferramenta de auxílio na definição de genótipos de feijão-caupi destinados a produção de feijão-verde, já que é fundamental que os produtos advindos das cultivares lançadas sejam significativamente aceitos no mercado consumidor.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar 15 genótipos de feijão-caupi utilizando o Grupo Focal e o método CATA, com a finalidade de identificar os genótipos com os melhores atributos sensoriais e de qualidade para a comercialização de feijão verde.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de cultivo, tratos culturais e amostras

O experimento ocorreu no município de Pacajus-CE (latitude 4°10'21" S, longitude 4°10'21" W e 73,9 metros de altitude) no período de setembro a dezembro de 2022. Os genótipos foram oriundos dos Bancos de Germoplasmas da Universidade Federal do Ceará e da Embrapa Meio-Norte, além de produtores de feijão-verde (tabela 5).

Tabela 5: Informações gerais sobre os 15 (quinze) genótipos de feijão-caupi avaliados, Pacajus-CE, 2022.

Nº	Genótipo	Procedência	ID - BAG
1	BR 17 Gurgueia	Variedade local – Pacajus	CE-935
2	BRS Guariba	Cultivar - BAG – UFC	CE-934
3	Paulistinha	Cultivar - BAG - UFC	CE-939
4	BRS Tumucumaque	Cultivar - BAG – UFC	CE-978
5	Sempre Verde	Cultivar - BAG – UFC	CE-025
6	Pingo de Ouro-BAG	Cultivar - BAG – UFC	CE-930
7	BRS Pajeú	Cultivar - BAG – UFC	-
8	Abacate	Variedade crioula - BAG – UFC	CB-04
9	BRS Juruá	Cultivar - BAG – Embrapa Meio-Norte	CE942
10	BRS Aracê	Cultivar - BAG - UFC	CE-943
11	BRS Pujante	Cultivar - BAG - UFC	CE-940
12	Setentão	Cultivar - BAG – UFC	CE-596
13	Bengala	Cultivar - BAG – UFC	CE-002
14	Pingo de Ouro – Local	Cultivar - BAG – UFC	-
15	Paulistinha - Baraúna	Variedade local - RN	-

Antes da implementação do experimento, o solo foi preparado com duas arações em dois sentidos, com posterior adubação nas fileiras de plantio. Ademais, ao longo do ciclo

da cultura, foram realizadas a aplicação dos químicos Lanati e Klorpan, para o controle de lagartas; Abomexi, para a larva minadora; e Acefato, para o controle da cigarrinha. Para plantas espontâneas foi usado herbadoque e glifosato, assim como duas capinas manuais.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 fileiras de 12 m, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 1,5 entre fileiras, sendo as duas fileiras centrais consideradas área útil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 3 repetições. O experimento foi conduzido sob irrigação via gotejamento, com duas horas diárias de aplicação do semeio até a floração e duas horas e meia da floração até o fim da colheita.

A colheita, por sua vez, foi realizada em dias alternados, sendo colhidas vagens com 60-70% de umidade, até a fase de senescência das plantas. Logo após, amostras de 1kg de feijão-verde foram coletadas em cada um dos genótipos colhidos, sendo posteriormente levadas ao laboratório de cozinha quente da UFC para serem realizadas as análises de grupo focal e CATA.

Preparo das amostras

As amostras de feijão foram inicialmente deixadas em molho durante 8 h antes da cocção, com o objetivo de eliminar antinutrientes das amostras, como fitatos e oxalatos. A água de molho foi descartada, sendo as amostras de feijão refogadas em óleo de soja, alho e sal, mantendo-se sob fervura na quantidade de 1:1 (feijão: água), em panela com fundo triplo, até atingir 30 minutos de cozimento.

Grupo focal

O teste de aceitação sensorial, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará, sob parecer nº 4.729.905, foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas do Instituto de Cultura e Arte (ICA) da UFC, em condições de iluminação, ruídos e temperatura controladas, no período compreendido entre 14:00 e 16:00 horas.

Foram recrutados nove julgadores não treinados, mas que tinham experiência com feijão, entre funcionários e estudantes do Departamento de Fitotecnia da UFC. Após o consentimento dos participantes por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), recrutaram-se os candidatos que dispunham de tempo, gozavam de boa saúde, que gostavam de feijão e que tinham capacidade de avaliar as amostras.

O grupo focal foi conduzido em uma única sessão, onde os julgadores preencheram um formulário com dados de identificação, idade, sexo, além da investigação do perfil de consumo de feijão. A sessão foi conduzida por um moderador que seguiu com perguntas referente às características sensoriais dos feijões.

As amostras foram dispostas em copos de plásticos de 50 mL, na quantidade de 30 g cada, codificadas com números aleatórios de três dígitos. Foram servidas mornas, acompanhadas de um copo de água potável, para que entre uma amostra e outra, o resíduo fosse tirado (figura 5). Os provadores foram alocados em cadeiras ao redor de uma mesa em formato de U, onde todos os participantes poderiam se olhar para facilitar a discussão. Os julgadores receberam uma folha em branco para listar as características sensoriais percebidas, na qual foram avaliadas as características de cor, aparência, aroma, textura, sabor e aceitação global.

A análise estatística para os dados da análise sensorial foi realizada pelo software XLSTAT (2024) para Windows (Adinsoft, Paris, França). O teste Q de Cochran foi realizado para o teste CATA para identificar diferenças significativas entre as amostras, e as comparações múltiplas entre as médias, utilizando o procedimento de McNemar (Bonferroni). Também foi realizada uma análise de componentes principais para discriminar em dois componentes os genótipos mais aceitos pelos avaliadores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos 27 atributos levantados pelos julgadores, 12 apresentaram diferença significativa pelo teste Bonferroni: grão marrom, grão verde, grão verde claro, aroma de feijão/feijão verde, aroma agradável, sabor desagradável, grão duro, grão macio, grão quebrado, grão bonito e caldo saboroso (tabela 6).

Os genótipos de feijão-caupi apresentaram variações significativas em suas colorações após o cozimento. Os genótipos 2, 4, 9 e 10 exibiram colorações que não eram marrons, percebidas pelos julgadores; enquanto os genótipos 5, 6 e 11 apresentaram colorações marrons. Os demais genótipos mostraram cores heterogêneas. Em particular, os genótipos 9 e 10 foram classificados como verdes, e o genótipo 15 apresentou uma coloração mista, conforme avaliado pelos participantes do estudo (tabela 6). A maioria dos grãos de feijão-caupi, quando submetidos a altas temperaturas, sofrem alterações ou degradação dos pigmentos clorofila e carotenoide, resultando no escurecimento após o cozimento (EFE, ZEYNEP, FELHAN, 2023). Esta variação na coloração é uma resposta comum ao processo de cocção, de forma que a degradação dos pigmentos naturais altera a aparência visual dos grãos.

Os genótipos 2, 4, 10, 14 e 15 tiveram suas colorações avaliadas em verde claro e os demais como ausência desta coloração, salientando que os quatro últimos denotam uma mistura, pois não ficam apenas em um grupo no teste (Tabela 6). Feijões do grupo verde ou sempre verde são desejados para comercialização do grão verde, pois com o passar do tempo na prateleira é conservada a coloração do grão (ROCHA *et al.*, 2017), além de sua cor fornecer aspectos associados a frescor e qualidade (ERFATPOUR, PAULS, 2020), porém, após o cozimento, os grãos que os comerciantes buscam em sua grande maioria são marrons e creme.

Os genótipos de feijão-caupi 1, 2, 6 e 15 foram identificados como pertencentes a grupos que apresentam um aroma característico de feijão verde, sendo o genótipo 6 classificado em um grupo isolado (Tabela 6). A característica do aroma de feijão verde e terroso pode ser atribuída a ação de enzimas e reações químicas que são induzidas no processamento térmico, para formação de compostos como o sulfeto de dietílico, hexanal e methional, que conferem diferentes aromas (MISHRA *et al.*, 2019). Já para o termo sabor agradável as amostras 9 e 13 foram mal avaliadas. Por outro lado, as amostras 10 e 14 foram bem avaliadas do que as demais. O atributo sabor é geralmente uma mistura de sabor e aroma (ROLAND *et al.*, 2017) e algumas leguminosas são caracterizadas por sabores desagradáveis, que são parcialmente produzidos durante a colheita, processamento e armazenamento (MUROKI *et al.*, 2024), sendo essa uma característica indesejável para feijões frescos. A identificação e seleção de genótipos com características sensoriais desejáveis são cruciais para melhorar a aceitabilidade e a qualidade do feijão-caupi no mercado.

Os genótipos 6, 8, 10, 12, 14 e 15 foram classificados com o sabor não desagradável, os demais ficaram em grupos heterogêneos onde teve diferentes votos, excetuando o genótipo 9, que ficou isolado no grupo b e teve seu sabor como desagradável (tabela 6). Nas leguminosas as propriedades físico-químicas e tecnológicas são alteradas (TIMITEY *et al.*, 2021), o que pode ter acontecido neste genótipo, corroborando com isso, apenas esse acesso foi classificado como gosto de peixe. O sabor é uma das principais variáveis utilizadas em estudos sensoriais, sendo crucial para determinar a aceitação ou rejeição de um produto pelos avaliadores. Fiorentin *et al.* (2019), ao avaliarem diferentes concentrações de farinha de feijão-caupi biofortificado, encontraram diferenças significativas na variável sabor, similar ao observado neste trabalho.

Os genótipos de feijão-caupi apresentaram variações significativas em termos de maciez dos grãos após o cozimento. Os genótipos 9 e 13 foram classificados como duros e não macios. Em contraste, os genótipos 2, 4, 5, 11, 14 e 15 foram considerados moles. Os

demais genótipos receberam classificações intermediárias e variadas. Notavelmente, o genótipo 4 foi unanimemente classificado como macio, recebendo 100% dos votos (tabela 6). Este fator pode estar vinculado ao diferente tempo de cocção dos genótipos, apesar da preferência por genótipos com menores tempos de cocção, pois visam economizar tempo no preparo das refeições (GOMES et al., 2024).

O genótipo 1 foi classificado como grão quebrado ficando apenas em um grupo no teste, já o 4, 5, 12 e 14 ficaram ambíguos, denotando votos diferentes para esta característica, grãos quebrados não são visualmente atrativos, não sendo interessante para o lançamento e ou recomendação. A amostra 2 teve seu grão classificado como bonito, e os genótipos 1, 5, 9, 12 e 15 como não bonitos, caracteres visuais como uniformidade da casca e grãos quebrados são potencialmente úteis na determinação da aceitabilidade e comercialização do feijão (SCHOENINGER, COELHO, BASSINELLO, 2017).

Os genótipos 6 e 14 tiveram seus caldos melhor qualificados dentre as amostras avaliadas, e os genótipos 3 e 9 como não saborosos. Os demais apresentaram opiniões divididas pelos avaliadores. A aceitação de um alimento na dieta humana depende de muitos fatores, como cozimento e qualidade do caldo (CAZETTA *et al.*, 1995), portanto, esta característica deve ser levada em consideração na escolha de genótipos.

Tabela 6: Atributos de 15 (quinze) genótipos avaliados pelo Teste de Bonferroni ($P < 0,01$), Pacajus – CE, 2022.

Atributos	Genótipos								p-v*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Grão marrom	0,7a b	0a	0,7a b	0a	0,8b	0,8b	0,6ab	0,7 ab	<0,01
Grão verde	0,1a	0,1a	0,1a	0a	0a	0a	0a	0a	<0,01
Grão verde claro	0a	0,6bc	0a	0,7c	0a	0a	0a	0a	<0,01
Aroma de feijão verde	0,3a b	0,1ab	0a	0a	0a	0,4b	0a	0a	0,01
Sabor agradável	0,1a b	0,6ab	0,1a b	0,3ab	0,2a b	0,2a b	0,1ab	0,4 ab	0,000
Sabor desagradável	0,3a b	0a	0,5a b	0,1ab	0,1a b	0a	0,4ab	0a	<0,01
Sabor de peixe	0 a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0 a	0,00
Grão Duro	0,4a b	0a	0,1a b	0a	0a	0,2a b	0,3ab	0,1 ab	<0,01
Grão macio	0,2a bc	0,8bc	0,5a bc	1c	0,6a bc	0,4a bc	0,1ab	0,7 abc	<0,01
Grão quebrado	0,7b	0,1a	0a	0,2ab	0,5a b	0a	0a	0a	<0,01
Grão bonito	0a	0,8b	0,4a	0,5ab	0a	0,3a	0,3ab	0,2	0,000

Caldo saboroso	0,4a		b		0,4a	b	0,78	ab	
	b	0,2ab	0a	0,5ab	b	b	0,2ab	ab	<0,01
Genótipos									
Atributos	9	10	11	12	13	14	15		
Grão marrom	0a	0a	1b	0,4ab	0,7a	0,3a	0,3ab		<0,01
Grão verde	1c	0,7bc	0a	0a	0a	0a	0,2ab		<0,01
Grão verde claro	0a	0,2ab	0a	0a	0a	0,1a	0,4ab		<0,01
Aroma de feijão verde	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0,1ab		0,01
Sabor agradável	0a	0,7b	0,4a	0,3ab	0a	0,7b	0,4ab		0,000
Sabor desagradável	0,6b	0a	0,1a	0a	0,2a	0a	0a		<0,01
Sabor de peixe	0,3b	0a	0a	0a	0a	0a	0a		0,00
Grão Duro	0,7b	0,2ab	0a	0,1ab	0,7b	0a	0a		<0,01
Grão macio	0a	0,3ab	0,1a	0,5ab	0a	0,8b	0,7ab		<0,01
Grão quebrado	0a	0a	0,1a	0,5ab	0a	0,2a	0,1a		<0,01
Grão bonito	0,1a	0,3ab	0,3a	0a	0,4a	0,3a	0,1a		0,000
Caldo saboroso			0,2a		0,1a				
	0a	0,3ab	b	0,6ab	b	0,7b	0,6ab		<0,01

*p-valor.

A figura 4 evidencia a variação total acumulada nos componentes principais. Os 2 componentes iniciais chegam a explicar quase 50% da variação total dos dados, sendo suficiente para explicação das tendências de consumo dos participantes. Análises multivariadas em análises sensoriais são muito comuns. Aung, Kim, Kim, (2024) usaram técnicas multivariadas e apenas dois componentes principais para avaliar bebidas quentes e frias oriundas de trigo, já Muroki et al. (2024) estudaram propriedades sensoriais de feijão comum biofortificado usando a técnica de componentes principais, explicando em dois componentes 49% da variação total e concluíram que fatores como aroma, sabor e textura afetam a sua aceitabilidade geral.

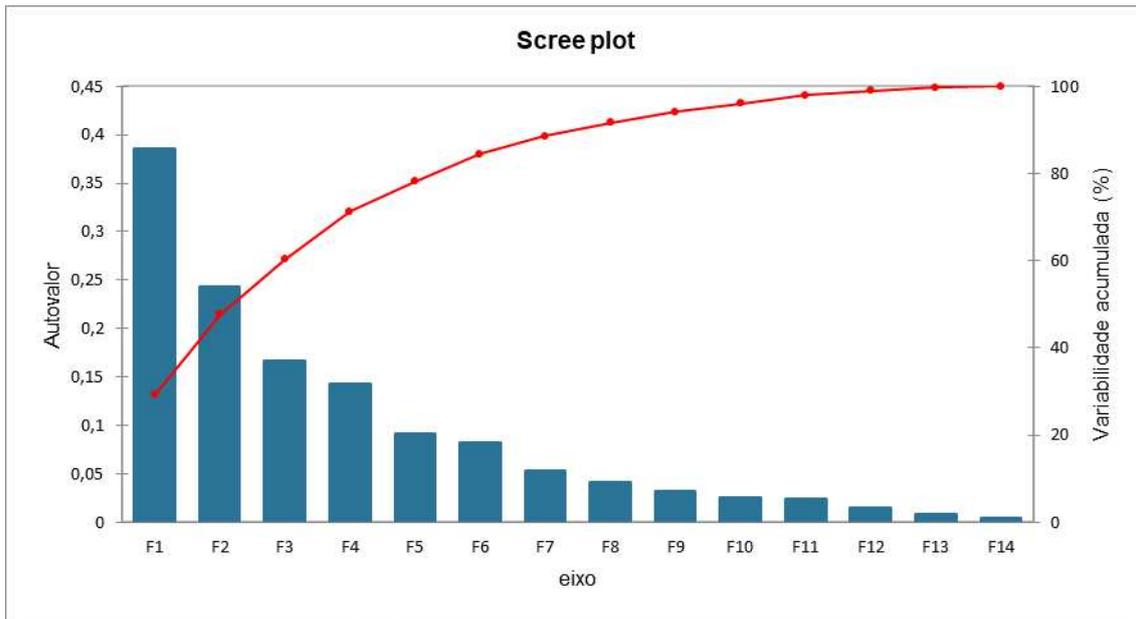


Figura 4 - Valores da variância acumulada ao longo de 14 componentes principais, Fortaleza - CE, 2022.

O eixo 1 explicou 29,23% da variância dos dados e observa-se que os genótipos 1, 3, 7 e 13 são mais próximos devido a características como sabor desagradável, aroma não característico/não agradável, grão duro e pouco duro e grãos grandes (figura 5). Todas estas características não são interessantes para genótipos superiores, principalmente sabor desagradável, grão duro e aroma não característico. Maia et al. (2021), testando diferentes farinhas de leguminosas de grãos verdes para formulação de biscoitos, obtiveram que a farinha com grão imaturo de feijão-caupi foi a segunda menos saborosa, quando comparada com Mangalo e feijão guandu, logo, a farinha que teve maior aceitação global e melhores sabores foram as preteridas para formulação de biscoitos.

O sabor é uma importante característica sensorial, que influencia a aceitação dos alimentos pelos consumidores. A percepção do sabor é modulada principalmente por propriedades sensoriais, como aroma, textura, gosto e sensação bucal. Logo, uma das grandes desvantagens no desenvolvimento de novos produtos à base de plantas é o sabor (BADJONA et al., 2023), inclusive na indicação de genótipos, no caso de grãos de feijão-caupi imaturo.

Ainda no primeiro componente é possível observar os genótipos 11, 8, 5, 12 e 6, com características de aroma de feijão, grão médio, aroma de feijão verde, gosto doce, aroma de alho, grão marrom e sabor de feijão seco (figura 5). Neste grupo de genótipos há características interessantes e outras não, como gosto doce, grão quebrado e aroma de alho. Aspectos visuais, tamanho de grão, textura, sabor e cor afetam a aceitabilidade e comercialização do produto, o gosto doce pode ser em decorrência de um maior teor de

açúcar no grão, já aroma de alho pode ser por conta da liberação de compostos após a cocção, como o trissufeto de metila (CAI et al., 2021).

O segundo componente principal explica 18,40% da variação, os genótipos 2, 4 e de forma mais intensa o 14, 15 apresentaram características que são essenciais para produção de grãos verdes, como grão verde claro, grão atrativo, sabor agradável, grão bonito, caldo saboroso, aroma agradável e grão macio (figura 5). Estas características são procuradas e devem ser avaliadas nos genótipos. Esses genótipos tiveram maior aceitação sensorial pelos avaliadores, aspectos como sabor, cor do grão e aparência também foram avaliados por Gutema e Tolesa (2024), avaliando diferentes métodos de processamento na qualidade de duas variedades locais de feijão-caupi, e concluíram que estes métodos diferentes afetam a qualidade sensorial do produto.

Os genótipos 9 e 10 apesar de estar em outro quadrante do componente principal, este último recebeu influências de características positivas, por proximidade, porém mais proximal a característica sabor de peixe, gosto este que não é positivo para lançamento de genótipos superiores (figura 2). O atributo sabor é de grande importância para pesquisa, pois tende a refletir a opinião geral do assessor (ABREU et al., 2020), logo, o genótipo 9 teve um sabor totalmente atípico para feijão verde, não sendo indicado para tal. Nesse contexto, os genótipos 2 e 4, tiveram no mesmo componente de características de interesse, sendo estes influenciados positivamente por estes atributos.

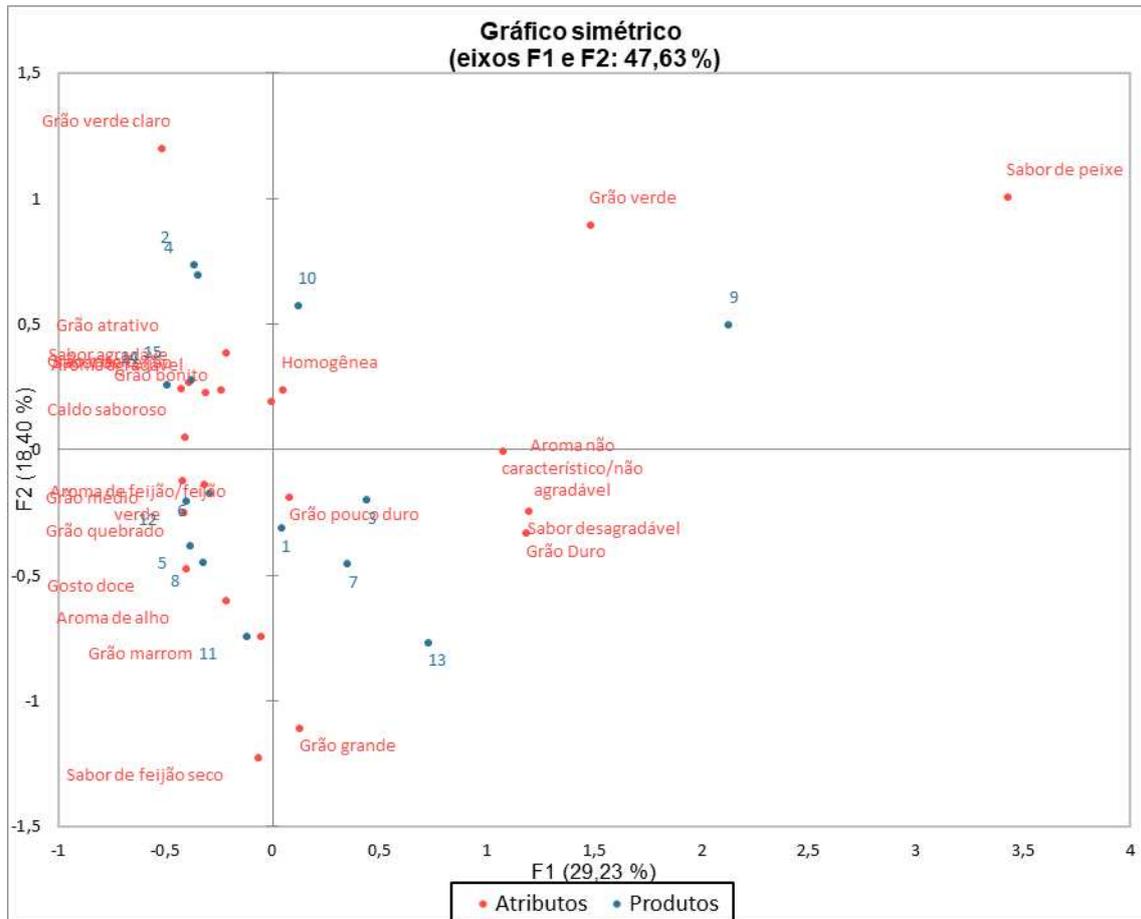


Figura 5 - Análise de componentes principais com os atributos e genótipos avaliados, Fortaleza-CE, 2022

Os atributos mais marcados no teste CATA foram grãos marrons, sabor agradável, grão macio e caldo saboroso. Os termos menos votados foram grão massento, sabor de peixe e sabor de alho torrado (figura 6). Apesar de haver grãos não atrativos para a comercialização, a maior proporção (acima de 30% dos votos) foram com características importantes para comercialização. Heberle et al. (2022), avaliando o perfil sensorial de variedades crioulas de feijão-caupi, constataram atributos desejáveis, tais como grão macio e sabor agradável ao paladar.

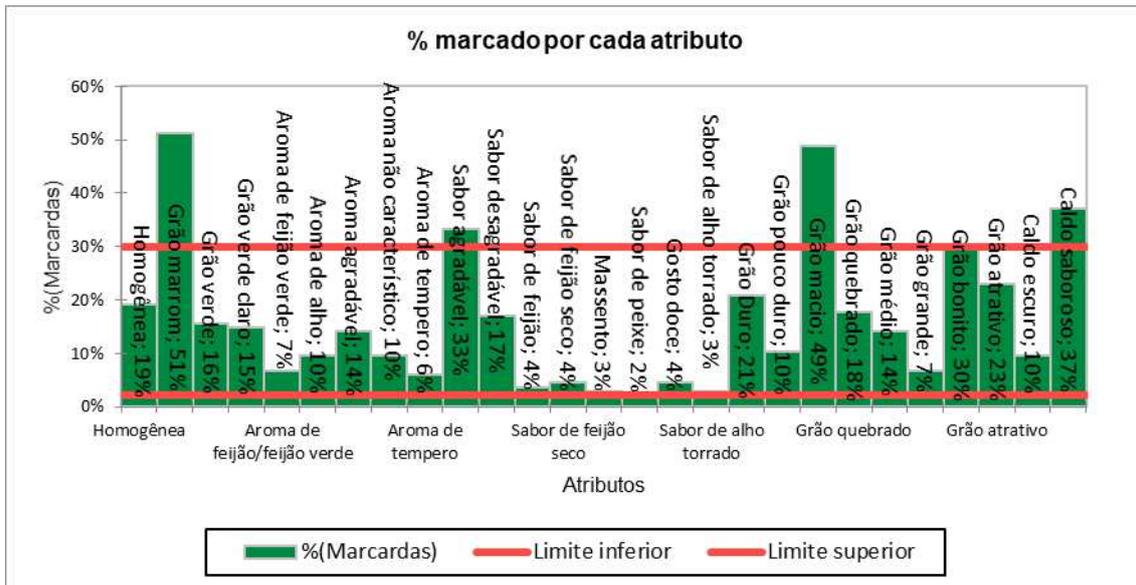


Figura 6 - Percentual de atributos mais e menos marcados no teste CATA, Pacajus – CE, 2022.

O avaliador 1 marcou as amostras como homogêneas, grãos marrons, sabor agradável e grão bonito. O 2 verificou mais características do grão como maciez e aspecto visual, o avaliador 4 seguiu a mesma tendência, de aspectos visuais como grão atrativo e grão macio. O avaliador 6 evidenciou características como grão marron e grão macio, grão médio e caldo saboroso. Por fim, o avaliador 9 marcou características como grão marron, aroma agradável, grão macio e caldo saboroso. Observa-se que percepções diferentes foram elencadas para os avaliadores, pois a aceitação alimentar pode ser afetada por hábitos, atitudes, crenças alimentares e, principalmente, a cultura alimentar (YANG, LEE., 2019), podendo ser observado nesta pesquisa, dado a diferença entre os atributos marcados pelos avaliadores.

Algumas características não desejadas para grãos verdes foram menos marcadas no conjunto de dados pelos avaliadores, tais como grão pouco duro, grão duro, sabor de alho torrado, pouco doce, sabor de peixe, massento, sabor de feijão seco, aroma não característico/não agradável, aroma de alho, grão grande (figura 4), denotando que em um contexto geral, a maioria dos genótipos avaliados possui potencial sensorial para comercialização.



Figura 7 - Percentual marcado por cada avaliador e atributo, Pacajus-CE, 2022.

Com este dotado potencial sensorial de alguns genótipos, pode-se adotar o uso em outros tipos de pratos, sua farinha está sendo muito usada para a formulação de cookies, pães, hambúrgueres e biscoitos (OLIVEIRA et al., 2021). Desta forma, trabalhos como este podem indicar acessos e variedades que possam a vir ser usadas para estes fins.

O desenvolvimento e enriquecimento de alimentos são de grande importância não apenas para o ramo industrial, mas para a melhoria da população. Cavalcante et al., (2016), usaram diferentes formulações de farinhas de feijão-caupi em substituição ao amido visando a biofortificação de alimentos e chegaram à conclusão que aumentou os teores de cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês e zinco. Por fim, no teste de aceitação a farinha que continha a concentração de 5,6% de feijão-caupi foi a mais indicada para alimentos assados que não contem glúten, como pão e pão de queijo.

A partir dos resultados encontrados nesta pesquisa, o feijão-caupi pode ser aplicado para diversos usos gastronômicos, como farinha para fazer bolos, cookies, farinha para fabricação de pães, hambúrgueres, cremes de leguminosas, lanches em geral, biscoitos, massas de macarrão e preparo como adoçantes.

Por fim, devem-se avaliar posteriormente, além destas características sensoriais (figura 8), as características agrônômicas para verificar a viabilidade produtiva destes genótipos em campo, para que após isso, se tente chegar a ideótipos comuns a essas duas características sendo imprescindíveis a inserção de materiais no mercado.

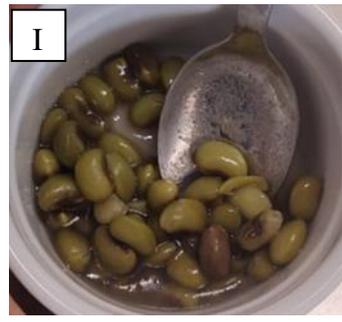
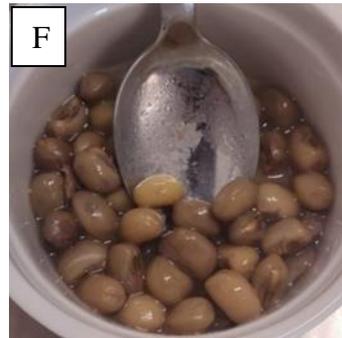
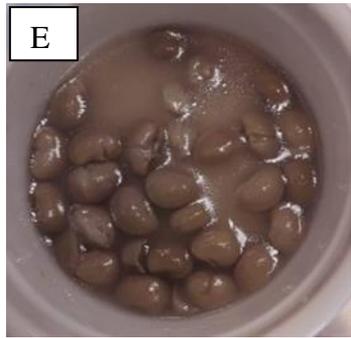
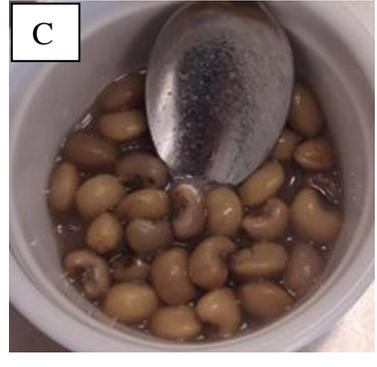
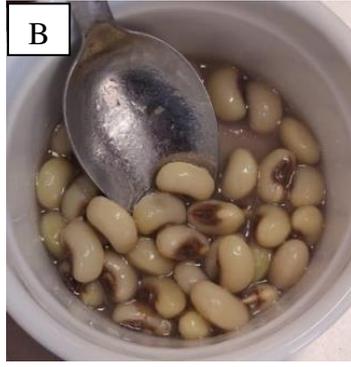




Figura 8: Genótipos avaliados na execução do grupo focal, Fortaleza – CE, 2022. A: Gurguéia; B: Guariba; C: Paulistinha; D: Tumucumaque; E: Sempre Verde; F: Pingo de Ouro – BAG; H: Abacate; I: Juruá; J: Aracê; K: Pujante; L: Setentão; M: Bengala; N: Pingo de Ouro – Local; O: Paulistinha – Baraúna.

CONCLUSÃO

Os genótipos 14 (Pingo de Ouro – Local) e 15 (Paulistinha – Baraúna) possuem as melhores marcações para termos sensoriais positivos, sendo ideais para a comercialização;

Os genótipos Guariba e Tumucumaque mostram potencial sensorial, sendo uma opção viável para a comercialização de feijão-verde.

Ao avaliar a diversidade genética e o consumo de feijão-caupi, a pesquisa contribui para a segurança alimentar, oferecendo uma alternativa nutritiva e de alta qualidade para os consumidores.

A continuidade da pesquisa com outras variedades e a aplicação de técnicas sensoriais podem expandir ainda mais o conhecimento sobre os atributos desejáveis do feijão-caupi, facilitando o desenvolvimento de novos produtos.

REFERÊNCIAS

DESBRAVINES, Rose Paula et al. Optimized production of immature cowpea under green manuring in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, ed. 3, p. 606 – 617, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/Sb9BhJFYKfCZw5N8G76T8CF/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 13 jun 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Genetic parameters and selection indices of cowpea genotypes for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 36, ed. 2, p. 310-319, 2023. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/370975876_Genetic_parameters_and_selection_indices_of_cowpea_genotypes_for_green_grain_production. Acesso em: 14 out 2023.

HEBERLE, Thauana et al. Potencial tecnológico e sensorial de feijão-caupi crioulo: um estudo para a valorização do consumo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, [s. l.] v. 39, ed.1, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26877>. Acesso em: 14 jul 2024.

BOUKAR, Ousmane et al. Genomics Tools in Cowpe Breeding Programs: Status and Perspectives. **Frontiers in plant science**, [s. l.] v. 7, ed. 57, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00757/full>. Acesso em: 13 dez 2022.

CARBONELL, Sérgio Augusto Morais et al. Tamanho de grãos comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, ed. 10, p. 2067-2073, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LkTBS6NBBCXLxXQ8RmrWmLr/>. Acesso em: 22 ago 2023.

CAVALCANTE, Rodrigo Barbosa Monteiro et al. Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 40, ed. 1, p. 97-103, 2016. Disponível em: [scielo.br/j/cagro/a/5w6hWYJwDq6ZMhLw8qwXDGj/?format=pdf&lang=en](https://www.scielo.br/j/cagro/a/5w6hWYJwDq6ZMhLw8qwXDGj/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 15 abr 2024.

ARES, Gastón; JAEGER, Sara R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 28, ed. 1, p. 141–153, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329312001838>. Acesso em: 26 jun 2024.

JAEGER, Sara R. et al. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, [s. l.] v. 42, ed. 1, p. 154-164, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329315000348>. Acesso em: 22 jan 2024.

ARES, Gastón; JAEGER, Sara. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 40, ed. 3, p. 199-208, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329314002043>. Acesso em: 25 jan 2022.

AUNG, Thinzar; KIM, Bo Ram.; KIM, Mi Jeong. Check-all-that-apply (CATA)- and rate-all-that-apply (RATA)-based sensometric assessment of germinated-wheat beverages. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.] v. 61, ed. 5, p. 897–906, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38487284/>. Acesso em: 15 jul 2024.

COSTA, Juliana Nascimento et al. Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Journal of Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, ed. 2, p. 496-502, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/p9bmHrCNmCChWMCxJpWGPDy/?format=html>. Acesso em: 14 jan 2024.

LIMA, Caroline Quevedo de et al. Understanding the sensory profile of cheese ripeness description by trained and untrained assessor. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, ed. 9, p. 1-5, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/wpzrPnZ8KHYYKrhdkZFqDwsP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 24 out 2023.

NASCIMENTO, Renata Quartieri et al. Study on the sensory acceptance and check all that apply of mixed juices in distinct Brazilian regions. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, ed. 2, p. 708-717, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Vr3dw5fmvwdxR7Jw3mFBTWG/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 jan 2024.

ALCANTARA, Marcela de; FREITAS-SÁ, Daniela de Grandi Castro. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 21, p. 1-12, 2018. Disponível em: [scielo.br/j/bjft/a/D9JsdYvNhWHPxfYWPLgBL/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/bjft/a/D9JsdYvNhWHPxfYWPLgBL/?format=pdf&lang=pt) . Acesso em: 12 ago 2023.

BRESSANI, Ana Paula Pereira et al. Into the minds of coffee consumers: perception, preference, and impact of information in the sensory analysis of specialty coffee. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, ed. 2, p. 667-675, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/cSjz6CM9ScRVL6KHypQdyYy/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 26 jun 2024.

ABREU, Bruna Barbosa de et al. Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata D.C*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata L.*). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, ed.2, p. 9446-9453, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7212#:~:text=O%20presente%20trabalho%20objetivou%20elaborar%20um%20%E2%80%9Cnugget%E2%80%9D%20utilizando,Alimentos%2C%20utilizando%20uma%20quantidade%20de%20109%20assessores%20sensoriais>. Acesso em: 14 jan 2024.

MAIA, Lucas Costa et al. Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, ed. 3, p. 730-736, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/itama/Downloads/Mineral_profile_and_characterisation_of_cookies_ma.pdf. Acesso em: 14 mai 2024.

ROCHA, Maurisrael Moura et al. Cultivares. In: Bastos, Edson Alves. Cultivo do feijão-caupi. 2 ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173412/1/Cartilha-Cultivo-do-feijao.pdf>. Acesso em: 14 jan 2023.

CAZETTA, Jairo Osvaldo et al. Comparação de aspecto químico e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão-comum e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 6, ed. 1, p.39-53, 1995. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/623%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/623%20(1).pdf). Acesso em: 14 jun 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Chemical na mineral composition of the raw and cooked immature grains os cowpea genotypes. **Caatinga**, Mossoró, v.37, ed. 1, 2024. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tr7ksgKSSRRXwpDWjRppdnL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 07 jan 2024.

OLIVEIRA, Julia Costa de et al. Especificidades do grupo focal on-line: uma revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.] v. 27, ed. 5, p. 1813-1826, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/nCZvvtykvGkW7grYkLRVxXL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 out 2023.

CARVALHO, Lisandra Maria da Silva et al. Influência do tratamento térmico frente aos compostos antinutricionais em feijão-caupi. **Revista de nutrição e vigilância em saúde-NUTRIVISA**, [s. l.], v.10, ed. 1, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/10227/9012>. Acesso em: 14 abr 2023.

OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos de et al. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, ed. 14, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16054>. Acesso em: 25 out 2023.

FIORENTIN, Silmara Dayane et al. Desenvolvimento de formulações biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão caupi brs xiquexique. **FAG Journal of Health**, [s. l.], v. 1, ed. 2, p. 36 - 47, 2019. Disponível em: <https://fjh.fag.edu.br/index.php/fjh/article/view/85>. Acesso em: 13 abr 2024.

ROLAND, Wibke S. U. et al. Flavor Aspects of Pulse Ingredients. **Cereal Chemistry Journal**, [s. l.], v. 94, ed.1, p. 58-65, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1094/CCHEM-06-16-0161-FI>. Acesso em 23 mai 2023.

MUROKI, Mary. W. et al. Sensory properties of selected biofortified common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties grown in Burundi. **Food Science & Nutrition**, [s. l.], v. 12, ed. 5, p. 3199-3213, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/fsn3.3988>. Acesso em: 14 mar 2024.

SCHOENINGER, Vanderleia; COELHO, Silvia Renata Machado; BASSINELLO, Priscila Zaczuk. Industrial processing of canned beans. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, ed. 5, p. 1-9, 2017. Disponível em: [scielo.br/j/ct/a/7wPdQwWC4bShYh6vMNWRTHh/?format=pdf](https://www.scielo.br/j/ct/a/7wPdQwWC4bShYh6vMNWRTHh/?format=pdf). Acesso em: 2 jul 2024.

ERFATPOUR, Mohammad; PAULS, Karl Peter. A R2R3-MYB gene-based marker for the non-darkening seed coat trait in pinto and cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) derived from ‘Wit-rood boontje’. **Theoretical and Applied Genetics**, [s. l.], v. 133, ed. 2, p. 1977–1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339582960_A_R2R3-MYB_gene-based_marker_for_the_non-darkening_seed_coat_trait_in_pinto_and_cranberry_beans_Phaseolus_vulgaris_L_derived_from_'Wit-rood_boontje'. Acesso em: 9 jul 2024.

MISHRA, Prashant Kate et al. GC-MS olfactometric characterization of odor active compounds in cooked red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). **Heliyon**, [s. l.], v. 5, ed. 9, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019361195#:~:text=GC-O%20results%20suggest%20that%20methional%20with%20flavor%20dilution,as%20most%20important%20contributor%20towards%20smoky%20odor%20note>. Acesso em: 23 abr 2024.

CAI, Jia-Shen et al. Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC-MS. **Food Chemistry**, [s. l.] v. 340, ed. 12, p. 1-11, 2021. Disponível em: [Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC-MS](#). Acesso em: 14 fev 2024.

TIMITEY, Aboubacar et al. Technological, physico-chemical and sensory changes during cowpea processing into shô basi, a couscous-like product from Sahelian Africa. **Legume Science**, [s. l.] v. 4, ed. 1, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/leg3.115>. Acesso em: 14 fev 2023.

BADJONA, Abraham et al. Faba Bean Flavor Effects from Processing to Consumer Acceptability. **Foods**, [s. l.], v.12, ed. 11, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37297480/>. Acesso em: 23 jan 2024.

BOUKAR, Ousmane et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding*, [s. l.], v. 138, ed. 4, p. 415-424, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pbr.12589>. Acesso em: 16 out 2023.

CARVALHO, Márcia et al. Cowpea: a legume crop for a challenging environment. **Journal Of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 97, ed. 13, p. 4273-4284, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28182297/>. Acesso em: 25 mai 2023.

LEMES, Jaqueline Schneider; GIULIANI, Caroline dos Santos; BEZERRA, Aline Sobreira. Testes Afetivos. In: NORA, Flávia Michelin Dalla (Org.). **Análise sensorial Clássica: fundamentos e métodos**, Mérida Publishers: Canoas, RS, 2021. Cap. 3. Disponível em: <https://www.meridapublishers.com/analise-sc/>. Acesso em: 23 set 2024.

YANG, Jiyun; LEE, Jeehyu. Application of Sensory Descriptive Analysis and Consumer Studies to Investigate Traditional and Authentic Foods: A Review. **Foods**, [s. l.], v. 8, ed. 2, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30717367/>. Acesso em: 14 jan 2023.

CORREA, Agenor Marinho et al. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de feijão-caupi. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, v. 9, ed. 1, p. 42-47, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/arcanjoalves,+ID+2252+-+ACO+6+\(+42-47\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/arcanjoalves,+ID+2252+-+ACO+6+(+42-47)%20(1).pdf). Acesso em: 7 janeiro 2023.

EFE, Burak. E.; ZEYNEP, Fatma. E.; FELHAN, Dolunay. U. The Effect of Boiling on the Nutritional Quality and Sensory Characteristics of Cowpeas. **Journal of Food Science and Human Nutrition**, [s. l.], v. 2, ed. 1, p. 19-27, 2023. Disponível em: <https://gprjournals.org/journals/index.php/JFSHN/article/view/154>. Acesso em: 13 ago 2023.

GUTEMA, Tamerat; TOLESA, Getachew Neme. Effects of traditional processing techniques on nutritional quality and sensory acceptability of value-added products made from cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.) produced in Ethiopia. **The North African journal of food and nutrition research**, [s. l.] v. 8, ed. 17, p. 32-43, 2024. Disponível em: file:///C:/Users/itama/Downloads/ajol-file journals_689_articles_265691_65dcf952db07a%20(1).pdf. Acesso em: 27 jun 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos Pingo de Ouro – BAG e Paulistinha – Baraúna foram os melhores genótipos em se tratando de caracteres quantitativos, qualitativos e sensoriais, sendo estes indicados para continuar com a comercialização. Apesar destes genótipos terem sido melhores nestes aspectos, os materiais que foram avaliados do Banco de Germoplasma da UFC que exibem potencial sensorial para produção, como os acessos Guariba e Tumucumaque.

Em se tratando de aspectos quantitativos, o acesso Pingo de Ouro – BAG, não diferiu estatisticamente dos genótipos comerciais, sendo este um genótipo que tem similaridade com as testemunhas. Há genótipos que diferiram apenas quanto a uma característica dos comerciais, sendo estes também indicados para estudos mais aprofundados, como BRS Pujante e Pajeú.

Há genótipos com potencial para aumento no número de vagem verde e massa de vagens verdes e número de vagens por planta, como BRS Pujante e BRS Bengala e BRS Gurguéia, respectivamente. Diante disso, sugere-se em pesquisas futuras cruzamentos com os genótipos testemunhas e condução e avaliação de populações segregantes e posteriormente escolha de linhagem puras com melhoria para essas características.

Para os caracteres gastronômicos os genótipos testemunhas foram melhores para a maioria dos atributos avaliados. Entretanto, existem genótipos que possuem potencial sensorial, o qual pode-se citar o caso do genótipo Guariba e Paulistinha.

Por fim, a pesquisa demonstra que os produtores de feijão verde no estado do Ceará estão comercializando produtos de qualidade e com maiores ganhos para a indústria e consumidor. Entretanto, apesar de crescer o número de artigos com feijão verde, ainda faz-se necessário maiores estudos na área, relacionada sobretudo ao poder que pode vir a ter com os acessos de bancos de germoplasma.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Bruna Barbosa de et al. Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, ed.2, p. 9446-9453, 2020. Disponível em: [https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/682](https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7212#:~:text=O%20presente%20trabalho%20objetivou%20elaborar%20um%20%E2%80%9Cnugget%E2%80%9D%20utilizando,Alimentos%2C%20utilizando%20uma%20quantidade%20de%20109%20assessores%20sensoriais. Acesso em: 14 jan 2024.</p>
<p>ADEWUMI, Adeyinka Saburi et al. Multi-Trait Selection Index for Superior Agronomic and Tuber Quality Traits in Bush Yam (<i>Dioscorea praehensilis</i> Benth.). Agronomy, [s. l.], v.13, ed. 3, p. 1-16, 2023. Disponível em: <a href=). Acesso em: 14 jan 2024.
- ALCANTARA, Marcela de; FREITAS-SÁ, Daniela de Grandi Castro. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-12, 2018. Disponível em: scielo.br/j/bjft/a/D9JsdtYvNhWHPxfYWPLgBL/?format=pdf&lang=pt . Acesso em: 12 ago 2023.
- ALMEIDA, Milton Luiz de; MUNDSTOCK, Claudio Mario; SANGOI, Luis. Conceito de ideótipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, ed.2, p. 325-332, 1998. Disponível em: scielo.br/j/cr/a/mb7XLSsfZtjCvf6FWC49Ntg/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 jun 2024.
- ALMEIDA, Wener Santos de. **Potencial de genótipos de feijão-caupi para a produção de feijão verde no Norte do estado do Ceará**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8625>. Acesso em: 25 jul 2023.
- ALVINO, Francisco Cássio Gomes et al. Genetic gains in cowpea beans through selection indices Biometric genetics in Cowpea beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) II. **Revista de la facultad de ciencias agrarias**, [s. l.] v. 55, ed. 1, 2023. Disponível em: <https://doaj.org/article/7f143d8e41fa4d0aa11b65ea5998d0d4>. Acesso em: 13 mai 2024.
- ANDRADE, Fabrício Napoleão et al.; Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, ed. 2, p. 253-258, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/vXjm7FjP7Tg9MVr6StDtTbb/>. Acesso em: 13 jan 2024.
- AQUINO, César Fernandes; SALOMÃO, Luiz Carlos Chamhum; AZEVEDO, Alcinei Místico. Genetic dissimilarity and relative importance of characteristics in banana cultivars through multivariate analysis. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, ed.4, p. 399-404, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/40606/2/Genetic%20dissimilarity%20and%20relative%20importance%20of%20characteristics%20in%20banana%20cultivars%20through%20multivariate%20analysis.pdf> >. Acesso em: 14 de janeiro de 2024.
- AQUINO, Deisy Aiane Lima de; SANTOS Carlos Antônio Fernandes; SILVA, Danillo Olegário Matos. Phenotypic variability of cowpea genotypes for immature seed harvesting.

Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 51, ed.6, 2021. Disponível em: < <http://revistas.ufg.br/pat/article/view/69614/37652> >. Acesso em: 19 de junho de 2024.

ARAMÉNDIZ-TATIS, Hermes; CARDONA-AYALA, Carlos; ESPITIA-CAMACHO, Miguel. Heritability, genetic gain, and correlations in cowpea beans (*Vigna unguiculata* [L.] (Walp.)). **Revista Colombiana Ciência Hortícola**, Bogotá, v. 15, ed. 2, p. 1-9, 2021. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732021000200008. Acesso em: 8 jan 2023.

ARAÚJO, Linda Brenna Ribeiro et al. Agronomic potential and genetic diversity of landraces of cowpea of the state of ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, ed. 3, p. 698- 708, 2019. Disponível em: [scielo.br/j/rcaat/a/PyHcH5hcmH4mH4rc9mgy7xP/?format=pdf&lang=en](http://www.scielo.br/j/rcaat/a/PyHcH5hcmH4mH4rc9mgy7xP/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 14 de out 2023.

ARAÚJO, Linda Brenna Ribeiro et al. Influence of the environment and production components on the protein content of green cowpea grain. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52. ed. 2, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/V68WPRTRQVc4f6k9CMcZPJj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 1 fev 2024.

ARES, Gastón; JAEGER, Sara R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 28, ed. 1, p. 141–153, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329312001838>. Acesso em: 26 jun 2024.

ARES, Gastón; JAEGER, Sara. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 40, ed. 3, p. 199-208, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329314002043>. Acesso em: 25 jan 2022.

AUNG, Thinzar; KIM, Bo Ram.; KIM, Mi Jeong. Check-all-that-apply (CATA)- and rate-all-that-apply (RATA)-based sensometric assessment of germinated-wheat beverages. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.] v. 61, ed. 5, p. 897–906, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38487284/>. Acesso em: 15 jul 2024.

BADJONA, Abraham et al. Faba Bean Flavor Effects from Processing to Consumer Acceptability. **Foods**, [s. l.], v.12. ed. 11, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37297480/>. Acesso em: 23 jan 2024.

BASTOS, Edson Alves et al. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resource and Irrigation Management**, Campina Grande, v.1, ed. 1, p. 31-37, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/948927/1/WRIM.pdfP.3137.pdf>. Acesso em: 13 mai 2023.

BERTINI, Cândida Hermínia Campos de Magalhães et al. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum**.

Agronomy, Maringá, v. 32, ed. 4, p. 613-619, 2010. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/GZmvdNgwkJDRj4x3gnkqmtB/>. Acesso em: 14 de nov 2023.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**, 2007. Disponível em: < <https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/descritores-para-feijao-frade-ou-caupi-vigna-unguiculata-l-walp>>. Acesso em: 14 mai 2023.

BIZARI, Eduardo. Henrique et al. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 1, p. 110-117, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/z3hyMyygmLPmQCMJn6s7DJR/>. Acesso em: 07 out 2023.

BORGES, Vinícios et al. Sources of resistance to black aphid in cowpea varieties used as green grains. **EntomoBrasilia**. [s. l.] v. 13, ed. 9, p. 1-5, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348173023_Sources_of_resistance_to_black_aphid_in_cowpea_varieties_used_as_green_grains#fullTextFileContent. Acesso em: 12 ago 2023.

BOUKAR, Ousmane et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, [s. l.] v. 138, ed. 4, p. 415–424, 2018. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pbr.12589>. Acesso em: 14 nov 2023.

BOUKAR, Ousmane et al. Genomics Tools in Cowpe Breeding Programs: Status and Perspectives. **Frontiers in plant science**, [s. l.] v. 7, ed. 57, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00757/full>. Acesso em: 13 dez 2022.

BRESSANI, Ana Paula Pereira et al. Into the minds of coffee consumers: perception, preference, and impact of information in the sensory analysis of specialty coffee. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, ed. 2, p. 667-675, 2021. Disponível em: [scielo.br/j/cta/a/cSjz6CM9ScRVL6KHypQdyYy/?format=pdf&lang=en](https://www.scielo.br/j/cta/a/cSjz6CM9ScRVL6KHypQdyYy/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 22 mai 2023.

CAI, Jia-Shen et al. Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC–MS. **Food Chemistry**, [s. l.] v. 340, ed. 12, p. 1-11, 2021. Disponível em: [Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC–MS](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.107555). Acesso em: 14 fev 2024.

CARBONELL, Sérgio Augusto Morais et al. Tamanho de grãos comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, ed. 10, p. 2067-2073, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LkTBS6NBBCXLxXQ8RmrWmLr/>. Acesso em: 22 ago 2023.

CARVALHO, Agnaldo Donizete Ferreira de; PEREIRA, Gabriel Emiliano; SILVA, Giovani Olegário da. Estimates of genetic gains in the carrot using different selection indices. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 16, ed. 1, p.1-14, 2022. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/7154>, Acesso em: 25 jan 2023.

CARVALHO, Lisandra Maria da Silva et al. Influência do tratamento térmico frente aos compostos antinutricionais em feijão-caupi. **Revista de nutrição e vigilância em saúde-NUTRIVISA**, [s. l.], v.10, ed. 1, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/10227/9012>. Acesso em: 14 abr 2023.

CARVALHO, Márcia et al. Cowpea: a legume crop for a challenging environment. **Journal Of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 97, ed. 13, p. 4273-4284, 2017.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28182297/>. Acesso em: 25 mai 2023.

CAVALCANTE, Rodrigo Barbosa Monteiro et al. Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 40, ed. 1, p. 97-103, 2016. Disponível em: scielo.br/j/cagro/a/5w6hWYJwDq6ZMhLw8qwXDGj/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 15 abr 2024.

CAZETTA, Jairo Osvaldo et al. Comparação de aspecto químico e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão-comum e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 6, ed. 1, p.39-53, 1995. Disponível em:

[file:///C:/Users/itama/Downloads/623%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/623%20(1).pdf). Acesso em: 14 jun 2024.

CEASA, **Central de abastecimento do estado do Ceará**, CE – principais produtos hortigranjeiros comercializados, 2023. Disponível em: <https://www.ceasa-ce.com.br/principais-produtos/>. Acesso em: 16 jan 2024.

COELHO, Tiago José da Silva; COELHO, Robson Rogério Pessoa; SANTOS, Vanessa. Silva. Caracterização do rendimento em grãos verdes de feijão-caupi, In: IV Encontro Nacional da Agroindústria, 2018, João Pessoa, Anais eletrônicos, Campinas, Galoá, 2018 Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2018/trabalhos/caracterizacao-do-rendimento-em-graos-verdes-de-feijao-caupi?lang=pt-br>. Acesso em: 25 jan 2024.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento** - Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2023/24. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 15 jan 2024.

CORREA, Agenor Marinho et al. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de feijão-caupi. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, v. 9, ed. 1, p. 42-47, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/arcanjoalves,+ID+2252+-+ACO+6+\(+42-47\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/arcanjoalves,+ID+2252+-+ACO+6+(+42-47)%20(1).pdf). Acesso em: 7 janeiro 2023.

CORREA, Agnor Martinho et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, ed. 1, p. 88-94, 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/H6GMgK66bbMQRB5GmW7tKhJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 set 2022.

COSTA, Juliana Nascimento da et al. Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Journal of Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, ed. 2, p. 496-502, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/p9bmHrCNmCChWMCxJpWGPDy/?format=html>. Acesso em: 14 out 2024.

COSTA, Juliana Nascimento et al. Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Journal of Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, ed. 2, p. 496-502, 2020.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/p9bmHrCNmCChWMCxJpWGPDy/?format=html>. Acesso em: 14 jan 2024.

COUTINHO, Givago et al. Multivariate analysis and selection indices to identify superior quince cultivars for cultivation in the tropics. **HortScience hots**, [s. l.] v. 54, ed. 8, p.1324–1329, 2019. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/54/8/article-p1324.xml?rskey=sQUXTy>. Acesso em: 22 mai 2023.

CRUZ, Come Damião; CARNEIRO, Paulo Crescêncio Souza. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**.ed. 2., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CRUZ, Cosme Damião. GENES - um software para análise em estatística experimental e genética quantitativa. **Acta Scientiarum. Agronomia**, Maringá, v. 35, ed. 3, p. 271-276, 2013. Disponível em: scielo.br/j/asagr/a/7rm4LJLC37hGrFj49byTdwR/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 23 jun 2023.

CRUZ, Cosme Damião. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, ed. 4, p. 547-552, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/sLvDYF5MYv9kWR5MKgxb6sL/>. Acesso em: 21 fev 2024.

DESBRAVINES, Rose Paula et al. Optimized production of immature cowpea under green manuring in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, ed, 3, p. 606 – 617, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/Sb9BhJFYKfCZw5N8G76T8CF/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 13 jun 2024.

DHAKAL, Ramesh; BHARDWAJ, Harbans. Alternative Use of Black and Navy Beans as Green Shell Beans. **Hortscience**, v. 59, ed. 6, p. 1-2, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/hortsci-article-p831%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/hortsci-article-p831%20(1).pdf). Acesso em: 24 abr 2024.

DONALD, Colin Malcolm. The breeding of crop ideotypes. **Euphytica**, Netherlands, v.17, n.3, p. 385-403, 1967. Disponível em: [file:///C:/Users/itama/Downloads/BF00056241%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/itama/Downloads/BF00056241%20(3).pdf). Acesso em: 24 mar 2024.

DONALD, Colin. Malcolm; HAMBLIN, John. The convergente evolution of anual seed crops in agriculture. **Advances in Agronomy**, Netherlands, v.36, ed. 1, p.97-139, 1983. doi: Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308603533>. Acesso em: 14 de mai 2024.

DOOLEY, Lauren; LEE, Young-Seung; MEULLENET, Jean-François. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, ed. 4, p. 394-401, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329309001554>. Acesso em: 14 jan 2024.

DOVALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**, Viçosa- MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2017.

DUARTE, Ennya Cristina Pereira dos Santos et al. Nutritional and cooking quality of grains from different commercial classes of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Revista observatorio de la economia latino-americana**, Curitiba, v.22, ed. 2, p. 01-27. 2024.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/378224337_Nutritional_and_cooking_quality_of_grains_from_different_commercial_classes_of_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp. Acesso em: 07 jan 2024.

EDUARDE-BURGOS, Alberto et al. Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and α -Glucosidase Inhibition of Boiled Green Beans and Leaves from Chilean *Phaseolus vulgaris*. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.78, ed. 1, p. 762–767, 2023. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-023-01111-4>. Acesso em: 14 fev 2024.

EFE, Burak. E.; ZEYNEP, Fatma. E.; FELHAN, Dolunay. U. The Effect of Boiling on the Nutritional Quality and Sensory Characteristics of Cowpeas. **Journal of Food Science and Human Nutrition**, [s. l.], v. 2, ed. 1, p. 19–27, 2023. Disponível em:

<https://gprjournals.org/journals/index.php/JFSHN/article/view/154>. Acesso em: 13 ago 2023.

ERFATPOUR, Mohammad; PAULS, Karl Peter. A R2R3-MYB gene-based marker for the non-darkening seed coat trait in pinto and cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) derived from ‘Wit-rood boontje’. **Theoretical and Applied Genetics**, [s. l.], v. 133, ed. 2, p. 1977–1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339582960_A_R2R3-MYB_gene-based_marker_for_the_non-darkening_seed_coat_trait_in_pinto_and_cranberry_beans_Phaseolus_vulgaris_L_derived_from_'Wit-rood_boontje'. Acesso em: 9 jul 2024.

FIORENTIN, Silmara Dayane et al. Desenvolvimento de formulações biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão caupi brs xiquexique. **FAG Journal of Health**, [s. l.], v. 1, ed. 2, p. 36 - 47, 2019. Disponível em: <https://fjh.fag.edu.br/index.php/fjh/article/view/85>. Acesso em: 13 abr 2024.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. *In*: ALBUQUERQUE, Ana Christina Sagebin; SILVA, Aliomar Gabriel (ed.).

Agricultura tropical quatro décadas de inovação tecnológicas, institucionais e políticas, v. 1, Embrapa informação tecnológica, Brasília, DF, 2008. Cap. 7. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/124265>. Acesso em: 24 set 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2011. 84p.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. **Anais do II CONAC**: Congresso Nacional do Feijão-Caupi, Sorriso, MT, 2009. Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de feijão-caupi, na cidade de Sorriso, MT. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165733/1/CONAC2p120.pdf>. Acesso em: 25 ago 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi, **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, ed. 3, p. 286-290, 2007. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/83850>. Acesso em: 14 jul 2023.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues et al. Seleção de famílias de feijão-caupi de grãos verde para processamento industrial. **4º Congresso brasileiro de melhoramento de plantas**, Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2007. Trabalho apresentado no 4º Congresso brasileiro de melhoramento de plantas, 2007, na cidade de Lavras. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/66075/1/Selecao-de-familias-de-feijao-caupi2.pdf>. Acesso em: 22 jun 2023.

FREITAS, Thaisy Gardênia Gurgel de et al. Green bean yield and path analysis in cowpea landraces. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 29, ed. 4, p. 866 – 877, 2016. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/ZxrRjr3RGTR78dcFdYHSBHy/>. Acesso em: 25 de abr 2024.

GERRANO, Abe Shergo et al. Genotype-by-Environment Interaction for the Contents of Micro-Nutrients and Protein in the Green Pods of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Agriculture**, [s.l.], v.12, ed.5, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/4/531>. Acesso em: 14 jan 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Chemical na mineral composition of the raw and cooked immature grains os cowpea genotypes. **Caatinga**, Mossoró, v.37, ed. 1, 2024. doi: Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tr7ksgKSSRRXwpDWjRppdnL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 07 jan 2024.

GOMES, Fernanda de Oliveira et al. Composição química e valor energético total de grãos imaturos de linhagens e cultivares de feijão-caupi. In: CORDEIRO, Carlos Alberto Martins; SILVA, Evaldo Martins da; EVANGELISTA-BARRETO, Norma Suely (Orgs). **Ciência e tecnologia de alimentos: pesquisa e prática contemporâneas**. Científica digital, Guarujá, v. 2, 2021. cap. 25. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1135778/1/Livro-Ciencia-Tecnologia.pdf>. Acesso em: 22 abr 2024.

GONÇALVES, Fabíola Viana et al. Protein, Phytate and Minerals in Grains of Commercial Cowpea Genotypes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 92, ed. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/6vWQHn6GhtYyN9ZDsr3NYRn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 22 jan 2023.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira de Moura et al. Parcelamento de doses de K₂O sobre a produção de feijão-caupi. **Scientia Plena**, v.16, ed. 8, p. 1-9, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344465843_Parcelamento_de_doses_de_K_2_O_sobre_a_producao_de_feijao-caupi_Splitting_and_K2O_doses_on_cowpea_production. Acesso em: 14 de jan 2024.

GUIMARÃES, Isaias Porfírio et al. Interference of genotype-by-environment interaction in the selection of inbred lines of yellow melon in an agricultural center in Mossoró-Assu, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, ed. 1, p. 51-59, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/295891897_Interference_of_genotype-by-environment_interaction_in_the_selection_of_inbred_lines_of_yellow_melon_in_an_agricultural_center_in_Mossoro-Assu_Brazil#fullTextFileContent. Acesso em: 24 jan 2023.

GUTEMA, Tamerat; TOLESA, Getachew Neme. Effects of traditional processing techniques on nutritional quality and sensory acceptability of value-added products made from cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.) produced in Ethiopia. **The North African journal of food and nutrition research**, [s. l.] v. 8, ed. 17, p. 32-43, 2024. Disponível em:

file:///C:/Users/itama/Downloads/ajol-file

journals_689_articles_265691_65dcf952db07a%20(1).pdf. Acesso em: 27 jun 2024.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Iowa, v. 28, ed. 6, p. 476-490, 1943. Disponível em:

https://academic.oup.com/genetics/article/28/6/476/6033171. Acesso em: 14 mar 2024.

HEBERLE, Thauana et al. Potencial tecnológico e sensorial de feijão-caupi crioulo: um estudo para a valorização do consumo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, [s. l.] v. 39, ed.1, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26877>.

Acesso em: 14 jul 2024.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal**, Disponível em:

https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Pacajus_2017.pdf. Acesso em 24 fev 2023.

JAEGGER, Sara R. et al. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, [s. l.] v. 42, ed. 1, p. 154-164, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329315000348>. Acesso em: 22 jan 2024.

JEAN, Albert; ROCHA, Maurisrael Moura. Avaliação do teor de zinco no grão de populações F2 de feijão-caupi. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 2, ed. 3, p. 08, 2021. Disponível em:

<https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/1593>. Acesso em: 01 jan 2023.

JHA, Uday Chand et al. Heat stress and cowpea: genetics, breeding and modern tools for improving genetic gains. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 25, ed. 4, p. 645–653, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40502-020-00544-2.pdf>. Acesso em: 23 out 2024.

LEMES, Jaqueline Schneider; GIULIANI, Caroline dos Santos; BEZERRA, Aline Sobreira. Testes Afetivos. In: NORA, Flávia Michelon Dalla (Org.). **Análise sensorial Clássica: fundamentos e métodos**, Mérida Publishers: Canoas, RS, 2021. Cap. 3. Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/analise-sc/>. Acesso em: 23 set 2024.

LIMA, Caroline Quevedo de et al. Understanding the sensory profile of cheese ripeness description by trained and untrained assessor. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, ed. 9, p. 1-5, 2022. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/wpzrPnZ8KHYYKrhdkZFqDwsP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 24 out 2023.

LIMA, Eliza Dorotea Pozzobon de Albuquerque (Org.) et al. **Feijão-caupi verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.): aspectos de pós-colheita, processamento mínimo, processamento em conserva**. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2004.

LIRA, Ellen Grippie et al. Genetic parameters, phenotypic, genotypic and environmental correlations and genetic variability on sunflower in the Brazilian Savannah, **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, ed. 8, p. 1-7, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/kLCrNVKKhZnpSGfbK7PKXnx/?format=pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

MAIA, Lucas Costa et al. Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, ed. 3, p. 730-736, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/itama/Downloads/Mineral_profile_and_characterisation_of_cookies_ma.pdf. Acesso em: 14 mai 2024.

MARTINS, Ildeu Soares et al. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, ed. 3, p.327-333, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/HvxZjJCqpZgrYxFhXzXqWYD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jul 2023.

MEDEIROS, Mariana Dias. De et al. Estudos biométricos em feijão-caupi no Município de Pombal – PB. **Ciências Rurais em Foco**, [s. l.], v. 3, ed.1, p. 167-174, 2021. Disponível em: https://www.bing.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F350426262_Estudos_biometricos_em_feijao-caupi_no_Municipio_de_Pombal_-_PB&cvid=3959e82cb4f94c189bf99f61645d85f2&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOjIGCAEQRRg50gEINDA4MWowajSoAgCwAgA&FORM=ANAB01&PC=LCTS. Acesso em: 22 nov 2023.

MELO, Leane Fialho de et al. GGE biplot analysis to recommend cowpea cultivars for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 33, ed. 2, p. 321 –331, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/WbrQK6GDFDVxq5JpN5WZ38g/?lang=en>. Acesso em: 30 jan 2024.

MELO, Leane Fialho de et al. Selection index for recommendation of cowpea cultivars for green bean production. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, ed. 3, p. 1-9, 2021. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/84981>. Acesso em: 14 out 2023.

MELO, Natália Quaresma Costa et al. Chemical characterization of green grain before and after thermal processing in biofortified cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, ed. 5, p. 811-816, dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/Y9dKLbbhKpfbqbs5YkZWYtq/>. Acesso em: 14 dez 2024.

MELO, Rita Carolina de et al. Seleção de ideótipos no melhoramento genético de feijão para caracteres agronômicos e fisiológicos. **Revista da jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega**, Campinas, v. 15, ed. 3, p. 1480-1494, 2018, Disponível em:

<https://1library.org/document/z1e5xldy-selecao-ideotipos-melhoramento-genetico-feijao-caracteres-agronicos-fisiologicos.html>. Acesso em: 24 jan 2024.

MISHRA, Prashant Kate et al. GC-MS olfactometric characterization of odor active compounds in cooked red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). **Heliyon**, [s. l.], v. 5, ed. 9, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019361195#:~:text=GC-O%20results%20suggest%20that%20methional%20with%20flavor%20dilution,as%20most%20important%20contributor%20towards%20smoky%20odor%20note>. Acesso em: 23 abr 2024.

MOREIRA, Priscila Ximenes et al. Estrutura e Composição Química do Feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: BRITO, Edy Sousa de (Org.). **Feijão-Caupi**, ed.1, Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, p. 13-24. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319645208_Estrutura_e_Composicao_Quimica_do_Feijao-Caupi_Vigna_unguiculata_L_Walp_2007>. Acesso em: 22 dez 2023.

MUROKI, Mary. W. et al. Sensory properties of selected biofortified common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties grown in Burundi. **Food Science & Nutrition**, [s. l.], v. 12, ed. 5, p. 3199-3213, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/fsn3.3988>. Acesso em: 14 mar 2024.

NARDINO, Maincon et al. Understanding drought response mechanisms in wheat and multi-trait selection. **Plos one**, [s. l.], v. 17, ed. 4, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0266368>. Acesso em: 14 out 2023.

NASCIMENTO, Francisca Silvana Silva et al. Estimativa da diversidade de variedades tradicionais de feijão-caupi do Acre com marcadores SSR. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 5, ed. 1, p. 287-302, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/6529>. Acesso em: 25 mar 2024.

NASCIMENTO, Renata Quartieri et al. Study on the sensory acceptance and check all that apply of mixed juices in distinct Brazilian regions. **Food Science and Technology**, Campinas v. 40, ed. 2, p. 708-717, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Vr3dw5fmvwdxR7Jw3mFBTWG/>. Acesso em: 22 jan 2023.

OLIVEIRA, Ademar Paulo et al. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, ed. 2, p. 180-182, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/JbK5hVHdFYD6MqKWVFqmJdz/>. Acesso em: 12 dez 2023.

OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos de et al. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, [s. l.] v.10, ed.14, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1136562/1/ProducaoAlimentosBaseFeijaoCaupiRSD2021.pdf>. Acesso em: 23 jul 2023.

OLIVEIRA, Eliane de et al. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta amazônica**, Amazônia, v. 45, ed. 3, p. 243-254, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/aa/a/fGJN3QCwCQ5csZ7j86CtDvN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr 2024.

OLIVEIRA, Julia Costa de et al. Especificidades do grupo focal on-line: uma revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.] v. 27, ed. 5, p. 1813-1826, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/nCZvvtykvGkW7grYkLRVxXL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 out 2023.

OLIVOTO, Tiago.; NARDINO, Maicon. MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments. **Bioinformatics**, [s. l.] v. 37, ed. 10, 2021, p. 1383–1389. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/37/10/1383/5998663>. Acesso em: 25 mai 2024.

PAULA., Rinaldo Cesar de et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, ed. 2, p. 159-165, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/49nC4ZCZ9M9ZXjxQ4BBrq4L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 jul 2023.

PEIXOTO, Joicy Vitória Miranda et al. Genetic parameters and selection indexes for biofortified red leaf lettuce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, ed.2, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ph4CZhBpwGDftZtCTmNYF7j/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 14 jan 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Combining ability of cowpea genotypes for green grain production. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 71, ed.7, p. 1-7, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/MhD67VjW8pYqYYKvRYmb9Xm/>. Acesso em: 14 fev 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Genetic parameters and selection indices of cowpea genotypes for green grain production. **Caatinga**, Mossoró, v. 36, ed. 2, p. 310-319, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370975876_Genetic_parameters_and_selection_indices_of_cowpea_genotypes_for_green_grain_production. Acesso em: 14 out 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Prospection of cowpea genotypes for green-grain production. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 53, ed. 2, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/ZyTzFkpvSYM93CdvC9S43Gr/>. Acesso em: 15 jan 2024.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Selection in cowpea genotypes for nutritional traits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.27. ed.6, p.496-502, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wCgYmQrwrrWmpBwk5XCbXwn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 23 out 2023.

PESSOA, Angela Maria dos Santos et al. Similarity networks in genotypes of *Vigna unguiculata* (L.) Walp for green-grain production. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, ed. 7, p. 928-932, 2022. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-\(L.\)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1](https://www.semanticscholar.org/paper/Similarity-networks-in-genotypes-of-Vigna-(L.)-Walp-Pessoa-Bertini/cc6cb642b868e68463ebbe61e2d6b77331095ec1). Acesso em: out 2022.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**, 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p, 2009.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Áustria, 2018. Disponível em: < <https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 de março de 2024.

RAMOS, Danilo Pereira et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes em Gurupi, Tocantins. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Pombal, v. 10, ed. 5, p. 160-164, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3640>. Acesso em: 14 fev 2023.

RAMOS, Hebert Marcos Moreira et al. Produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, ed. 4, p. 683-694, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/xvfC6wKFrpQj8Gq8666j5cj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set 2023.

ROCHA, Maurisrael de Moura et al. Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 67**, Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/69400/avaliacao-agronomica-de-genotipos-de-feijao-caupi-para-producao-de-graos-verdes>. Acesso em: 23 nov 2023.

ROCHA, Maurisrael de Moura et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília. v. 44. ed.3. p.270-275, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/k8YkMQSHNQxSxY59mq6yXsv/>. Acesso em: 14 out 2023.

ROCHA, Maurisrael Moura et al. Cultivares. In: Bastos, Edson Alves. Cultivo do feijão-caupi. 2 ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173412/1/Cartilha-Cultivo-do-feijao.pdf>. Acesso em: 14 jan 2023.

ROLAND, Wibke S. U. et al. Flavor Aspects of Pulse Ingredients. **Cereal Chemistry Journal**, [s. l.], v. 94, ed.1, p. 58-65, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1094/CCHEM-06-16-0161-FI>. Acesso em 23 mai 2023.

SANTANA, Sergio Rogério Alves et al. Correlações em componentes de produção de feijão-caupi cultivado em ambiente de sequeiro na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, ed.11, p. 734-743, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/365398679_Correlacoes_em_componentes_de_producao_de_feijao-caupi_cultivado_em_ambiente_de_sequeiro_na_Zona_da_Mata_Norte_de_Pernambuco_Correlations_in_production_components_of_cowpea_cultivated_in_rainfed_envir. Acesso em: 25 out 2023.

SANTOS, Adriano dos et al. Correlations and path analysis of yield components in cowpea. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, ed. 2, p. 82-87, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/cbNpv8PB9qHcG3VknctSWjP/>. Acesso em: 14 abr 2024.

SCHMITZ, Heloisa; LUDWIG, Rodrigo Luiz; MAMBRIN, Riteli Baptista. Caracterização morfoagronômica de feijões de grãos especiais. **Enciclopédia biosfera – Centro Científico Conhecer**, Jandaíra, v. 17, ed. 34, p. 83-96, 2020. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/caracterizacao.pdf>. Acesso em: 8 jan 2023.

SCHOENINGER, Vanderleia; COELHO, Silvia Renata Machado; BASSINELLO, Priscila Zaczuk. Industrial processing of canned beans. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, ed. 5, p. 1-9, 2017. Disponível em: [scielo.br/j/ct/a/7wPdQwWC4bShYh6vMNWRTHh/?format=pdf](https://www.scielo.br/j/ct/a/7wPdQwWC4bShYh6vMNWRTHh/?format=pdf). Acesso em: 2 jul 2024.

SILVA, Edson Fábio da et al. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para a produção de grãos verdes em Serra Talhada – PE. **Caatinga**, Mossoró. v.26. ed.1. p. 21-26, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2650>. Acesso em: 26 jun 2023.

SILVA, Johny de Souza et al. Mechanisms of tolerance to water deficit and physiological responses to rehydration in cowpea. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, ed. 3, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/Shm9qDH4gdhYJHY49vyLn8m/>. Acesso em: 14 fev 2024.

SILVA, Lígia Renata Almeida da et al. Avaliação agronômica de genótipos de feijão-caupi para feijão verde, **II congresso brasileiro de recursos genéticos**. Belém-PA., 2012. Trabalho apresentado no II Congresso brasileiro de recursos genéticos, na cidade de Belém. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77386/1/506.pdf>. Acesso em: 26 jan 2024.

SILVA, Vanessa Maria Pereira e et al. Genetic potential of common bean parents for plant architecture improvement. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 70. ed. 3. p. 167-175, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/3R5wGNbXZYBRNtTgtcdBs8R/>. Acesso em: 26 jan 2023.

SILVEIRA, Diógenes Cecchin; MACHADO, José Maia Caracterização do ideótipo agronômico. In: SILVA, Antônio Gonzalez da; CARVALHO, Ivan Ricardo; MAGANO, Deivid Araújo. (Org.). **A cultura da aveia: da semente ao sabor de uma espécie multifuncional**. Editora CRV, Curitiba, v. 1, ed. 1, p.65-86, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344758952_A_CULTURA_DA_AVEIA_da_semente_ao_sabor_de_uma_especie_multifuncional. Acesso em: 14 out 2023.

SMITH, Harry Fairfield. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, Canberra – Austrália, v. 7, ed. 3, p. 240-250, 1936. Disponível em: <https://gwern.net/doc/genetics/selection/artificial/index-selection/1936-smith.pdf>. Acesso em: 24 mai 2024.

SODO, Abdoul Moumouni Iroet al. Current status of molecular tools development for cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] improvement. **African Journal of biotechnology**, [s. l.], v. 22, ed. 8, p. 126-137, 2023. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/373547150_Current_status_of_molecular_tools_development_for_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp_improvement. Acesso em: 14 dez 2023.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura et al. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, ed. 5, p. 392-398, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Jm8CnLbV7dFRZZj3KV8GHgw/>. Acesso em: 14 jan 2023.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura. **Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos verdes**. 2013. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal do Piauí. Disponível em: Metadados do item: Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_154476779661bd32be66cef7cbc508f5_verdes. Acesso em: 26 ago 2023.

SOUSA, Teresinha de Jesus Feitosa de. **Seleção de genótipos de feijão-caupi para adaptabilidade e estabilidade produtiva de grãos verdes**. 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187908/1/Dissertacao-Teresinha-Sousa-PPGM-UFPI.pdf>. Acesso em: 22 fev 2023.

SOUSA, Terezinha de Jesus Feitosa de et al. Simultaneous selection for yield, adaptability, and genotypic stability in immature cowpea using REML/BLUP, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, ed. 1, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/tbPMTHdjBfjCZQMh5hRw5CQ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 de set 2023.

SOUSA, Valdemício Ferreira; NUNES, Guilhermina Maria Vieira Cayres. Aspectos socioeconômicos da cultura do feijão-caupi. In: SOBRINHO, Athaide Cândido et al. (Orgs.) **Tecnologia de produção de feijão-caupi irrigado para consumo de grãos imaturos (verdes) na baixada maranhense**. Embrapa Cocais-MA, ISSN: 2394-8523, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153904/tecnologias-de-producao-de-feijao-caupi-irrigado-para-consumo-de-graos-imaturos-verdes-na-baixada-maranhense>>. Acesso em: 25 de março de 2024. ISSN: 2394-8523. Cap. 1 e 4.

SOUZA, Flávio de França et al. **Genótipos de feijão-caupi para cultivo nas várzeas do Rio Madeira, em Rondônia**. Comunicado técnico 308 – Porto Velho-RO, novembro de 2006. ISSN: 0103-9458. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/710698/1/cot308feijaocaupi.pdf>. Acesso em: 25 nov 2023.

SOUZA, Karla Nascimento de et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes em Mossoró-RN. **Colloquium Agrariae**, [s. l.], v.15, ed.1, p. 9-14, 2019. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2438>. Acesso em: 23 ago 2023.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. ISBN: 978-85-8271-367-9.

TAVARES, Romayana Medeiros de Oliveira et al. Blanching Effect on the Quality and Shelf-Life Characteristics of Fresh Cowpea Grains [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Foods**, [s. l.] v. 11, ed. 9, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/9/1295>. Acesso em: 25 mai 2024.

TEIXEIRA, Paulo César et al. (eds.) Manual de métodos de análises de solo. **Brasília, DF – Embrapa**, ed.3 (ampliada), Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 14 jan 2023.

TIMITEY, Aboubacar et al. Technological, physico-chemical and sensory changes during cowpea processing into shô basi, a couscous-like product from Sahelian Africa. **Legume Science**, [s. l.] v. 4, ed. 1, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/leg3.115>. Acesso em: 14 fev 2023.

TOMAZ, Francisco Linco de Souza et al. Indication of cowpea cultivars for the production of dry grain in the state of Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 53, ed. 2, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/PSnpPG5DKhnBtkf8RrLJjTJ/>. Acesso em: 29 mar 2024.

VASCONCELOS, Edmar Soares de et al. Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Ceres**, Viçosa, v. 57, ed. 2, p. 205-210, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/q4bXdKhwKv8BMnRrZ6JR6Nj/>. Acesso em: 26 abr 2023.

VIEIRA, Maria Marlene da Silva; BEZERRA, Júlia Medeiros; SANTOS, Adriana Ferreira dos. Avaliação de compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. **Research. Society and Development**. [s. l.] v. 10, ed. 7, p. 1-11, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352493978_Avaliacao_dos_compostos_bioativos_capacidade_antioxidante_em_cultivares_de_feijao-caupi_Vigna_unguiculata_L_imaturo_cru_cozido_e_seus_caldos_de_coccao. Acesso em: 13 jan 2024.

WICKHAM, H. ggplot2. **WIREs Computational Statistics**, v. 3, ed. 2, p. 180–185, 2011. Disponível em: < <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wics.147> >. Acesso em: 17 de maio de 2024.

YANG, Jiyun; LEE, Jeehyu. Application of Sensory Descriptive Analysis and Consumer Studies to Investigate Traditional and Authentic Foods: A Review. **Foods**, [s. l.], v. 8, ed. 2, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30717367/>. Acesso em: 14 jan 2023.