



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
Bacharelado em Agroecologia



ISABELLE NOGUEIRA FERNANDES DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE LINHAGENS DE PIMENTA ROXAS
(*Capsicum chinense*)**

**Araras - SP
2025**



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
Bacharelado em Agroecologia



ISABELLE NOGUEIRA FERNANDES DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE LINHAGENS DE PIMENTA ROXAS
(*Capsicum chinense*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agroecologia– Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Cesar Sala

**Araras - SP
2025**

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, que me deram todo o necessário para que eu chegasse até aqui — inclusive os meus sonhos. Joaquim Fernandes de Almeida, por ser meu maior exemplo, e Andrea Nogueira Pereira, por ser minha maior incentivadora. Sem vocês, nada disso faria sentido.

À toda a minha família, que, mesmo distante, torceu por este dia e vibrou por cada conquista minha. Em especial, à minha avó, Maria Lúcia.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fernando Cesar Sala, por ser um exemplo de profissional, por todos os ensinamentos e pela orientação neste trabalho.

A todos os meus professores da UFSCar Araras, que contribuíram para minha formação. Sobretudo, ao Professor Dr. Victor Augusto Forti, pelos conselhos e apoio em momentos fundamentais.

Aos membros do Grupo de Estudos em Horticultura (GEHORT), por todo o apoio durante a graduação, e aos técnicos do grupo, Eduardo do Amaral e Tiago de Lima, por ensinarem na prática, o que a teoria não podia explicar.

Muito obrigada à Maria Clara Bartoli, ao Nelson da Silva, ao Pedro Henrique Padilha e à Rafaela Oliva pela parceria, gentileza e auxílio constante durante as avaliações deste trabalho.

A todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias, que trabalham diariamente com dedicação para o funcionamento desta instituição.

À segunda família que Araras me deu e à qual serei eternamente grata. Obrigada, República Lactá, por compartilharem todos os momentos da faculdade comigo. Não existem palavras para agradecer toda a irmandade, parceria e cumplicidade desde o meu primeiro minuto na cidade. Agradeço, especialmente, à Laura Manenti e à Rafaella Bomfim, que dividiram comigo, do início ao fim, os melhores anos das nossas vidas.

Agradeço imensamente aos amigos, dentro e fora da universidade, que levarei para o resto da vida. Não há por que citar nomes — vocês sabem quem são.

À minha grande amiga e professora, Érica Ambiel, por ter sido mais do que essencial em todo esse processo.

À Universidade Federal de São Carlos por todas as oportunidades. À AgroParisTech pela experiência transformadora.

A todos que contribuíram para que este dia chegasse, muito obrigada.

RESUMO

As pimentas do gênero *Capsicum* se destacam pela ampla diversidade de formatos, aromas e cores. O consumo dessas pimentas tem crescido tanto no Brasil quanto no mundo, tornando-se um mercado promissor e envolvendo diversos setores da agricultura. Esse estímulo tem incentivado a busca por novas cultivares com características e qualidades variadas. Nos frutos de pimenta, em especial naqueles que apresentam tonalidades arroxeadas, a coloração característica deve-se ao acúmulo de antocianinas nas células da epiderme e da polpa. As antocianinas são pigmentos naturais pertencentes à classe dos flavonoides. Atualmente, no mercado brasileiro não existem pimentas com coloração roxa. Para o desenvolvimento dessas novas cultivares, a caracterização das linhagens provenientes de bancos de germoplasma é fundamental para futuros programas de melhoramento genético das pimentas do gênero *Capsicum*. Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido a fim de realizar a caracterização agrônômica de genótipos de pimentas roxas do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de São Carlos *campus* Araras. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo avaliados 8 linhagens de *C. chinense*. As avaliações agrônômicas foram feitas a partir de critérios quantitativos e descritores qualitativos e análise de cor instrumental. Com a análise dos resultados, as linhagens Rh Lilac Black, Bode Roxa, Olho Mutum e Rubro Black Multicolor se destacaram pelo bom rendimento, características morfológicas e visuais importantes, além de apresentarem grande potencial nas pimentas roxas para integração em programas de melhoramento.

Palavras-chave: antocianina; melhoramento genético.

ABSTRACT

Capsicum peppers are distinguished by their wide diversity of shapes, aromas, and colors. The consumption of these peppers has been increasing both in Brazil and worldwide, establishing a promising market that involves various agricultural sectors. This stimulus has encouraged the search for new cultivars with varied characteristics and qualities. In pepper fruits, especially those displaying purplish hues, the characteristic coloration is due to the accumulation of anthocyanins in the epidermal and pulp cells. Anthocyanins are natural pigments belonging to the flavonoid class. Currently, purple-colored peppers are not available in the Brazilian market. For the development of these new cultivars, the characterization of accessions from germplasm banks is fundamental for future *Capsicum* genetic breeding programs. In this context, the present study was developed to perform the agronomic characterization of purple pepper genotypes from the Germplasm Bank of the Federal University of São Carlos, Araras campus. The experiment was conducted in a greenhouse, evaluating 8 *C. chinense* lines. Agronomic assessments were based on quantitative criteria, qualitative descriptors, and instrumental color analysis. The analysis of the results indicated that the Rh Lilac Black, Bode Roxa, Olho Mutum, and Rubro Black Multicolor lines stood out due to their good yield, important morphological and visual characteristics, and significant potential for integration into purple pepper breeding programs.

Keywords: anthocyanin; genetic breeding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formato de frutos.....	24
Figura 2 - Formato de folha.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Linhagens de pimenta roxa de <i>Capsicum chinense</i> utilizadas na caracterização agronômica do presente trabalho.....	21
Tabela 2 - Valores médios das variáveis: altura total de planta e altura até 1ª Bifurcação das linhagens e linhagens de pimenta <i>Capsicum chinense</i> . Araras-SP, 2025.....	27
Tabela 3 - Características biométricas de frutos colhidos de linhagens de pimentas (<i>Capsicum</i>).....	29
Tabela 4 - Características qualitativas dos frutos colhidos de linhagens de pimentas (<i>Capsicum</i>).....	31
Tabela 5 - Características qualitativas das plantas de linhagens de pimentas (<i>Capsicum</i>).....	33
Tabela 6 - Análise de Cor Instrumental das linhagens de pimenta roxa <i>Capsicum chinense</i>	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Origem, histórico de uso e relevância social da pimenta.....	11
2.2 Aspectos Econômicos Das Pimentas.....	13
2.3 Coloração Roxa em Pimentas Capsicum: Pigmentação, Benefícios e Perspectivas no Melhoramento de Plantas.....	15
2.4 Caracterização Agronômica de pimentas <i>C. chinense</i> : Conservação da diversidade genética e desenvolvimento de novas cultivares.....	17
3 OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo Geral.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 Avaliações agronômicas.....	23
4.1.1 Componentes da Biometria de frutos.....	23
4.1.2 Componentes de biometria de plantas.....	24
4.1.3 Dados de produção.....	25
4.2 Análise instrumental de cor.....	25
4.3 Análise de dados.....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1 Variáveis quantitativas.....	26
5.3 Variáveis qualitativas.....	31
5.4 Análise de Cor Instrumental.....	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum*, pertencentes à família das Solanáceas, representam um elemento importante da diversidade cultural brasileira e um valioso patrimônio genético da nossa biodiversidade (Ribeiro et al., 2008). Originárias das Américas, essas espécies são consumidas e valorizadas pelas populações indígenas há aproximadamente 12.000 anos. Para esses povos, as pimentas tinham diversas utilidades, como alimentação, conservação de alimentos, rituais, tratamentos medicinais, defesa e até ornamentação. No período das grandes navegações, essas especiarias foram disseminadas globalmente, tornando-se parte essencial das culturas alimentares de diversos países (Roman, 2011; Reifschneider, 2000).

Atualmente, as pimentas estão entre as especiarias hortícolas mais apreciadas e consumidas na gastronomia mundial (Pinto, 2021). Estima-se que cerca de 25% da população global as utilizam, principalmente como condimento. No Brasil, as pimentas ocupam posição de destaque em diversos pratos típicos regionais, evidenciando sua importância cultural. Essa relevância se expressa na presença em receitas tradicionais, e também pelo papel que desempenham nas práticas da medicina popular e nas crenças populares (Carvalho et al., 2006).

No Brasil, o cultivo de pimentas (*Capsicum* spp.) tem apresentado crescimento contínuo ao longo dos anos, se consolidando como uma importante atividade econômica e social. Tal relevância se deve, em grande parte, à rentabilidade da cultura, especialmente quando há agregação de valor ao produto, como na forma de conservas, molhos, geleias, aplicações medicinais e cosméticos, além da expressiva demanda por mão de obra na colheita (EPAMIG, 2006). Embora não existam dados oficiais consolidados, devido ao predomínio da agricultura familiar no cultivo, geralmente em áreas de até 3 hectares, estima-se que a área plantada com pimentas no país varie entre 5.000 e 6.500 hectares, com produção anual em torno de 75 mil toneladas (Giannini et al., 2023). Entre os anos de 1998 e 2005, cerca de 330 toneladas foram comercializadas na CEAGESP, e, em 2017, a produção nacional alcançou 28.270 toneladas, com produtividade variando de 10 a 45 toneladas por hectare (IBGE, 2017; Matos et al., 2017). O cultivo de pimentas se adapta perfeitamente à agricultura familiar, contribuindo para a fixação de pequenos

produtores rurais e suas famílias no campo. A crescente demanda do mercado interno e externo tem estimulado a expansão da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias especializadas em diferentes regiões do país. Assim, além de beneficiar diretamente os agricultores, a atividade gera empregos sazonais e promove o desenvolvimento econômico local (Ribeiro et al., 2008).

As pimentas possuem compostos bioativos com propriedades benéficas à saúde humana, como as antocianinas, pertencentes ao grupo dos flavonoides, que apresentam a cor roxa como principal característica. Estes compostos apresentam ação antioxidante, anticarcinogênica e antiviral, reforçando a importância de seu consumo regular na dieta (Teixeira et al., 2008; Smith; Yang, 1994). A identificação e desenvolvimento de hortaliças com potencial quimiopreventivo podem abrir novos caminhos para a pesquisa.

A caracterização agronômica de linhagens é etapa fundamental em programas de melhoramento genético, pois permite a avaliação do potencial produtivo e de outras características agronomicamente relevantes do material genético, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de novas cultivares com alta qualidade, voltadas às demandas de produtores e consumidores. Essas informações são essenciais no processo de registro de cultivares junto aos órgãos competentes (Soares, 2020).

Nesse contexto, o Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) mantém um Banco de Germoplasma com mais de 500 acessos, sendo responsável pelo desenvolvimento de 29 cultivares de hortaliças já protegidas junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O programa também conserva linhagens ainda não descritas oficialmente, mas que apresentam elevado potencial para formação de híbridos comerciais, por reunirem atributos produtivos e qualitativos desejáveis. Tais linhagens representam uma importante fonte de diversidade genética, despertando o interesse tanto de melhoristas que visam explorar novos mercados quanto de produtores e consumidores em busca de novas opções de cultivo e consumo (FAI UFSCar, 2021; Martinez, 2016). Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização agronômica de linhagens de pimenta roxa, desenvolvidas no âmbito do Programa de Melhoramento Genético de *C. chinense* da UFSCar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem, histórico de uso e relevância social da pimenta

A pimenta do gênero *Capsicum*, pertencente à família Solanaceae, é um grupo botânico com notável diversidade, abrangendo desde linhagens doces a extremamente picantes, com uma vasta gama de cores, formatos e aromas (Moreira et al., 2006; Barboza; Bianchetti, 2005). A significativa diversidade genética inerente ao gênero é de grande valia tanto para programas de melhoramento genético quanto para utilização imediata (Pereira; Rodrigues, 2005). Sua relevância transcende o aspecto culinário, sendo consumida in natura, em conservas, pápricas, molhos e desidratados (Reifschneider, 2000).

Evidências arqueológicas e relatos de exploradores anteriores à colonização europeia do continente americano confirmam o uso disseminado e a seleção de pimentas *Capsicum* por povos nativos. Alexander Humboldt, em 1814, observou que o consumo de pimentas era tão essencial para os nativos quanto o sal para os europeus. A multiplicidade de usos do fruto por populações indígenas e a documentação botânica de inúmeras espécies silvestres na América Central e do Sul corroboram sua origem americana (Reifschneider, 2000).

Os registros mais antigos sobre o cultivo de *Capsicum* foram descobertos em sítios arqueológicos em Tehuacán, México, onde os frutos eram utilizados para condimentar o "tchocoatl", uma bebida à base de cacau, precursora do chocolate, consumida pelos Astecas (Barbieri; Stumpf, 2009). O Brasil é um centro de diversidade de *Capsicum*, abrigando o maior número de espécies do gênero, das quais pelo menos cinco são amplamente cultivadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Carvalho; Bianchetti, 2008).

A espécie *Capsicum chinense*, considerada a mais "brasileira" e com a Bacia Amazônica como provável centro de origem e distribuição, demonstra alta diversidade genética, com mais de 200 linhagens que apresentam distintas características de sabor, formato, coloração e pungência (Rufino; Penteado, 2006). Um estudo em Roraima identificou *C. chinense* como a espécie predominante entre

78 morfotipos encontrados em terras indígenas, sendo a mais cultivada por indígenas e migrantes (Nascimento Filho; Barbosa; Luz, 2007). Para os povos indígenas brasileiros, a pimenta desempenhou um papel fundamental em diversos aspectos de suas vidas, seja para conservação, alimentação, uso medicinal e ferramenta de combate conforme relatos da época do Brasil Colônia, que destacavam a importância dos frutos na cultura das populações amazônicas, litorâneas e da Mata Atlântica (Nascimento Filho; Barbosa; Luz, 2007; Silva et al., 2016; SEMA, 2014).

A introdução das pimentas do gênero *Capsicum* na Europa por Colombo, inicialmente valorizada por suas diversas cores e formatos atraentes, levou ao seu cultivo ornamental. Contudo, poucas décadas depois, sua utilidade culinária foi reconhecida, impulsionando uma rápida disseminação pelo Mediterrâneo e, posteriormente, para a África, Índia, China e Japão, via rotas de especiarias. Atualmente, cerca de cinco séculos após sua introdução no Velho Mundo, as pimentas do gênero *Capsicum* dominam o comércio de especiarias picantes. Sua relevância é notável em inúmeros países, consolidando-se como um dos principais condimentos do mundo (Reifschneider, 2000).

Apesar de sua importância, as estatísticas de produção e comercialização de pimenta no Brasil são frequentemente subestimadas, pois grande parte da produção se origina de agricultura familiar, comercializada em mercados regionais e locais, não sendo totalmente contabilizada em dados oficiais (Domênico et al., 2010). No Brasil, o cultivo de pimentas possui alta rentabilidade, principalmente quando são empregadas estratégias de agregação de valor, exercendo uma grande importância social, devido à grande demanda por mão de obra, especialmente durante a colheita, impulsionado pelo aumento da área cultivada e pelo desenvolvimento de agroindústrias. Seus frutos, consumíveis em diferentes estágios de maturação, de verdes a totalmente maduros, atendem a um amplo mercado, desde pequenas fábricas artesanais de conservas até empresas multinacionais exportadoras de especiarias e temperos (Silva et al., 2017; Barbieri; Neitzke; Ueno, 2012).

2.2 Aspectos Econômicos Das Pimentas

O cultivo de pimentas do gênero *Capsicum* tem demonstrado um crescimento substancial e uma crescente relevância econômica em escala global, impulsionado por expressivos volumes de consumo e comercialização. Em 2015, as exportações globais de pimenta e pimentão atingiram 3,05 milhões de toneladas, gerando um valor monetário de US\$4,2 bilhões, o que representou um aumento significativo em relação aos anos anteriores. Nesse cenário, México (857 mil toneladas), Espanha (704 mil toneladas) e Holanda (460 mil toneladas) destacaram-se como os principais países exportadores. Concomitantemente, as importações também apresentaram crescimento expressivo, alcançando 3,07 milhões de toneladas e um valor de US\$4,7 bilhões, com Estados Unidos (948 mil toneladas), Alemanha (405 mil toneladas) e Reino Unido (216 mil toneladas) figurando entre os maiores importadores (Pinto, 2021; Longatti, 2019).

Em termos de produção global, as pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* atingiram aproximadamente 36 milhões de toneladas em 2017 (FAO, 2017). A China emergiu como o principal país consumidor global em 2015, com um volume expressivo de cerca de 16,3 milhões de toneladas, correspondendo a aproximadamente 50% do consumo mundial total. Outros grandes consumidores incluem a Turquia (2,1 milhões de toneladas) e a Indonésia (1,97 milhão de toneladas) (Pinto, 2021; Longatti, 2019).

A produção de pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil, embora de grande relevância econômica e cultural, não possui estimativas exatas consolidadas, dado que o cultivo é predominantemente realizado por pequenos e médios agricultores em diversas regiões. Contudo, a produção anual é estimada em aproximadamente 75.000 toneladas, cultivadas em uma área que varia em torno de 5.000 hectares. A produtividade média oscila geralmente entre 10 e 30 toneladas por hectare (1 a 3 kg/m²) (EPAMIG, 2023; Giannini et al., 2023; Ribeiro et al., 2022).

Apesar de ser cultivada em quase todas as regiões brasileiras, a produção de *Capsicum* concentra-se em alguns estados. Um estudo recente da Embrapa Hortaliças sobre a caracterização dos polos de produção de pimenta (*Capsicum* spp.) no Brasil revelou que a cultura está presente em 28.716 estabelecimentos

agropecuários. A análise da Embrapa destacou que São Paulo, Amazonas, Pará, Ceará e Goiás respondem, em conjunto, por 62% da produção nacional de *Capsicum*. Dentre esses, São Paulo sobressai-se por concentrar individualmente 17% da produção total brasileira (Pedroso; Ferreira, 2023). Essa concentração reforça o que outras fontes já apontavam sobre os principais estados produtores no cenário nacional, como Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará e Rio Grande do Sul. Além disso, essa distribuição reflete tanto a adaptabilidade da cultura a diferentes climas e solos quanto a importância do cultivo para a agricultura familiar em diversas localidades.

Historicamente, o mercado brasileiro de pimentas foi considerado secundário em comparação com outras hortaliças. Contudo, esse panorama tem se transformado rapidamente, a crescente demanda de mercado tem impulsionado a expansão da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, tornando o agronegócio de *Capsicum* um dos mais importantes do país (Ribeiro et al., 2008). Niculau e Ferrarezi Junior (2022) analisaram o mercado brasileiro de pimenta e os impactos da exportação durante a pandemia da COVID-19, indicando um crescimento no mercado da pimenta em suas diversas linhagens. Essa constatação sugere uma resiliência e até mesmo uma expansão do setor, mesmo em um período de desafios econômicos globais.

A atratividade do cultivo de pimentas para os produtores reside, em parte, no baixo investimento necessário para o processamento dos frutos em molhos e conservas. Essa prática não só contribui significativamente para a redução das perdas pós-colheita, mas também fomenta a relação entre a agricultura familiar e a indústria. Nesse contexto, o desenvolvimento de novos tipos de pimenta e a criação de novos produtos abrem oportunidades de negócios promissoras para empreendedores rurais e para o segmento da agroindústria, permitindo a exploração de nichos de mercado especializados e altamente rentáveis (Henz, 2004; Macedo, 2015).

2.3 Coloração Roxa em Pimentas *Capsicum*: Pigmentação, Benefícios e Perspectivas no Melhoramento de Plantas

A coloração roxa em pimentas do gênero *Capsicum* representa um atributo visual distintivo que agrega valor estético e funcional aos frutos. Essa pigmentação é predominantemente conferida pela presença e acúmulo de antocianinas, uma subclasse dos flavonoides, pigmentos hidrossolúveis amplamente distribuídos no reino vegetal e responsáveis por uma gama de cores que variam do vermelho ao azul e roxo (Cappellini, et al., 2021). Em *Capsicum* spp., a coloração roxa pode manifestar-se em diferentes estágios de desenvolvimento do fruto (maduro e imaturo) e da planta, incluindo folhas e caules (Gomes et al., 2025).

A biossíntese das antocianinas é uma via metabólica complexa, geneticamente regulada e influenciada por fatores ambientais. Em pimentas, a expressão da cor roxa é determinada por *loci* genéticos específicos, e a acumulação desses pigmentos é associada à atividade de genes estruturais e fatores de transcrição, como os da família R2R3-MYB (Wang et al., 2018). Pesquisas aprofundadas, utilizando análises transcriptômicas e técnicas de silenciamento gênico, têm elucidado os mecanismos moleculares envolvidos na regulação da biossíntese de antocianinas. Observa-se que fatores de transcrição como MYB e bHLH são cruciais para a pigmentação (Tan et al., 2024).

Além da influência genética intrínseca, fatores ambientais, como a irradiação UV-B, desempenham um papel significativo na indução e acúmulo de antocianinas em pimentas roxas (Zhang et al., 2025). Esse processo ocorre devido à atuação direta do UV-B na ativação dos genes estruturais que regulam a formação dessas moléculas pigmentares, resultando em um aumento na sua concentração. O estudo de Zhang et al. (2025), indica o potencial da radiação UV-B como uma estratégia para modular a coloração dos frutos e, conseqüentemente, suas propriedades antioxidantes, considerando que as antocianinas são reconhecidas por sua importante atividade antioxidante.

A diversidade de *Capsicum* no Brasil, com um vasto número de espécies, oferece um campo rico para a identificação de genótipos com diferentes perfis de pigmentação (Carvalho et al., 2006). A espécie *C. chinense*, em particular, é

conhecida por sua alta diversidade genética, que se reflete em uma ampla gama de características, incluindo a coloração, com linhagens roxas como a Pimenta Bode Roxa (Rufino; Penteado, 2006; Pimentoteca, 2024). Pesquisas realizadas por instituições como a Embrapa têm explorado essa variabilidade, confirmando que a produção de pigmentos em frutos de pimenta é influenciada por fatores genéticos, estágio de maturação e condições climáticas (Padilha et al., 2015).

As antocianinas não são apenas responsáveis pela atraente coloração roxa, mas também conferem propriedades nutracêuticas significativas aos frutos. Reconhecidas como potentes antioxidantes, esses compostos bioativos são associados a diversos benefícios para a saúde humana, incluindo efeitos protetores contra doenças crônicas. Evidências científicas sugerem que as antocianinas podem contribuir para a redução do risco de doenças cardiovasculares, obesidade e certos tipos de câncer, além de ativar defesas antioxidantes endógenas e suprimir mediadores inflamatórios (Cappellini et al., 2021).

A presença de antocianinas em pimentas roxas eleva seu valor nutricional e funcional, tornando-as atrativas para consumidores conscientes da saúde. Estudos conduzidos no Brasil e em outros países têm avaliado o teor de antocianinas em diferentes acessos de *Capsicum spp.*, identificando genótipos com alto potencial para o enriquecimento da dieta (Kirakosyan et al.2025; Padilha et al., 2012).

A crescente demanda por alimentos com características nutracêuticas e apelo visual tem impulsionado a pesquisa em melhoramento genético de pimentas roxas. A caracterização agrônômica de linhagens e a avaliação de seus conteúdos de antocianinas são etapas fundamentais para o sucesso de programas de melhoramento (Soares, 2020). Instituições brasileiras, como a Embrapa e Universidades Federais (a exemplo do Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da UFSCar, 2021), utilizam seus bancos de germoplasma para identificar e selecionar genótipos promissores.

O objetivo do melhoramento é desenvolver novas cultivares que combinem a desejável coloração roxa, indicativa de alto teor de antocianinas, com características agrônômicas superiores, tais como alta produtividade, resistência a pragas e doenças, e adaptação a diferentes ambientes de cultivo. Busca-se, também, a

uniformidade dos frutos e estabilidade em características como o teor de pungência, especialmente por meio da utilização de cultivares híbridas (F1) devidamente registradas (Martinez et al., 2021). A compreensão dos recursos genéticos existentes, mediante métodos qualitativos, quantitativos e moleculares, é essencial para garantir ganhos contínuos na seleção de genótipos superiores (Vieira, 2023). Dessa forma, a coloração roxa em pimentas vai além do atrativo visual, sendo um indicativo de valor funcional que orienta estratégias de melhoramento para atender às demandas de produtores e consumidores por produtos inovadores e saudáveis.

2.4 Caracterização Agronômica de pimentas *C. chinense*: Conservação da diversidade genética e desenvolvimento de novas cultivares

A busca por avanços no agronegócio de pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil anseia por novas cultivares que unam resistência a pragas e doenças, maior produtividade e qualidade, além de genótipos ideais para o processamento industrial. Nesse contexto, a caracterização e documentação dos Bancos de Germoplasma assumem um papel fundamental para a conservação e preservação dos recursos genéticos existentes, bem como para sua utilização em programas de melhoramento genético atuais e futuros (Carvalho et al., 2003; Reifschneider, 2000). A diversidade genética é, portanto, uma condição essencial para o progresso genético da cultura. No Brasil, os programas de melhoramento genético de *Capsicum* ainda são limitados. O foco atual desses programas reside na obtenção de híbridos F1, estratégia que emprega o cruzamento entre linhagens puras para explorar o fenômeno da heterose, conferindo aos descendentes características agronômicas superiores às dos parentais (Geleta; Labudschagne; Viljoen, 2005).

Para o sucesso no melhoramento genético, é de suma importância compreender a natureza e a expressão dos caracteres agronômicos de uma cultura. Informações sobre a amplitude dos coeficientes de variabilidade e de herdabilidade são cruciais para prognosticar o efeito da seleção e planejar os procedimentos de melhoramento (Silva et al., 2021). A caracterização morfoagronômica, que explora a diversidade genética, permite avaliar a variação genética e o desempenho dos genótipos em diferentes ambientes de crescimento (Fufa et al., 2005).

A análise das variações genéticas em espécies de pimenta, por meio da caracterização agronômica de materiais parentais e seus descendentes, proporciona um conhecimento prévio da organização e da estrutura das relações evolutivas entre as pimentas. Isso é essencial para identificar possíveis cruzamentos férteis entre tipos distintos e viabilizar a transferência de genes de interesse de um material para outro, o que se torna fundamental para a criação de novas cultivares (Reifschneider, 2000). Dessa forma, a compreensão dos recursos genéticos existentes, utilizando métodos qualitativos, quantitativos, sensoriais e moleculares, é imprescindível para garantir ganhos contínuos na seleção de genótipos superiores (Vieira, 2023). A análise de caracteres agronômicos como produtividade, altura, diâmetro, cor e formato, como método avaliativo, é amplamente utilizada para a aferição de genótipos em diversas culturas de importância comercial, demonstrando sua eficiência no melhoramento genético ao otimizar a seleção de materiais com características desejadas (Vieira, 2023).

Apesar da crescente demanda do mercado, muitos pequenos produtores de pimenta no país ainda cultivam linhagens locais obtidas por meio de ciclos de seleção próprios, muitas vezes devido à escassez de cultivares com características comerciais favoráveis, como uniformidade, vigor e precocidade (Heinrich, 2015). Uma alternativa para o problema da segregação dos frutos, decorrente da extração de sementes pelos próprios produtores, é a utilização de cultivares híbridas (F1) devidamente registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essas cultivares híbridas oferecem vantagens como uniformidade dos frutos, estabilidade do teor de pungência, resistência a doenças e pragas, alto vigor das plantas, melhor adaptação a diferentes condições climáticas, maior produtividade e precocidade no amadurecimento dos frutos (Martinez et al., 2021). A limitada disponibilidade de cultivares no mercado nacional reforça a necessidade de estabelecer programas de melhoramento que disponibilizem genótipos com características de interesse para produtores e consumidores brasileiros (Martinez, 2020).

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Caracterizar linhagens de pimentas *Capsicum chinense* de coloração roxa, pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de São Carlos *campus* Araras-SP, com base em seus parâmetros agrônômicos.

3.2. Objetivos específicos

- Obter dados agrônômicos sobre o banco de acessos genéticos de pimentas roxas da UFSCar.
- Determinar genótipos para futuras pesquisas dentro do programa de melhoramento de pimentas *Capsicum chinense*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do setor de horticultura do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras-SP (latitude 22°21'25" sul, longitude 47°23'03" oeste). A região apresenta um clima subtropical, caracterizado por verões quentes e com alta pluviosidade, e invernos secos com temperaturas brandas. Essa classificação se alinha aos dados climáticos fornecidos por mapas atualizados, como o mapa mundial da classificação climática de Köppen-Geiger, conforme revisado por Kottek et al. (2006). A elevação geográfica local é de 664 metros. A umidade relativa do ar anual oscila entre 60% e 80%, enquanto a temperatura média anual registra 22°C. Especificamente em 2023, a média pluviométrica anual foi de 1478 mm (Saema, 2025).

As linhagens de pimenta foram semeadas em março de 2024, em bandejas de plástico preenchidas com substrato à base de fibra de coco e vermiculita. Em cada célula foi adicionada uma semente e as bandejas foram mantidas por cerca de 45 dias em casa de vegetação com sistema de irrigação por aspersão, para a formação das mudas. As mudas foram transplantadas para vasos de 5 litros, preenchidos com substrato à base de fibra de coco e mantidos em casa de

vegetação até o final do experimento. Os vasos foram dispostos em fileiras duplas de cultivo, onde o espaçamento foi de 0,6m por 0,4 m entre vasos, e de 1,2 m entre fileiras.

A irrigação das plantas foi conduzida por um sistema de microgotejamento. Este sistema era abastecido por um reservatório principal com capacidade para 1000 litros e operado por uma motobomba modelo Dancor-30 PN 660 de 0,75 cv. Para garantir a qualidade da água, um filtro de tela de nylon de 120 mesh estava incorporado ao sistema. A distribuição da água utilizava fita gotejadora com extensão de 25 metros por linha, na qual estavam instalados conectores a cada 0,5 metros. Cada conector alimentava dois emissores tipo espaguete, com vazão individual de 4,5 Lh⁻¹, resultando em um fluxo total de 9 Lh⁻¹ por vaso.






O manejo hídrico foi realizado diariamente e automatizado por meio de um controlador digital (timer). A programação estabelecia seis acionamentos diários da motobomba – às 9h, 11h, 12h, 13h, 14h e 16h. A duração padrão de cada turno era de um minuto, com exceção dos períodos de maior intensidade térmica (11h, 12h e 13h), nos quais a irrigação era estendida para três minutos por turno.




Para a fertirrigação, o sistema foi integrado ao de irrigação e contava com dois reservatórios de polietileno, cada um com 250 litros de capacidade. Estes reservatórios eram conectados à mesma motobomba do sistema de irrigação e cada um possuía um filtro de tela de nylon de 120 mesh. A distribuição da solução nutritiva era realizada por meio da mesma fita gotejadora empregada na irrigação. Ao longo de todo o experimento, utilizou-se uma solução nutritiva formulada especificamente para a cultura do pimentão com base no trabalho de Furlani (1999).

Durante a fase vegetativa, as plantas foram submetidas a tutoramento. Para tanto, fitas foram empregadas com o objetivo de mantê-las eretas e assegurar a adequada separação entre os indivíduos.

Neste trabalho, foram utilizadas oito linhagens de pimentas roxas com quatro repetições cada, descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - linhagens de pimenta roxa de *Capsicum chinense* utilizadas na caracterização agrônômica do presente trabalho.

Genótipos	Sigla	Nºde Plantas	Frutos em diferentes estágios de maturação	Origem
BODE ROXA	BRX	4		BGHUFSCar*
HALLOIS EUES	HEU	4		BGHUFSCar
NAGA TWISTER MULTICOLOR	NTM	4		BGHUFSCar
OEUHS STIWGER	OST	4		BGHUFSCar
OLHO MUTUM	OMT	4		BGHUFSCar

ORION	ORION	4		BGHUFSCar
RH BLACK	LILAC RHLB	4		BGHUFSCar
RUBRO BLACK MULTICOLOR	RBM	4		BGHUFSCar

Fonte: *BGHUFSCar: Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de São Carlos.

Os frutos foram colhidos conforme atingiam o ponto de maturação ideal por meio de uma avaliação visual, em uma média de 15 frutos maduros por planta para avaliações quantitativas e qualitativas e 5 frutos em estágio imaturo para avaliações qualitativas. Posteriormente, foram colocados em sacos de papel, identificados com seus respectivos códigos e levados ao laboratório de Horticultura (Gehort) na UFSCar para realização das avaliações e posteriormente a retirada das sementes para a continuidade do programa de melhoramento.

A coleta dos dados foi dividida em duas etapas: avaliações das plantas e avaliações dos frutos, parte realizada em casa de vegetação e parte em laboratório. As avaliações referentes às plantas foram: altura da planta, altura da primeira bifurcação, cor da folha, formato da folha, formato do caule e cor do caule. Já as avaliações de frutos foram: coloração do fruto em estágio intermediário e em estágio maduro, comprimento médio dos frutos maduros, diâmetro médio dos frutos maduros, formato dos frutos, espessura média da polpa dos frutos maduros, peso total dos frutos colhidos maduros, número total de frutos colhidos e número de sementes em frutos maduros.

4.1 Avaliações agronômicas

4.1.1 Componentes da Biometria de frutos

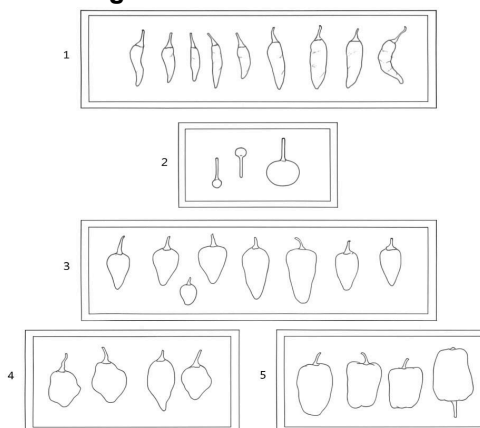
Para as avaliações biométricas, a amostragem dos frutos consistiu na seleção de cinco frutos por planta em todos os exemplares, seguindo a metodologia adaptada de Heinrich et al. (2015). Nos frutos, procedeu-se à determinação das seguintes características:

- a. **Diâmetro do fruto (DF):** Utilizando um paquímetro, mediu-se a maior dimensão transversal do fruto. Os resultados foram registrados em centímetros (cm);
- b. **Comprimento do fruto (CF):** utilizando um paquímetro, mediu-se a distância da inserção do pedúnculo até a ponta do fruto. Os resultados foram registrados em centímetros (cm);
- c. **Número de lóculos (N^oL):** após o corte transversal, o número de lóculos foi determinado pela contagem visual dos frutos;
- d. **Espessura da polpa dos frutos (EP):** a espessura da polpa foi obtida por meio de um corte transversal no fruto e medida com um paquímetro. Os resultados foram expressos em milímetros (mm);
- e. **Número de sementes (NSF):** a contagem manual do número de sementes foi realizada em cinco frutos por tratamento. Posteriormente, foi calculada a média do número de sementes por fruto, expressa em n.º de sementes fruto;
- f. **Pontos ou listas de antocianina:** a presença e o padrão (pontos, listas ou homogeneidade) de pigmentação de antocianina em diferentes partes da planta (como folhas e caules) foram observados visualmente segundo os descritores do IPGRI (1995) e registrados;
- g. **Cor do fruto em estágio imaturo:** a cor dos frutos foi avaliada visualmente quando atingiam um estágio de maturação intermediário, antes da completa maturação, utilizando-se descritores de cor para

Capsicum do IPGRI (1995) que podem incluir branco, amarelo, verde, laranja, roxo e roxo escuro, etc.;

- h. **Cor do fruto em estágio maduro:** a cor dos frutos foi avaliada visualmente quando atingiam a maturação completa, com registro das cores predominantes, conforme descritores do IPGRI (1995), incluindo: branco, amarelo limão, laranja-amarelo claro, laranja amarelo, laranja, vermelho claro, vermelho, vermelho-escuro, roxo, marrom e preto.
- i. **Formato do fruto:** o formato geral do fruto foi determinado visualmente, classificando-o conforme as categorias padronizadas pelo IPGRI (1995) na figura 1.

Figura 1 - Formato de frutos.



1: Alongado. 2: Arredondado. 3: Triangular. 4: Campanulado. 5: "Blocky"

Fonte: IPGRI (1995).

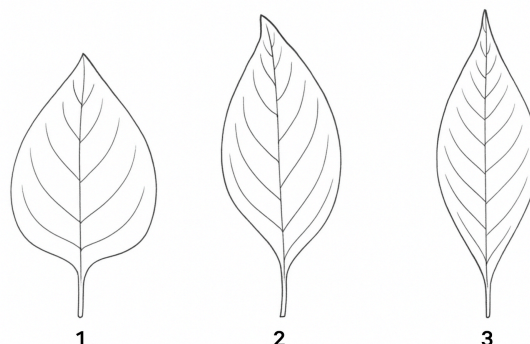
- j. **Superfície do fruto:** A textura da superfície do fruto foi avaliada visualmente, descrevendo-a como lisa, semi-enrugada, enrugada ou outras características presentes nos descritores do IPGRI (1995).

4.1.2 Componentes de biometria de plantas

- a. **Altura da planta:** A altura foi determinada com o auxílio de uma trena, do nível do solo (base do caule) até o ápice da planta, com resultados expressos em centímetros (cm);
- b. **Altura da primeira bifurcação:** Esta medida foi realizada a partir do nível do solo até o ponto de ramificação inicial do caule principal da planta, em centímetros (cm);

- c. **Cor da folha:** a cor predominante das folhas maduras foi avaliada visualmente e registrada conforme o IPGRI (1995), utilizando escalas padronizadas, ou descritores de cor, podendo incluir tons de amarelo, verde-claro, verde-escuro, roxo claro, roxo, variegado ou outro;
- d. **Cor do caule:** a cor do caule foi observada visualmente e categorizada conforme os descritores do IPGRI (1995), notando a presença das cores verde, verde com roxo, roxo ou outras pigmentações;
- e. **Formato da folha:** O formato da folha foi determinado visualmente, classificando-o conforme as categorias do IPGRI (1995) na figura 2, como deltoide/orbicular (1), lanceolada (2) ou oval (3).

Figura 2 - Formato de folha.



Fonte: IPGRI (1995).

- f. **Formato do caule:** O formato do caule foi caracterizado visualmente, notando se era cilíndrico, angular, ou achatado conforme os descritores do IPGRI (1995).

4.1.3 Dados de produção

Massa (g): Foram colhidos 15 frutos por planta para avaliação e, posteriormente, foi feita a média de frutos colhidos de todas as plantas de cada genótipo. A massa dos frutos foi determinada utilizando uma balança analítica, com resultados expressos em gramas (g).

4.2 Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade de São Carlos, Campus Araras-SP. A avaliação da cor instrumental dos frutos foi conduzida utilizando-se um colorímetro portátil Minolta Chroma Meter

(modelo CM-25d, CR10). As medições foram realizadas no espaço de cores CIELAB, empregando o observador/iluminante 110°/D65. Para cada material avaliado, foram analisados quatro frutos, obtendo-se leituras em três posições distintas de cada um. Os parâmetros de coloração L^* , a^* , b^* , *Hue* e *Croma* foram utilizados para analisar os efeitos da coloração, que representam as medidas objetivas de cor percebidas pelo olho humano. O valor L^* indica a luminosidade ou clareza da cor do material, variando de zero (preto absoluto) a cem (branco absoluto). Os valores a^* e b^* descrevem as escalas de tonalidade da cor: a^* representa a variação do verde (valores negativos) ao vermelho (valores positivos), enquanto b^* indica a variação do azul (valores negativos) ao amarelo (valores positivos). A saturação da cor, ou *Croma*, é definida como a distância radial do centro do espaço de cores até o ponto da cor. É calculada como a hipotenusa de um triângulo retângulo formado pelos pontos (0, 0), (a^* , b^*) e (a^* , 0), sendo sua fórmula $a^{*2}+b^{*2}$. Este atributo quantitativo reflete a intensidade da tonalidade da cor, indicando a proporção de cor pura em relação à mistura de branco, preto ou cinza; quanto maior o valor de *Croma*, maior a saturação da cor percebida. O ângulo *Hue* caracteriza-se pelo ângulo formado em relação ao eixo X no espaço CIELAB e indica a variação entre as cores primárias (vermelho, amarelo, verde, azul) e suas nuances (como alaranjado ou avermelhado). É calculado pela fórmula $H_o = \arctan(b^*/a^*)$ (Hunter, 1942).

4.3 Análise de dados

As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e posterior teste de comparação de médias pelo Teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). Os outliers foram removidos e, quando necessário, os dados foram transformados para atender às premissas da ANOVA. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software SISVAR (v 5.8).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis quantitativas

As médias das variáveis altura de plantas e 1ª bifurcação estão presentes na Tabela 2. As linhagens que apresentaram a maior média em altura de planta foram a RUBRO BLACK MULTICOLOR e NAGA TWISTER MULTICOLOR com 1,68 m e

1,79 m respectivamente. A RH LILAC BLACK se destacou com o menor porte de planta entre as linhagens, obtendo uma média de 36 cm de altura, as demais linhagens não diferiram quanto a altura.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis: altura total de planta e altura até 1ª Bifurcação das linhagens e linhagens de pimenta *Capsicum chinense*. Araras-SP, 2025

linhagens	Planta			
	Altura da 1ª bifurcação		Altura total	
	cm		m	
BODE ROXA	0,25	a	1,26	c
HALLOIS EUES	0,29	a	1,49	d
NAGA TWISTER MULTICOLOR	0,49	b	1,85	d
OEUHS STIWGER	0,11	a	0,84	b
OLHO MUTUM	0,27	a	1,20	c
ORION	0,26	a	1,36	c
RH LILAC BLACK	0,24	a	0,36	a
RUBRO BLACK MULTICOLOR	0,30	a	1,75	d
CV(%)	41,12		15,56	

CV(%): coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de significância.

A colheita de pimentas é, em sua maioria, uma atividade manual, frequentemente realizada por mão de obra familiar ou sazonal. O porte da planta emerge como um fator ergonômico relevante nesse processo, influenciando diretamente a comodidade e a eficiência da operação. Plantas com menor porte podem dificultar a colheita, exigindo que os trabalhadores se agachem ou sentem no solo para acessar os frutos. Em contrapartida, plantas de maior desenvolvimento permitem que a colheita seja realizada em uma posição mais confortável, o que pode ser um critério decisivo para o produtor ao selecionar cultivares para cultivo (Ribeiro et al., 2008). Esse aspecto ergonômico da colheita, destaca a importância de avaliar o porte de planta nos programas de melhoramento, visando à otimização das práticas de manejo e à melhoria das condições de trabalho no campo.

Em relação à altura da primeira bifurcação, as médias numéricas oscilaram entre 0,11 cm e 0,49 cm, para OEUHS STIWGER e NAGA TWISTER MULTICOLOR respectivamente. A altura da bifurcação em pimenteiras tem ganhado crescente atenção em programas de melhoramento genético, impulsionada pela busca por viabilizar a colheita mecanizada dos frutos. A automação da colheita já é uma realidade consolidada em outras regiões produtoras. Nos Estados Unidos, por exemplo, a colheita de pimenta Jalapeño é quase integralmente mecanizada, e aproximadamente 80% da área cultivada com pimenta para páprica também é colhida por meios mecânicos (Gomes et al., 2019). No estado do Novo México (EUA), o uso de máquinas autopropelidas de grande porte e totalmente automatizadas têm demonstrado capacidade para realizar todas as etapas do processo de colheita de pimenta (Souza, 2013). Essas experiências internacionais ressaltam o potencial da mecanização para otimizar as operações de campo e reduzir a dependência da mão de obra manual.

No contexto brasileiro, a falta de maquinário especializado para a colheita de pimentas é uma limitação significativa. A busca por alternativas de colheita é motivada, na maioria, pelos desafios associados à disponibilidade e ao elevado custo da mão de obra manual. Dados da Emater do Distrito Federal em 2020 revelaram que, naquele ano, cerca de 28% dos custos de produção de alguns tipos de pimenta na região estavam relacionados à mão de obra para a colheita. Nesse cenário, o desenvolvimento de plantas com características que favoreçam a mecanização torna-se essencial para a viabilidade e expansão da cadeia produtiva de pimentas, especialmente para indústrias que dependem dessa matéria-prima.

Plantas com maior altura e, crucialmente, uma primeira bifurcação acima de 25 cm, são consideradas mais vantajosas, pois essas características contribuem para evitar danos mecânicos aos frutos durante a colheita e, conseqüentemente, minimizam as perdas de produção (Ribeiro et al., 2018; Carvalho et al., 2021). É importante destacar que no contexto de altura de planta a variedade RH LILAC BLACK é a menor entre todas as outras, desfavorecendo seu potencial produtivo e comercial de planta e fruto. Porém, apresenta características favoráveis como planta ornamental, principalmente para vasos, por suas características morfológicas e cores vibrantes (Guimarães et al., 2020).

Os valores obtidos para características biométricas dos frutos colhidos estão apresentados na Tabela 3. A massa média dos frutos variou de 19,12 g a 121,22g e, cada genótipo também apresentou diferentes características para formato e superfície de fruto. Devido a essas características, é esperado que a massa média dos frutos colhidos seja diferente entre as linhagens. Destacam-se com as maiores médias de peso as linhagens ORION, seguida de RUBRO BLACK MULTICOLOR e HALLOIS EUES. A BODE ROXA apresentou a menor média de peso, 19,12 gramas, porém destaca-se com a segunda melhor espessura de polpa e a maior variação para número de lóculos.

Tabela 3 - Características biométricas de frutos colhidos de linhagens de pimentas (*Capsicum*).

Linhagens	Frutos											
	MMFT		DF		CF		EP		N ^o L		NSF	
	g		cm		cm				contagem			
BODE ROXA	19,12	a	1,28	a	1,24	a	0,13	c	3,30	d	33,9	a
HALLOIS EUES	83,03	c	1,95	b	5,92	c	0,09	b	3,00	c	39,73	b
NAGA TWISTER MULTICOLOR	44,42	b	1,25	a	5,12	c	0,01	a	2,50	b	32,90	a
OEUHS STIWGER	65,15	b	1,94	b	4,28	b	0,06	b	2,60	b	26,60	a
OLHO MUTUM	47,13	b	1,55	a	1,98	a	0,21	d	2,75	c	48,00	b
ORION	121,22	d	3,15	c	4,40	b	0,22	d	2,75	c	30,85	a
RH LILAC BLACK	29,18	a	1,19	a	2,22	a	0,01	a	2,00	a	42,25	b
RUBRO BLACK MULTICOLOR	100,06	c	1,99	b	5,42	c	0,01	a	2,93	c	29,06	a
CV(%)	24,07		13,70		18,60		39,98		8,48		25,16	

Legenda: MMFT: Massa Média de Frutos Totais; DF: Diâmetro do Fruto; CF: Comprimento do Fruto; EP: Espessura da Polpa; N^oL: Número de Lóculos; NSF: Número de Sementes.

CV(%): coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

Não houve grandes variações para o diâmetro do fruto, o destaque de maior largura foi a ORION com 3,15 cm, em seguida a RBM, HEU e OST. Já a menor largura de fruto foi a RH LILAC BLACK e a BODE ROXA, este resultado se relaciona a massa média, uma vez que essas linhagens também apresentaram o menor

resultado. Diferentemente do diâmetro, o comprimento dos frutos variou um pouco mais. Novamente, RLB, BRX e, dessa vez, OLHO MUTUM obtiveram a menor média de comprimento, característica que pode ser facilmente visualizada em campo. As linhagens HEU, RBM e NTM se destacaram com as maiores médias de comprimento. Os frutos maiores em tamanho facilitam a colheita, sendo a atividade que mais necessita de mão de obra durante todo o ciclo.

A espessura da polpa (EP) dos frutos constitui uma característica de relevância agrônômica, influenciando diretamente a firmeza, a qualidade pós-colheita e o potencial de conservação. Frutos que apresentam maior espessura demonstram maior resistência a danos mecânicos durante o manuseio e tendem a manter um aspecto mais fresco, visto que o processo de murchamento é menos acentuado (Longatti, 2019; Guimarães et al., 2020). Adicionalmente, a EP impacta significativamente a produtividade e a comercialização. Frutos com pericarpo mais espesso são, em geral, mais pesados, representando um benefício para a venda in natura, já que são comercializados por peso. Para a indústria de processamento, a maior quantidade de polpa é vantajosa na produção de derivados, como molhos (Longatti, 2019). As linhagens ORION E OMT apresentaram maiores médias de espessura de polpa.

O número de lóculos está relacionado diretamente com o número de carpelos e formato do fruto (Blat, 2007). Quanto ao número de lóculos dos frutos, a variedade BODE ROXA se sobressaiu das demais, apresentando maior quantidade de compartimentos internos nos frutos, com uma média de 3,30. Estudos prévios sobre o número de lóculos em frutos de pimenta revelam variabilidade significativa. Em uma pesquisa conduzida por Martinez (2020), a média de lóculos observada oscilou entre 2,70 e 3,19 por fruto, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Apesar disso, o número de sementes desta variedade não obteve destaque, ficando abaixo da média geral.

No entanto, a OLHO MUTUM apresenta a quarta maior média de número de lóculos, segundo menor tamanho e a melhor média no número de sementes, 48. Já a RLB, no entanto, possui a menor média de número de lóculos e a segunda melhor média no número de sementes. Em geral, não houve grande variação na média de número de sementes coletadas.

5.3 Variáveis qualitativas

As características qualitativas apresentadas na Tabela 4 merecem destaque, pois visam o início do melhoramento desses genótipos. Visualmente, na média das amostragens coletadas, todas as linhagens apresentaram traços de antocianina, predominância de tons roxos, de todas as linhagens, com exceção dos frutos maduros de RH LILAC BLACK. Na OEUHS STIWGER é possível afirmar que algumas repetições mostraram frutos com presença de traços de antocianina e outras não. As cores dos frutos variaram conforme o decorrer da maturação, maduros apresentaram tons de vermelho e laranja-amarelo, predominando o vermelho. Os frutos em estágio intermediário se destacaram pela cor arroxeadada, e alguns ainda em estágio inicial de maturação apresentaram cor verde.

Tabela 4 - Características qualitativas dos frutos colhidos de linhagens de pimentas (*Capsicum*).

Frutos								
Linhagens	Traços de Antocianina		Cor		Formato		Superfície	
	Imaturo	Maduro	Interm.	Maduro	Imaturo	Maduro	Imaturo	Maduro
BODE ROXA	Presente	Presente	R	V	Arredondado	Arredondado	Liso	Liso
HALLOIS EUES	Presente	Presente	RV	LA	Alongado-Campanolado	Alongado-Campanolado	Semirugoso	Semirugoso
NAGA TWISTER MULTICOLOR	Presente	Presente	RE	VE	Alongado	Alongado	Rugoso	Rugoso
OEUHS STIWGER	Presente	Presente	RV	V	Alongado-Campanolado	Alongado-Campanolado	Liso-Semirugoso	Liso-Semirugoso
OLHO MUTUM	Presente	Presente	R	LA	Arredondado	Arredondado	Liso	Liso
ORION	Presente	Presente	R	VE	Campanolado	Campanolado	Rugoso	Rugoso
RH BLACK LILAC	Ausente	Presente	R	V	Blocky	Blocky	Liso	Liso
RUBRO BLACK MULTICOLOR	Presente	Presente	R	VE	Alongado-Triangular	Alongado-Triangular	Liso-Semirugoso	Liso-Semirugoso

Legenda: R: Roxo. RV: Roxo-Verde. RE: Roxo escuro. V: Vermelho. LA: Laranja-Amarelo. VE: vermelho-escuro.

Em relação à superfície e formato do fruto, não houve mudanças relevantes entre os estágios de maturação. Um aspecto crucial a ser considerado na comercialização de pimenta, e frutos de modo geral, é a superfície. A textura da superfície, seja ela rugosa ou lisa, está correlacionada a atributos físico-químicos e

de qualidade sensorial distintos. Frutos com superfície rugosa frequentemente demonstram superioridade em textura, apresentando correlação significativa com a espessura da cutícula, a força de penetração, o teor de lignina e o conteúdo de umidade. Adicionalmente, esses frutos tendem a possuir uma concentração mais elevada de compostos voláteis, determinantes para o aroma, e uma maior pungência, quando comparados aos frutos de superfície lisa (Zhang et al., 2022).

Por outro lado, frutos de aspecto liso, caracterizados por uma cutícula mais espessa e superfície regular, exibem melhor retenção de carotenoides durante o período de armazenamento pós-colheita. Essa característica pode ser um diferencial competitivo para produtores e comerciantes que visam à preservação da qualidade nutricional e da aparência do produto ao longo do tempo (Holden et al., 2024). A estrutura da superfície do fruto, portanto, influencia diretamente a proteção dos pigmentos e a durabilidade pós-colheita.

A escolha entre frutos de superfície lisa ou rugosa depende do objetivo e da preferência. Consumidores que valorizam a intensidade do aroma e da textura podem inclinar-se pelos frutos rugosos, enquanto a indústria e o comércio priorizam conservar nutrientes e a aparência durante o armazenamento, e outros mais exigentes com a aparência dos frutos podem dar preferência aos frutos lisos.

Os frutos variaram bastante em relação ao formato, especialmente RHLB, sendo a única que apresentou o formato tipo “blockly”. As demais linhagens variaram entre alongado, arredondado e campanulado, algumas até se encaixando em mais de uma dessas características. É importante ponderar que os frutos das linhagens HALLOIS EUES, RUBRO BLACK MULTICOLOR e OEUHS STIWGER variaram entre as repetições em relação ao formato, superfície e cor, como visualizado na Tabela 1, evidenciando a grande variabilidade genética que existe entre o gênero *Capsicum*.

As características qualitativas das plantas (Tabela 5) foram avaliadas por meio de observação segundo os descritores do IPGRI (1995) para *Capsicum*. A cor da folha e de caules variaram entre os genótipos, com destaque para tons de roxo e roxo-verde. A variedade RH LILAC BLACK, foi a única a apresentar folhas variegadas, que fomentam ainda mais seu potencial para ornamentação. O formato

de folha e caule foram iguais em todas as plantas, oval e cilíndrico, respectivamente. A *C. chinense* é uma espécie conhecida por sua grande diversidade morfológica, especialmente nos frutos. Sobre as características vegetativas, como formato da folha e caule, não há trabalhos disponíveis que tragam uma descrição padronizada dessas estruturas para *C. chinense*.

Tabela 5 - Características qualitativas das plantas de linhagens de pimentas (*Capsicum*).

Planta				
linhagens	Cor da folha	Formato da folha	Formato do caule	Cor do caule
BODE ROXA	Roxo-Roxo claro	Oval	Cilíndrico	Roxo-Verde e Roxo
HALLOIS EUES	Verde escuro-Roxo claro	Oval	Cilíndrico	Roxo
NAGA TWISTER MULTICOLOR	Roxo	Oval	Cilíndrico	Roxo
OEUHS STIWGER	Roxo claro-Verde	Oval	Cilíndrico	Roxo-Verde e Roxo
OLHO MUTUM	Verde escuro	Oval	Cilíndrico	Verde e Roxo
ORION	Roxo-Roxo claro	Oval	Cilíndrico	Roxo
RH LILAC BLACK	Variegado	Oval	Cilíndrico	Verde e Roxo
RUBRO BLACK MULTICOLOR	Roxo claro	Oval	Cilíndrico	Roxo-Verde e Roxo

5.4 Análise de Cor Instrumental

Os resultados referentes à cor instrumental estão apresentados na Tabela 6. O valor de L* (luminosidade) varia de 0 a 100, sendo que valores mais altos indicam maior reflectância de luz, ou seja, cores mais claras. A variedade OLHO MUTUM se destacou em todos os estágios de maturação nessa variável, principalmente nos frutos maduros (71,87) (Tabela 6). Os frutos de pimenta Bode Roxa em estágio intermediário (66,39) obtiveram o maior resultado nessa fase. A variedade ORION apresentou a menor média de L em todos os estágios de maturação, ou seja, tendo a cor mais escura entre os genótipos (Tabela 6).

O parâmetro a^* com valores negativos indica tons esverdeados e quando é positivo indica tons avermelhados. A variedade HALLOIS EUES foi a única a apresentar valor negativo (-1,65) em estágio imaturo, seguido da OLHO MUTUM com o segundo menor resultado (Tabela 6). Portanto, tons mais verdes na fase inicial do fruto. Nos frutos maduros, o destaque está nas pimentas BODE ROXA (40,04), RUBRO BLACK MULTICOLOR (38,72) e RH LILAC BLACK (37,24) com os maiores valores de a^* (Tabela 6).

Na coordenada b^* valores negativos representam tons azulados e arroxeados e valores positivos amarelados, as linhagens não apresentaram valores negativos em estágio maduro. Em estágio imaturo, a BODE ROXA destaca-se com o único valor negativo (-0,58). Em fase intermediária, os genótipos RHLB (-5,71) e RBM (-2,15) também apresentaram valores negativos, ou seja, tons mais arroxeados. Na análise de b^* para frutos maduros, nenhum genótipo expressou resultados negativos, as maiores médias foram de 28,30 para OLHO MUTUM e 23,41 para RBM (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de Cor Instrumental das variedades de pimenta roxa *Capsicum chinense*.

Linhagens	Frutos								
	L			a^*			b^*		
	Imaturo	Interm.	Maduro	Imaturo	Interm.	Maduro	Imaturo	Interm.	Maduro
BODE ROXA	38,27 b	66,39 d	38,37 a	17,16 c	19,22 c	40,04 d	-0,58 a	41,26 d	22,11 b
HALLOIS EUES	30,7 a	25,83 a	34,64 b	-1,65 a	3,27 a	19,17 b	14,07 b	3,66 a	17,15 a
NAGA TWISTER MULTICOLOR	30,4 a	24,13 a	28,79 a	1,96 a	3,3 a	23,19 b	12,02 b	2,74 c	13,17 a
OEUHS STIWGER	29,24 a	39,97 b	35,64 b	8,14 b	19,43 c	29,53 c	0,92 a	19,1 c	15,36 b
OLHO MUTUM	50,29 b	47,62 c	71,87 c	0,45 a	19,15 c	13,23 a	20,36 b	12,48 b	28,2 b
ORION	28,7 a	27,77 a	25,28 a	15,14 c	18,83 c	21,28 b	2,73 a	17,41 c	13,34 a
RH LILAC BLACK	43,1 b	29,25 a	36,14 b	1,85 a	12,49 b	37,24 d	14,17 b	-5,71 a	19,68 b
RUBRO BLACK MULTICOLOR	45,5 b	29,56 a	37,9 b	5,72 b	12,75 b	38,72 d	17,74 b	-2,15 a	23,41 b
CV(%)	22,58	18,96	12,11	84,85	47,45	24,97	100,87	75,65	36,1

Linhagens	C			H		
	Imaturo	Intermediário	Maduro	Imaturo	Intermediário	Maduro
BODE ROXA	17,1 a	46,03 d	45,75 b	222,47 b	66,16 a	28,78 a
HALLOIS EUES	14,65 a	6,02 a	26,21 a	84,15 a	163,04 b	37,1 b
NAGA TWISTER MULTICOLOR	12,73 a	4,54 a	26,77 a	67,03 a	32,59 a	26,88 a
OEUHS STIWGER	8,37 a	28,59 c	33,32 a	94,16 a	34,42 a	26,44 a
OLHO MUTUM	22,12 a	24,12 c	31,22 b	145,45 a	72,91 a	64,86 c
ORION	17,1 a	26,06 c	25,3 a	270,07 a	40,13 a	29,15 a
RH LILAC BLACK	18,24 a	13,9 b	42,35 b	110,67 a	291,69 c	27,69 a
RUBRO BLACK MULTICOLOR	20,94 a	13,04 b	45,35 b	113,54 b	307,13 c	30,66 a
CV(%)	53,05	44,06	27,36	86,28	69,81	18,62

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

As linhagens maduras de BODE ROXA (45,75) E RUBRO BLACK MULTICOLOR (45,35) apresentaram as maiores médias para Cromo, portanto, maior saturação de cor. Valores menores de Cromo representam um padrão de cor mais fraco (“aspectos fosco”) e valores maiores, estão atrelados a um padrão de cor mais forte (“cores vivas”) (Vieira, 2021). Analisando todos os estágios, as menores médias foram de HALLOIS EUES e NAGA TWISTER MULTICOLOR, já a BODE ROXA obteve a maior média geral.

O ângulo Hue indica a tonalidade da cor, valores próximos a 270° indicam tonalidades mais puxadas para o azul/roxo/violeta, a cor das antocianinas. Valores menores (próximos a 0°, 90°, 180°) indicam outras tonalidades como vermelho, amarelo ou verde. Os valores mais altos para o ângulo Hue (próximos ou superiores a 270°) foram observados predominantemente no estágio intermediário para RHLB (291,69°) e RBM (307,13°). Isso indica que, neste período, essas linhagens exibem uma tonalidade acentuadamente roxa ou violeta, refletindo o pico de acúmulo de antocianinas (Cappellini et al., 2021). A presença das antocianinas confere essa coloração característica. A variedade ORION também se destaca no estágio imaturo

(270,07°), sugerindo uma alta concentração de antocianinas desde cedo no desenvolvimento do fruto, ou uma predominância de antocianinas em sua cor imatura que as faz iniciar a maturação nessa tonalidade.

Os valores mais baixos para o ângulo Hue foram consistentemente observados no estágio maduro para diversas linhagens, especialmente OEUHS STIWGER (26,44°) e NAGA TWISTER MULTICOLOR (26,88°). Valores próximos a 0° ou 360° no Hue indicam tonalidades avermelhadas. Este fenômeno é comum em pimentas, pois, durante a maturação, as antocianinas (responsáveis pelo roxo) podem ser degradadas ou mascaradas pelo acúmulo massivo de carotenoides, que conferem as cores vermelho, laranja ou amarelo aos frutos maduros (Kovács et al., 2022). Assim, a dominância de pigmentos carotenoides nas pimentas maduras “vermelhas” ou “laranjas” resulta em um ângulo Hue que se afasta do espectro do azul/roxo. A cor roxa imatura é atribuída às antocianinas, mas a cor final madura é determinada pela expressão de outros pigmentos, como carotenoides (Lightbourn, et al., 2008).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste experimento foram obtidos resultados que demonstram grande variabilidade de dados para os exemplares de *C. chinense*. Essas linhagens apresentam potencial para desenvolvimento de novas cultivares e como linhagens para combinação na produção de híbridos caso sejam utilizadas em programas de melhoramento para o gênero *Capsicum*. Visto isso, a RH LILAC BLACK demonstra características específicas para o mercado de pimentas ornamentais, como cor de folha, porte de planta, formato e cor de fruto, que podem ser exploradas em futuros programas de melhoramento. No que diz respeito a produção comercial de frutos, as linhagens ORION, OLHO MUTUM, BODE ROXA e RUBRO BLACK MULTICOLOR apresentam bom rendimento, características morfológicas e visuais importantes como a presença de antocianina em frutos maduros.

Faz-se necessário salientar que as linhagens HALLOIS EUES, RUBRO BLACK MULTICOLOR e OEUHS STIWGER apresentaram características de planta (cor e formato de folha e caule) semelhantes entre as repetições. No entanto, com o

que diz respeito às características qualitativas de frutos, esses exemplares, entre repetições, se diferenciam em formato, superfície e cor. Isso demonstra a grande variabilidade genética que existe entre essas linhagens, onde o melhoramento pode atuar.

É possível concluir que existe grande potencial nas pimentas roxas para integração em programas de melhoramento, além de serem aliadas para a preservação da grande variabilidade genética do gênero *Capsicum* que existe no Banco de Germoplasma da UFSCar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; UENO, B. Agronegócio da pimenta no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Palestras do Congresso Brasileiro de Olericultura**. Viçosa, MG: UFV, 2011.

BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (eds.). Origem e evolução de plantas cultivadas. 2. ed. Brasília, DF: **Embrapa**, 2012. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1080470>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BARBOSA, J. P. M. Classificação climática do estado de São Paulo através do método de Köppen: análise crítica e aplicação. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 13., 2005, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2005. Disponível em: <https://prp.unicamp.br/pibic/congressos/xiiicongresso/cdrom/pdfN/21.pdf>. Acesso em 23 jun. 2025.

BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. B. Three new species of *Capsicum* (Solanaceae) and a key to the wild species from Brazil. **Systematic Botany**, v. 30, n. 4, p. 863-871, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250054394_Three_New_Species_of_Capsicum_Solanaceae_and_a_Key_to_the_Wild_Species_from_Brazil. Acesso em: 23 jun. 2025.

BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 350-354, set. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/wsGqLyB93TCbQDxJb8QYS7C/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CAPPELLINI, F.; MARINELLI, A.; TOCCACELI, M.; TONELLI, C.; PETRONI, K. Anthocyanins: From Mechanisms of Regulation in Plants to Health Benefits in Foods. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 12, p. 770911, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8580863/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CARVALHO, S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. da. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da **Embrapa Hortaliças** - Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 49p.; (Embrapa Hortaliças. Documentos, 4S). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/774690/catalogo-de-germoplasma-de-pimentas-e-pimentoes-capsicum-spp-da-embrapa-hortalicas>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CARVALHO, S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B.; RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2006. 27 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 94). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/779776>. Acesso em 23 jun. 2025.

CARVALHO, S. I. C.; LIMA, M. F.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; CARVALHO, F. I. R.; REIS, A.; MICHEREFF FILHO, M.; RIBEIRO, C. S. da C. Cultivo de pimenta-de-cheiro em Regiões Administrativas do Distrito Federal (Planaltina,

Paranoá e Park Way) e ocorrências fitossanitárias. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2021. 40 p. (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312; n. 189). Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136101/cultivo-de-pimenta-de-cheiro-em-regioes-administrativas-do-distrito-federal-planaltina-paranoa-e-park-way-e-ocorrencias-fitossanitarias>. Acesso em: 23 jun. 2025.

DOMENICO, C. I.; LILLI, A. J. O.; MELO, A. M. T. Caracterização de componentes de produção de híbridos intra-específicos de pimenta-hortícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: ABH, 2010. Disponível em:

http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/teses_dissertacoes/pb1215009.pdf. Acesso em 22 jun. 2025.

EMATER. **Custo de produção**. 2020. Disponível em: <https://www.emater.df.gov.br/custos-de-producao/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

EPAMIG. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 1-108, 2006. Disponível em: <https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/03/IA-235.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

EPAMIG. Cultivo de pimenta Capsicum. Viçosa: **Epamig Sudeste**, v. 2, 2023. Disponível em: <https://www.livrariaepamig.com.br/docs/cultivo-de-pimenta-capsicum/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

FAI UFSCAR - FUNDAÇÃO DE APOIO INSTITUCIONAL AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Relatório de Atividades 2021**. São Carlos, p. 36-37, 2021.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **FAO Statistical Database**, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 23 jun. 2025.

FUFA, H.; BAENZIGER, P. S.; BEECHER, B. S.; DWEIKAT, I.; GRAYBOSCH, R. A.; ESKRIDGE, K. M. Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars. **Euphytica**, v. 145, p. 133–146, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-005-0626-3>. Acesso em: 23 jun. 2025.

FURLANI, P.R. et al. Cultivo hidropônico de plantas. Boletim Técnico, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, 1999. 52p

GELETA, L.F.; LABUSCHAGNE, M.T.; VILJOEN, C.D (2005). Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. **Biodiversity & Conservation**. v. 14, p. 2361-2375, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-004-1669-9>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GIANNINI, P. A.; SANTOS, M. G.; SANTOS, C. A.; CARMO, M. G. F. **Cultivo e uso de pimentas Capsicum**. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2023. Cartilha técnica. ISBN 978-65-998904-1-3. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/373199555_Cultivo_e_Uso_de_Pimentas_Capsicum . Acesso em: 23 jun. 2025.

GOMES, F. de S.; CUSTÓDIO, G. C. A.; PIMENTA, S.; OLIVEIRA, F. C.; PAULA, A. G. S. DE; SILVA, N. S.; ARAÚJO, M. DO S. B. DE; PEREIRA, M. C. T. Genetic inheritance of ornamental components in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 47, n. 1, p. e69200, 7 nov. 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/xYBbRbnCBc7wrPNYkH363KG/>. Acesso em 23 jun. 2025.

GOMES, L. M.; RIBEIRO, C. S. da C.; RAGASSI, C. F.; SILVA, L. S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Advanced lines of Jalapeño pepper with potential for mechanical harvesting. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 49, n. 2, p. 1-6, ago. 2019. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/dJJ948vrW9shyzF65Tkg8SH/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

GUIMARÃES, M. E. da S.; OLIVEIRA, A. C. R. de; FREIRE, A. I.; PEREIRA, A. M.; PANTALEÃO, A. S. L.; GONÇALVES, D. N.; SANTOS, R. M. C. dos; GOMES, M. de P.; ROCHA, J. R. do A. S. de C.; MENDONÇA NETO, A. B. de; SOARES, L. G.; CRUZ, R. R. P.; DARIVA, F. D.; FINGER, F. L. Avaliação do potencial ornamental de genótipos de pimenta com base em análise fatorial. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 1-10, 29 nov. 2020. Research, Society and Development. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10353>. Acesso em: 23 jun. 2025.

HEINRICH, A.G; FERRAZ R.M; RAGASSI C.F; REIFSCHNEIDER F.J.B. 2015. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta biquinho salmão. **Horticultura Brasileira**. v. 33, n. 4, out. - dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/RKHvWfgkQRjx73gTwPRM3pQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2025.

HENZ, G. P. Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas. In: ENCONTRO NACIONAL DE AGRONEGÓCIO DE PIMENTAS, 1., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. p. 1-8. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/777217/1/HENZ-G.-P-2004.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

HOLDEN, A. C.; COHEN, H.; BERRY, H. M.; RICKETT, D. V.; AHARONI, A.; PÉREZ-FONS, L.; FRASER, P. D. Carotenoid retention during post-harvest storage of *Capsicum annuum*: the role of the fruit surface structure. **Journal of Experimental Botany**, v. 75, n. 7, p. 1997–2012, 27 mar. 2024. DOI: 10.1093/jxb/erad482. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/75/7/1997/7462761>. Acesso em: 21 jun. 2025

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de pimenta no Brasil**. [Rio de Janeiro], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pimenta/br>. Acesso em: 16 jul. 2025.

IPGRI - International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (1995) Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). **International Plant Genetic Resources Institute**, 110 p. Disponível em:

[https://cgspace.cgiar.org/items/ef0f3bcd-4878-4025-90ed-098a4c1b2918\(1995\)](https://cgspace.cgiar.org/items/ef0f3bcd-4878-4025-90ed-098a4c1b2918(1995))

Acesso em 23 jun. 2025.

KIRAKOSYAN, G.; MARTIROSYAN, G.; TSERETELY, I.; SHABOYAN, G.; VARDANYAN, V.; SAHRADYAN, G.; GHAZARYAN, D.; ZHAMHARYAN, A.; SARIKYAN, K. Study of anthocyanins and biochemical properties in several genetic resources from the European evaluation network Capsicum chinese chili pepper collection in Armenia. **Bioactive Compounds in Health and Disease**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 1588, abr. 2025. Disponível em: <https://www.ffhdj.com/index.php/BioactiveCompounds/article/view/1588>. Acesso em: 23 jun. 2025.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 15, n. 3, p. 259-263, jun. 2006.

KOVÁCS, Z.; SZEPESI, Á.; PÁL, M.; DARKÓ, É.; SZABÓ, Z.; JUHÁSZ, Z.; POSTA, K.; KISS-BÉRES, E. Ripening-Induced Changes in the Nutraceutical Compounds of Differently Coloured Pepper (*Capsicum annuum* L.) **Breeding Lines. Antioxidants**, Basel, v. 11, n. 4, p. 637, mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox11040637>. Acesso em: 22 jun. 2025.

LIGHTBOURN, G. J.; GRIESBACH, R. J.; NOVOTNY, J. A.; CLEVIDENCE, B. A.; RAO, D. D.; STOMMEL, J. R. Effects of Anthocyanin and Carotenoid Combinations on Foliage and Immature Fruit Color of *Capsicum annuum* L. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 99, n. 2, p. 105-111, mar./abr. 2008.

LONGATTI, B. F. **Melhoramento genético de pimenta do tipo Jalapeño (*Capsicum Annuum* L.)**. 2019. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências (Fitotecnia), Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-22012020-104830/publico/Runa_Fernanda_Longatti.pdf. Acesso em: 23 jun. 2025.

MARTINEZ, M. **Caracterização morfológica e agrônômica de linhagens de pimenta doce (*Capsicum chinense* Jacq.)**. 2016. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

MARTINEZ, M. **Avaliação agrônômica, físico-química e sensorial de híbridos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacquin)**. 2020. 56 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal e Bioprocessos Associados, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020.

MARTINEZ, M.; SANTOS, C. P. dos; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; CARRILHO, E. N. V. M.; SILVA, P. P. M. da; SPOTO, M. H. F.; CIARROCCHI, I. R.; SALA, F. C. Agronomic, physical-chemical and sensory evaluation of pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacquin). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 277, art. 109819, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109819>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MATOS, T. S. et al. Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas. **Revista Campo & Negócios Hortifrúti**, v. 20, n. 6, p. 16-28, 20 de junho de 2017.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. da C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 16–29, nov./dez. 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/779796/1/AP-CNPH-32267.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

NASCIMENTO FILHO, H. R. do; BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. de F. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia brasileira. II. Hábitos e formas de uso. **Acta Amazonica**, [s. l], v. 37, n. 4, p. 559-565, ago. 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/691777/1/Pimentas-do-genero-Capsicum-cultivadas-em-Roraima.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

NICULAU, D. M.; FERRAREZI JUNIOR, N. O mercado brasileiro de pimenta e os impactos da exportação na pandemia da COVID-19. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 19, n. 2, p. 630-640, dez. 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1470>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MACEDO, A. Pimentas *Capsicum*: uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, v. 18, n. 4, p. 6-8, out. 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091408>. Acesso em: 23 jun. 2025.

PADILHA, H. K.; PEREIRA, E. S.; MUNHOZ, P. C.; VIZZOTTO, M.; BARBIERI, R. L. Teor de antocianinas em acessos de pimentas (*Capsicum annuum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2012, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS: CBRG, 2012. Resumo CBRG_072. Disponível em: https://anais.infobibos.com.br/cbrg/Resumos/ResumoCBRG_072.pdf. Acesso em: 05 jun. 2025.

PEDROSO, M. T. M.; FERREIRA, Z. R. Caracterização dos polos de produção e de produtores de pimenta (*Capsicum* spp.) no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2023. (Documentos / Embrapa Hortaliças, 198). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1164199/1/DOC-198-CNPH.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

PEREIRA, T. N. S.; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. (org) Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais. São Luís: **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura**, p. 137-159, 2005. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/80a6b38b-81d2-4ef5-bbdd-72761cc5a5f8/content>. Acesso em: 23 jun. 2025.

PEREIRA, T. N. S.; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. (org) Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, p. 137-159, 2005. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/80a6b38b-81d2-4ef5-bbdd-72761cc5a5f8/content>. Acesso em: 23 ju. 2025.

PIMENTOTECA. Pimenta Roxa: Sabor Exótico e Cor Vibrante na Cozinha Brasileira. **Pimentoteca Blog**, 19 jan. 2024. Disponível em: <https://pimentoteca.com.br/blog/experimente/pimenta-roxa/>. Acesso em: 05 jun. 2025.

PINTO, C. M. F.; DONZELLE, S. M. L. Diversidade das pimentas *Capsicum*. **Revista Campos e Negócios**, 2021. Disponível em: <https://campoenegocios.com/pimentas-capsicum/>. Acesso em 23 jun. 2025.

PLUVIOMETRIA, Saema. Disponível em: <https://saema.com.br/pluviometria/>. Acesso em: 30 jul. 2025.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa, Hortaliças**, 2000, 113p. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00065390.pdf>. Acesso em 23 jun. 2025.

RIBEIRO, C. S. da C.; CARVALHO, S. I. C de; HEINRICH, A. G.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. BRS Tui: a new biquinho-type pepper cultivar released by embrapa. *Horticultura Brasileira*, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 526-528, dez. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1105786>. Acesso em: 23 jun. 2025.

RIBEIRO, C. S. da C.; HENZ, G. P. VILELA, N. J. AMARO, G. B.; MELO, W. F. de.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Pimenta. **Socioeconomia**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/pre-producao/socioeconomia/mercado>. Acesso em: 23 jun. 2025.

RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C. de; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (orgs.). *Cultivo de pimentas e pimentões*. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2008, 200 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/781198/1/Pimentas-Capsicum.pdf>. Acesso em 23 jun. 2025.

ROMAN, A. L. C.; MING, L. C.; CARVALHO, I.; SABLAYROLLES, M. G. P. Uso medicinal da pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em uma comunidade de várzea à margem do rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, v. 6, n. 3, p. 543 - 557, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/7991/1/Artigo_UsoMedicinalPimenta.pdf. Acesso em 23 jun. 2025.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para a pimenta. **Informe agropecuário EPAMIG**, v. 27, n. 235, p. 7-15. 2006.

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. **Pimenta em pó Waiwai: um produto da sociobiodiversidade indígena**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente — Belém: SEMA, 2014. 48 p. : il. (Série Produtos da Sociobiodiversidade, 1). Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/WWD00035.pdf>. Acesso em 23 jun. 2025.

SILVA, A. L. da; DINIZ, L. L.; GARCIA, A.; BANIWA, A. F.; et al. Pimenta jiquitaia baniwa. São Gabriel da Cachoeira, AM: **Instituto Socioambiental**; OIBI; Rio Negro: FOIRN, 1. ed., 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319357484_Pimenta_Jiquitaia_Baniwa.

Acesso: 23 jun. 2025.

SILVA, J. M.; SANTOS, J. O.; MENDES, I. DA S.; DE OLIVEIRA, R. V.; DE LIMA, A. T. M.; MOURA, M. DA C. C. L.; MOULIN, M. M. Caracterização morfológica de acessos de pimentas (*Capsicum* spp.) conservados no estado do Maranhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n.3, p. 21358-21373, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/25578>. Acesso em: 23 jun. 2025.

SILVA, V. M. B. da. **Pimentas do gênero *Capsicum*: Constituintes químicos e potencial antioxidante**. 2017. 75 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12737?locale=pt_BR. Acesso em: 23 jun. 2025.

SMITH, B. R.; YANG, S. P. Bioactive compounds in hot peppers. **Journal of Food Science**, v. 59, n. 6, p. 1324-1328, 1994.

SOARES, P. C. A. **Caracterização agronômica de acessos de pimentas *Capsicum* spp. visando ao melhoramento genético**. 2020. 100 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

SOUZA, T. B. C. **Desempenho de um derrçador de café e de uma colhedora de milho na colheita de pimenta**. 2013. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/5984>. Acesso em: 23 jun. 2025.

TAN, H.; LI, L.; TIE, M.; LU, R.; PAN, S.; TANG, Y. Transcriptome analysis of green and purple fruited pepper provides insight into novel regulatory genes in anthocyanin biosynthesis. **PeerJ**, San Francisco, v. 12, p. e16792, jan. 2024. Disponível em: <https://peerj.com/articles/16792/> . Acesso em: 22 jun. 2025.

TEIXEIRA, L. M.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n.4, p. 297-304, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226703009.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

VIEIRA, W. F. **Caracterização agronômica, genotípica e qualidade de sementes de genótipos de cevadas irrigadas no Cerrado**. 2023. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/49659>. Acesso em: 23 jun. 2025.

WANG, G.; CHEN, B.; DU, H.; ZHANG, F.; ZHANG, H.; WANG, Y.; HE, H.; GENG, S.; ZHANG, X. Genetic mapping of anthocyanin accumulation-related genes in

pepper fruits using a combination of SLAF-seq and BSA. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 9, e0204690, 2018. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204690>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ZHANG, X.; MO, Y.; ZHOU, H.; LI, M.; CHENG, H.; LI, P.; ZHANG, R.; HUANG, Y.; WANG, Y.; XU, J.; LIAO, J.; XIE, Q.; ZHAO, K.; DENG, M.; LV, J. CaHY5 mediates UV-B induced anthocyanin biosynthesis in purple pepper. **Agronomy**, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/15/1/28>. Acesso em: 22 jun. 2025.