



**Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Engenharia Agrônoma**



Nara Rúbia Pereira

**Seleção de Melhor Desempenho de Genótipos de Brócolis Ramoso Roxo em
Condições Tropicais**

ARARAS
2025



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Engenharia Agrônoma



Nara Rúbia Pereira

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia Agrônoma - CCA – UFSCar
como requisito parcial do título de
Bacharel em Engenharia Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Sala

ARARAS
2025

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando César Sala, por toda paciência, confiança e dedicação, pelas orientações sempre precisas e pela generosidade em compartilhar seu conhecimento e experiência. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação acadêmica..

Aos professores da UFSCar, por cada aprendizado e incentivo decisivo ao longo do curso, e aos funcionários da instituição, cujo suporte essencial tornou esta caminhada viável.

Aos meus amigos do Grupo de Estudos em Horticultura (GEHORT), pela valiosa colaboração, pelas trocas de conhecimento e pelo apoio técnico durante todas as etapas deste projeto.

A minha amiga Karolina, pela presença constante, pela escuta atenta e pelas trocas que tornaram essa jornada mais leve e significativa. Aos demais colegas de curso e, em especial, à república Gaia, minha segunda casa, espaço de convivência, aprendizado, acolhimento e amizade, onde encontrei força nos momentos desafiadores e que contribuíram profundamente para meu desenvolvimento pessoal durante toda a graduação.

Ao meu namorado, Lucas Felipe Pereira, pela dedicação, paciência e parceria diária. Seu apoio incondicional foi fundamental para que eu pudesse seguir em frente e concluir este trabalho.

Por fim, meu sincero reconhecimento a todos que estiveram ao meu lado. Esta trajetória só foi possível graças ao apoio, inspiração e incentivo de cada um.

RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar características agronômicas de linhagens de brócolis ramoso roxo (*Brassica oleracea* var. *italica*), com o intuito de identificar materiais com melhor adaptação às condições tropicais e potencial para utilização em programas de melhoramento genético voltados ao desenvolvimento de cultivares tropicalizadas. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Campus Araras, em delineamento de blocos casualizados, utilizando dez genótipos, e um híbrido comercial ‘Seattle’ e a cultivar ‘Piracicaba Precoce’, como testemunhas. Foram avaliados os parâmetros de coloração das inflorescências, granulometria, massa fresca total, número médio de inflorescências, comprimento e diâmetro das inflorescências principais e secundárias, com os dados analisados pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ‘Seattle’ apresentou o maior rendimento em massa fresca total (0,675 Kg planta⁻¹) e número de inflorescências (21,3), enquanto as linhagens 204-21 e 7101/10 demonstraram granulometria fina, boa coloração roxa e desempenho produtivo com valores estatisticamente similares, características de grande interesse para o mercado e para cruzamentos na produção de híbridos. Os resultados evidenciam o potencial das linhagens 204-21 e 7101/10 como materiais promissores para a criação de híbridos tropicalizados de brócolis ramoso roxo, uma cultivar ainda inédita no mercado brasileiro. Dessa forma, o estudo contribui para o avanço do melhoramento genético nacional, promovendo maior diversificação, sustentabilidade e competitividade na horticultura em regiões de clima quente.

Palavras-chave: melhoramento genético, brócolis ramoso, adaptação tropical, antocianinas, avaliação agronômica.

ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of purple sprouting broccoli lines (*Brassica oleracea* var. *italica*), aiming to identify materials with better adaptation to tropical conditions and potential for use in genetic breeding programs focused on developing tropicalized cultivars. The experiment was conducted at the Center for Agrarian Sciences of the Federal University of São Carlos (UFSCar) – Araras Campus, using a randomized block design with ten genotypes, plus the commercial hybrid ‘Seattle’ and the cultivar ‘Piracicaba Precoce’ as controls. The parameters evaluated included inflorescence coloration, bead size, total fresh mass, average number of inflorescences, and the length and diameter of primary and secondary inflorescences. Data were analyzed using the Scott-Knott test at 5% significance. ‘Seattle’ presented the highest yield in total fresh mass (0.675 kg/plant) and number of inflorescences (21.3), while lines 204-21 and 7101/10 demonstrated fine bead size, good purple coloration, and productive performance with statistically similar values—characteristics of great interest for the market and for crosses in hybrid production. The results highlight the potential of lines 204-21 and 7101/10 as promising materials for the development of tropicalized purple sprouting broccoli hybrids, a type of cultivar still unprecedented in the Brazilian market. Thus, the study contributes to the advancement of national genetic breeding, promoting greater diversification, sustainability, and competitiveness in horticulture in warm climate regions.

Keywords: genetic breeding, sprouting broccoli, tropical adaptation, anthocyanins, agronomic evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de muda desenvolvida para transplante. Fonte: autora.....	18
Figura 2: Área de execução do ensaio, UFSCar, Araras/SP. Fonte: autora.....	19
Figura 3: Inflorescência de brócolis, genótipo 7101/10. Fonte: autora.....	20
Figura 4: Inflorescência de brócolis ramoso sendo medido o comprimento da inflorescência. Fonte: autora.....	21
Figura 5: Inflorescência de brócolis ramoso sendo medido a diâmetro. Fonte: autora.....	21
Figura 6: Inflorescências de brócolis ramoso. Fonte: autora.....	22
Figura 7: Classificação de tonalidades: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR). Fonte: autora..	23
Figura 8: Classificação de tonalidades: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR). Fonte: autora..	23
Figura 9: Classificação de Granulometria: Grossa, Média e Fina. Fonte: autora.....	23
Figura 10: Gráfico de Desempenho de cor das Inflorescências.....	26
Figura 11: Porcentagem da granulometria da inflorescência de genótipos de brócolis ramoso em diferentes classes.....	28
Figura 12: Gráfico de massa gramas por planta encontrado nas três colheitas de inflorescências. Primeira colheita, segunda colheita e terceira colheita.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 2: Avaliações de coloração das plantas e inflorescências, nas classes: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR).....	25
Tabela 3: Porcentagem da granulometria da inflorescência de genótipos de brócolis ramoso em diferentes classes.....	27
Tabela 4: Resultado do valor total encontrado com a colheita das inflorescência e o número total de inflorescências colhidas.....	30
Tabela 5: Comprimento das inflorescências primárias; média de comprimento das inflorescências secundárias; Diâmetro da inflorescência primária; e Média de diâmetro das inflorescências secundárias.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
2.1. Objetivos Específicos.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1. A cultura do brócolis.....	11
3.3. Melhoramento genético.....	14
3.4. Avaliação agrônômica: conceitos e importância.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.2. Delineamento experimental.....	18
4.3. Variáveis analisadas.....	20
4.4. Análise estatística.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Coloração da inflorescência.....	24
5.2. Granulometria da inflorescência.....	26
5.3. Massa fresca total.....	28
5.4. Número de inflorescências.....	31
5.6. Diâmetro da inflorescência principal e média de diâmetro das demais inflorescências..	33
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A horticultura representa um dos setores mais dinâmicos da agricultura mundial, englobando cultivos que desempenham papel fundamental na segurança alimentar, na diversificação da dieta e na geração de renda. Dentre as hortaliças de maior relevância econômica e nutricional, destaca-se o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), pertencente à família Brassicaceae, que também inclui a couve-flor, o repolho e a couve-de-bruxelas (Filho et al., 2019).

Tem como centro de origem o litoral Atlântico da Europa ocidental e as costas do mar Mediterrâneo, e foi introduzido na Europa via Itália, chegando às Américas por volta de 1920, por imigrantes italianos primeiramente nos Estados Unidos e depois no Brasil.

As partes comestíveis do brócolis são os talos e os botões florais que compõem as inflorescências, apreciados em virtude das suas características nutricionais e culinárias. Apresenta elevado teor de compostos bioativos e nutrientes essenciais, como vitaminas A, C e K, minerais (cálcio, ferro, potássio), fibras e glucosinolatos, estes últimos associados à prevenção de doenças crônicas e efeitos antioxidantes e anticancerígenos (Soares et al., 2011). Tais características impulsionam o consumo interno e externo da hortaliça, consolidando sua importância agrônômica e econômica no Brasil.

No cenário nacional, o cultivo do brócolis se adapta principalmente às regiões de clima mais ameno, com destaque para o Sudeste e o Sul do país, onde a produtividade é favorecida pelas condições edafoclimáticas (Filho et al., 2019). No entanto, sua sensibilidade a temperaturas elevadas e umidades excessivas impõe desafios ao cultivo em áreas tropicais. O calor pode desencadear distúrbios fisiológicos como a formação irregular da inflorescência, o florescimento precoce e a redução da qualidade comercial (Santos, 2017). Essas limitações reforçam a necessidade do desenvolvimento de cultivares adaptadas a ambientes mais quentes.

Dados fornecidos pela CONAB, o CEAGESP (2024) movimentou cerca de 1,3 toneladas durante o ano de 2024 com a comercialização de hortaliças, crescimento de 1% em relação a 2023. O Brasil consolidou-se em 2024 como o maior produtor de brócolis da América do Sul, com uma produção nacional anual estimada em aproximadamente 290 mil toneladas (ABCSEM, 2024).

No cenário global, a produção superou a marca de 27 milhões de toneladas, tendo a China e a Índia como os principais protagonistas, detendo juntas cerca de 70% da oferta mundial (FAOSTAT, 2024). Em termos de custos, o investimento médio por hectare no Brasil variou entre R\$ 31.500 e R\$ 34.500, dependendo do nível tecnológico e do tipo de cultivar (híbrido ou ramoso), o que corrobora os índices de rentabilidade observados nas principais praças produtoras (ANUÁRIO HF, 2024). Na região do estado do Espírito Santo a área colhida de brócolis foi de aproximadamente 282 ha e com valor de produção aproximado de 33 mil por hectares (INCAPER, 2024).

Nesse contexto, o melhoramento genético surge como ferramenta indispensável. No Brasil, os programas de melhoramento de brócolis têm buscado desenvolver linhagens adaptadas a uma maior amplitude térmica, com foco em produtividade, resistência a doenças e qualidade pós-colheita (Melo, 2014). O avanço de linhagens locais, especialmente para o tipo ramoso, tem permitido ganhos em rusticidade e estabilidade produtiva.

Além dos aspectos adaptativos, existe uma tendência de agregação de valor por meio de cultivares com características diferenciadas, como cor, forma e composição nutricional. Exemplo disso foi o lançamento da variedade ‘Burgundy’, pela empresa britânica Elsoms Seeds, que apresenta inflorescência de coloração roxa e alto teor de antocianinas, expandindo o mercado consumidor (Seedquest, 2018). No entanto, no Brasil ainda não existem cultivares de brócolis roxo tropicalizados disponíveis, o que abre novas possibilidades para o melhoramento genético nacional (Mesquita, 2018).

Para que novas linhagens possam ser efetivamente utilizadas pelos produtores, é fundamental submetê-las a avaliações agronômicas criteriosas. Esse processo envolve a análise do desempenho em campo sob diferentes condições ambientais e de manejo, considerando características como produtividade, sanidade vegetal, ciclo, vigor e qualidade das inflorescências (Amabile et al., 2018). Tais características podem ser mensuradas por meio de análises comparativas biométricas e produtivas, como massa, altura e diâmetro. Avalia-se também o aspecto fitossanitário, através da incidência e população de pragas e doenças, além de parâmetros qualitativos e fenológicos, incluindo a duração do ciclo, coloração e presença de defeitos fisiológicos. As avaliações agronômicas não apenas permitem identificar genótipos superiores, como também fornecem subsídios para programas de registro e recomendação de cultivares. Estudos como o de Amabile et al. (2018)

demonstram a importância de experimentos conduzidos em condições reais de cultivo para a seleção de genótipos promissores.

Portanto, a avaliação agronômica de linhagens de brócolis é etapa essencial para garantir o sucesso na seleção de genótipos adaptados às condições brasileiras, sobretudo frente às mudanças climáticas e às demandas do mercado consumidor. Ao identificar materiais superiores em produtividade, qualidade e sanidade, esse tipo de estudo contribui significativamente para o fortalecimento da horticultura nacional e a sustentabilidade da produção.

2. OBJETIVO

Avaliar o desempenho agronômico de linhagens de brócolis ramoso tropicalizado roxo.

2.1. Objetivos Específicos

Caracterizar e selecionar as linhagens de brócolis ramoso tropicalizado roxo. Fornecer características de referência para futuras combinações entre as linhagens para produção de híbridos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura do brócolis

Os brócolis pertencem à família Brassicaceae, que inclui a couve-flor, o repolho, a couve, a mostarda, o nabo, rabanete, entre outros. As espécies de *Brassica oleracea* evoluíram por mutações, seleção natural e melhoramento genético a partir do repolho selvagem (*B. oleracea* var. *oleracea*) e da couve selvagem (*B. oleracea* var. *sylvestris* L.) (CEMIN, 2013).

Entre as culturas de importância crescente está o brócolis (*B. oleracea* var. *italica*), cujo cultivo teve início na Europa no século 19. Atualmente, a área plantada mundialmente supera 1 milhão de hectares e a produção ultrapassa 19 milhões de toneladas por ano (Santos et al, 2024).

No mercado, o brócolis se divide em duas tipologias principais que dominam a comercialização, sendo os brócolis de cabeça única e o ramoso. O brócolis cabeça única,

também conhecido como americano ou ninja, apresenta uma inflorescência no ápice caulinar da planta com diâmetro maior. Por outro lado, temos o brócolis ramoso que se caracteriza por um hábito de crescimento ramoso, ou seja, após a colheita da cabeça principal, a planta continua a emitir brotações laterais, o que permite múltiplas colheitas ao longo do ciclo produtivo. Essa característica o torna mais atrativo tanto para o mercado de hortaliças frescas quanto para agricultores familiares que buscam colheita prolongada e maior aproveitamento (EMBRAPA, 2015).

O cultivo do brócolis ramoso com múltiplas colheitas, como a notória 'Piracicaba Precoce', trata-se de uma cultivar de polinização aberta, o que significa que suas sementes são produzidas através da livre polinização entre plantas da mesma variedade, resultando em uma população com maior variabilidade genética e estabilidade fenotípica. Tal característica confere à planta maior rusticidade e adaptabilidade às condições climáticas regionais, viabilizando o cultivo de múltiplas colheitas em diversas épocas.

Já os híbridos ramosos modernos, como o F1 Seattle, oferecem maior uniformidade, resistência a doenças de verão e, crucialmente, durabilidade superior no pós-colheita e na logística, qualidades essenciais para o mercado de varejo de alto valor. Assim, enquanto a semente OP mantém sua importância em nichos como a agricultura orgânica, a maior parte do crescimento da produção nacional de brócolis é hoje atribuída à adoção de híbridos mais adaptados ao clima tropical (Carmo et al., 2024).

As variações climáticas decorrentes das estações do ano refletem diretamente na oferta de brócolis e, conseqüentemente, em seu preço de mercado, em razão da menor produção em determinadas épocas. Regiões com temperaturas elevadas também percebem um valor mais alto da hortaliça, uma vez que ela precisa ser importada de outros locais de cultivo (Silva et al, 2014).

Como fruto do melhoramento genético realizado no Brasil desde o século passado, foram obtidos genótipos mais adaptados a maiores amplitudes térmicas, tolerando temperaturas que excedem a faixa ideal, que gira entre 15 °C e 25° C. Atualmente, embora diversas cultivares híbridas e variedades de polinização aberta estejam disponíveis, as cultivares de verão ainda são encontradas em menor escala, e a produção é incipiente em condições de alta temperatura e umidade. Isso configura a necessidade de buscar genótipos mais adaptados a essas condições (Carmo, 2020).

Outra oportunidade para o melhoramento genético no país é a agregação de valor ao produto final por meio de cultivares diferenciadas, como é o caso das hortaliças de colorações não convencionais. Uma variação que tem despertado grande interesse é o brócolis ramoso roxo (*Brassica oleracea* var. *italica*). Sua coloração diferenciada é associada à presença de antocianinas, pigmentos com reconhecida ação antioxidante, o que confere um potencial de maior valor agregado no mercado (Santos, R. et al. 2020).

3.2. Importância econômica

No Brasil, o setor hortícola apresenta grande dinamismo, com destaque em diversos relatórios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023; 2024), que apontam crescimento de área e produção em diferentes estados. Apesar disso, os dados muitas vezes são agrupados de forma ampla, dificultando a individualização de determinadas culturas. Análises setoriais específicas, como as realizadas pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2023; 2024), mostram que o consumo per capita de frutas e hortaliças, que vinha em queda na última década, tem tendência de recuperação a partir de 2023, impulsionado por mudanças no varejo, busca por alimentação saudável e novas estratégias de comercialização.

Embora o brócolis do tipo cabeça seja o mais utilizado para o processamento e consumo em larga escala, o ramoso apresenta nichos de mercado em feiras livres, cestas agroecológicas e venda direta, onde o frescor e a apresentação são mais valorizados (CEPEA, 2024). Estudos de mercado indicam que choques climáticos reduzem a produtividade de hortaliças em geral, mas também contribuem para elevação de preços, o que pode gerar boas margens ao produtor quando o planejamento de plantio e irrigação é eficiente (CEPEA, 2024). Além disso, a perecibilidade do brócolis ramoso exige canais de comercialização ágeis e proximidade dos mercados consumidores, uma vez que o tempo de prateleira é mais curto em relação ao tipo cabeça (CEAGESP, 2024).

Nesse contexto, o brócolis ramoso roxo (*Purple Sprouting Broccoli* – PSB) surge como uma alternativa diferenciada. Trata-se de uma seleção de brócolis ramoso que apresenta coloração roxa nas inflorescências em função da presença de antocianinas. No Brasil, seu cultivo ainda é incipiente; contudo, há elevado potencial de inserção em mercados premium, como restaurantes, empórios especializados e cestas diferenciadas, nos quais o produto pode alcançar preços superiores em comparação ao brócolis ramoso convencional.

3.3. *Melhoramento genético*

O melhoramento genético vem sendo praticado desde os primórdios da agricultura, inicialmente por meio da seleção empírica de espécies e variedades que apresentavam características desejáveis. Com o avanço científico, o melhoramento genético passou a se consolidar como uma ciência aplicada, fornecendo bases técnicas para a definição dos métodos de seleção, a escolha dos genitores a serem cruzados e a decisão sobre quais cultivares serão lançadas no mercado. Atualmente, o melhoramento de plantas fundamenta-se em áreas como genética, estatística, fisiologia vegetal, fitopatologia, entomologia e botânica, permitindo ao melhorista estabelecer hipóteses, conduzir avaliações experimentais e selecionar progênes superiores de forma sistemática (BORÉM et al., 2021).

Ressalta-se que o melhoramento genético desempenha papel central na segurança alimentar, ao contribuir para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, nutritivas, resistentes a pragas e doenças e adaptadas a diferentes condições ambientais. Diante do crescimento populacional mundial, o melhoramento de plantas configura-se como uma ferramenta estratégica para o aumento sustentável da produção de alimentos (Ferreira, 2023).

No contexto do melhoramento genético, o termo “cultivar” refere-se a uma variedade de planta distinta, homogênea e estável. As cultivares podem ser classificadas em quatro categorias principais: clones, linhagens, variedades de polinização aberta e híbridos (Borém et al., 2021). As variedades constituem subcategorias dentro de uma espécie, diferenciando-se por características morfológicas, fisiológicas ou agrônômicas específicas (Borém e Miranda, 2021). No caso de “variedade sintética” é uma população que resulta da polinização livre de um conjunto de linhagens que apresentam boa capacidade de combinação genética, essa polinização para explorar o vigor híbrido enquanto mantém a variabilidade por gerações (Hallauer et al., 2010).

No caso do híbrido é o cruzamento de dois ou mais genitores geneticamente distintos (Borém e Miranda, 2013). Ela se traduz, através do fenômeno de heterose (vigor híbrido) (Carneiro et. al, 2012). As vantagens do uso de híbridos são substanciais como ganho significativo de produtividade, mantém maior uniformidade de maturação e porte da lavoura, além disso, a hibridação permite a inserção de características desejadas, como a resistência a pragas e doenças e a tolerância a estresses climáticos (AEGRO, 2020). Em contrapartida, as variedades de polinização aberta são uma alternativa de baixo custo de sementes e podem ser

replantadas ano após ano sem perda significativa das características de interesse (Vogt et al., 2020).

Na escolha do método de melhoramento genético leva em consideração o sistema reprodutivo da espécie, qual o cultivar deseja obter, a herdabilidade e controle genético de características de interesse. O brócolis é uma espécie alógama, essas possuem características de serem altamente heterogêneas, onde cada indivíduo é heterozigótico. A hibridação ocorre através da obtenção de linhagens endogâmicas com posterior cruzamento entre linhagens (Borém et al., 2021). Inicialmente utilizou-se a autoincompatibilidade esporofítica, que ocorre naturalmente nas brássicas, para produção de híbridos; entretanto, hoje, utiliza-se mais frequentemente a hibridação mediada pelo complexo de macho-esterilidade citoplasmática (Arashida, 2014).

Para a cultura do brócolis, ela apresenta melhor desempenho em temperaturas amenas, características como tamanho e qualidade da inflorescência, produtividade e a duração do ciclo são influenciados pelas variações de temperatura (Embrapa, 2015). O melhoramento genético, atualmente focam em manter a produção contínua e a colheita múltipla, além de apresentarem granulometria fina, alta sanidade e durabilidade pós-colheita. (Carmo, 2024).

O desenvolvimento do Piracicaba Precoce pelo Professor Marcílio de Souza Dias, que cruzou linhagens da Índia com as de regiões serranas do Brasil. A partir da introdução de um gene dominante presente na cultivar, em uma população de brócolis de inverno, por retrocruzamento, foi desenvolvido a cultivar “Ramoso Piracicaba de Verão”.

Mais recentemente, também ocorreu a elaboração do híbrido de brócolis ramoso ‘Seattle’, um material geneticamente superior, originado através do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, campus Araras/SP), e comercializado pela empresa Feltrin Sementes. Este cultivar, classificado como híbrido F1, é caracterizado por apresentar plantas de grande porte e alta capacidade de perfilhos laterais, que garantem a colheita múltipla. No aspecto de qualidade, o ‘Seattle’ é notável pela elevada uniformidade do florescimento e pelo melhor sabor, além de exibir resistência à Podridão Negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). Essas características agrônômicas e de mercado solidificam a superioridade do híbrido em relação às variedades de polinização aberta (Feltrin sementes, 2021).

Paralelamente, o segmento de brócolis roxo, é desenvolver linhagens com coloração que sejam menos sensíveis ao pH e a temperatura, focando na estabilização e maximização do teor de antocianinas após o processamento. Atualmente não existe um híbrido roxo tropical, existem cultivares híbridas desenvolvidas para o clima do hemisfério norte. Essas variedades não manifestam estabilidade de cor e forma em ambientes de alta temperatura e umidade, comuns no verão brasileiro (Agristar, 2023).

3.4. Avaliação agrônômica: conceitos e importância

A avaliação agrônômica constitui uma ferramenta essencial para a pesquisa agrícola, uma vez que permite a análise comparativa do desempenho de cultivares, práticas de manejo, insumos e tecnologias aplicadas ao campo. Por meio de experimentos conduzidos em condições controladas ou de campo, é possível mensurar variáveis como produtividade, qualidade dos produtos, resistência a pragas e doenças, além da eficiência no uso de recursos naturais. Esses estudos subsidiam a tomada de decisão técnica e científica, fornecendo informações confiáveis para agricultores, pesquisadores e instituições (Cultivo Seguro, 2021).

De acordo com a Embrapa (2011), as provas agrônômicas constituem metodologias aplicadas para testar e validar o potencial de diferentes materiais vegetais ou sistemas produtivos, abrangendo parâmetros de rendimento, adaptação edafoclimática e resposta a tratamentos. Esse processo é indispensável para o desenvolvimento de novos genótipos e para a avaliação de tecnologias agrícolas sustentáveis, sobretudo em regiões de grande diversidade ambiental, como ocorre no Brasil.

Portanto, a avaliação agrônômica não se restringe à mensuração de resultados produtivos, mas configura-se como um processo integrado, que assegura a inovação agrícola e o uso eficiente dos recursos, contribuindo para a competitividade do setor e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Neste contexto, ela se torna a metodologia fundamental para o desenvolvimento de novos materiais genéticos.

Geralmente, no melhoramento genético são feitos muitos pares de cruzamentos entre os genótipos escolhidos, gerando um número grande de genótipos diferentes, mas ainda não fixados. Esse processo é feito algumas vezes para que atinjam a homozigose, até se tornarem novas cultivares. Esses genótipos passam então a ser denominados “linhagens”. Após essa fase, tem início a etapa da avaliação e seleção das linhagens, que pode durar entre cinco e seis anos e objetiva encontrar, entre as linhagens originadas do cruzamento, a melhor, aquela que

melhor combine características importantes como produtividade, resistência a acamamento, resistência a doenças e pragas etc (Geraldi, 2006).

Algumas características avaliadas são complexas e podem ser influenciadas pelas pequenas variações de ambiente que ocorrem nas áreas experimentais. Esse período envolve processos sucessivos de avaliação experimental, em vários locais representativos das regiões de cultivo, durante anos. Com essas repetições obtém-se uma média para cada linhagem, o que as torna mais precisas, permitindo melhores avaliações e seleções. As avaliações em diversos ambientes são necessárias devido ao problema da interação entre os genótipos e os diferentes ambientes (Geraldi, 2006).

Uma caracterização detalhada das linhagens vai além da seleção agrônômica, é importante para estabilidade e proteção legal do investimento. Sob o ponto de vista biológico, tal análise viabiliza a identificação de fontes de resistência e o consequente planejamento da piramidação de genes (gene stacking), essa estratégia é utilizada para dificultar a adaptação de patógenos, conferindo maior longevidade ao material no mercado. Além disso, a caracterização morfológica, fisiológica e molecular do material é um requisito essencial para o registro e proteção da propriedade intelectual, isso fornece a identidade dessa nova variedade, para evitar a pirataria e garantir o retorno econômico (Geraldi, 2006).

Por fim, a importância da caracterização tem sido ampliada quando integrada com as ferramentas de biotecnologia, como a utilização de marcadores moleculares permite a caracterização genética das linhagens em estágios precoces. Essa antecipação acelera a identificação de genes de interesse e pode diminuir o custo do processo, pois viabiliza o descarte precoce de genótipos indesejados antes mesmo do plantio em campo. Dessa forma, economiza-se com insumos, mão de obra e grandes áreas experimentais, além de reduzir o número de gerações necessárias para fixar características desejáveis. (Resende, 2023),

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e período de realização do experimento

O ensaio foi conduzido em área experimental do Grupo de Estudos em Horticultura (GEHORT), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizado no município de Araras/SP, sob as coordenadas geográficas 22° 21' 28" Sul e 47° 23' 60" Oeste e altitude de 690 metros em relação ao nível do mar, no

período de maio a agosto de 2024. O clima da região, segundo a classificação de Köppen Gei, conta com temperatura média anual de 21,6°C e precipitação anual média de 1380 mm, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos.

Levando em consideração o mapeamento de solos realizado por Yoshida (2016), o solo presente na área experimental pode ser classificado em PVd, o qual é caracterizado pelos autores como argissolo vermelho distrófico latossólico, de textura argilosa ou muito argilosa, caulínítico-oxídico, mesoférrico e catiônico.

4.2. *Delineamento experimental*

Os genótipos foram semeadas em bandejas de plástico de 128 células, contendo substrato Carolina Soil, alocando-se 1 semente por célula. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido sob fertirrigação diária durante 30 dias, até o momento adequado para transplante, quando as mudas apresentaram 2 pares de folhas desenvolvidas (Figura 1). Previamente ao transplante das mudas, o preparo do solo foi realizado de modo convencional, através de aração e gradagem, e posterior estruturação de canteiros com auxílio de encanteirador, procedimentos comumente realizados na área experimental referida.



Figura 1: *Exemplo de muda desenvolvida para transplante. Fonte: autora.*

O transplante das mudas ocorreu no dia 17 de maio, sua instalação das parcelas experimentais se deu sob delineamento estatístico de blocos casualizados, compostos por 3

repetições e 10 genótipos, totalizando 30 parcelas. Cada parcela foi cultivada em fileira dupla de cultivo com espaçamento de 0,6 m entre plantas e de 0,8 m entre linhas. Apenas 3 plantas foram avaliadas. Para o trabalho foram utilizadas 8 genótipos de brócolis ramoso: 6101/11, 224 - 21/10, 7101/13, 7101/10, 142, 100 - 1/10, 204 - 21/12 e 204 - 21; e utilizou-se o híbrido F1 Seattle e Piracicaba precoce como testemunhas referências.

Para o preparo do solo, o plantio das mudas seguiu o método convencional, que inclui aração, gradagem e a formação de canteiros com um encanteirador. Para a adubação, foi aplicado manualmente 150g de NPK 19-04-19 por metro linear de sulco, de acordo com as recomendações de Trani e Rajj (1997). Além disso, os tratos culturais foram executados conforme comumente recomendados para a espécie, entre eles, o controle das plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manuais, quando necessário, e ainda, o fornecimento de irrigação foi feito por sistema de aspersão, conforme a necessidade da cultura.



Figura 2: Área de execução do ensaio, UFSCar, Araras/SP. Fonte: autora.



Figura 3: *Inflorescência de brócolis, genótipo 7101/10. Fonte: autora*

As avaliações iniciaram-se em 23 de junho, aos 37 dias após o transplante, compreendendo três colheitas realizadas em intervalos de aproximadamente 20 dias. Foram analisadas três plantas por parcela, totalizando 12 amostras por tratamento. Foi determinado o início da colheita a partir do momento em que as inflorescências centrais e laterais alcançaram o ponto comercial, isto é, quando apresentavam botões ainda totalmente fechados, coloração verde-escura ou roxas, sem pontuações escuras ou manchas nas folhas, com talos firmes e ausência de mela (Luengo et al, 2007), como observado na Figura 3.

4.3. *Variáveis analisadas*

A mensuração dos atributos das plantas envolveu primeiramente a determinação da massa fresca total. Para isso, as inflorescências dos espécimes sob análise foram colhidas, preservando-se a haste com uma extensão entre 10 e 15 centímetros (Figura 4). Na sequência, cada porção colhida foi pesada individualmente com o auxílio de uma balança digital, e o somatório desses valores constitui a massa fresca total por planta. Além disso, procedeu-se à aferição de três dimensões da inflorescência predominante: o raio, que foi determinado com uma régua graduada e expresso em centímetros (cm); a extensão do pedúnculo, inferida a partir do término da inflorescência até a altura do corte e registrada em centímetros (cm); e o diâmetro do pedúnculo, para o qual se empregou um paquímetro, com o resultado documentado em centímetros (cm) e o número de inflorescência.



Figura 4: *Inflorescência de brócolis ramoso sendo medido o comprimento da inflorescência. Fonte: autora.*



Figura 5: *Inflorescência de brócolis ramoso sendo medido a diâmetro. Fonte: autora.*



Figura 6: *Inflorescências de brócolis ramoso. Fonte: autora.*

Em virtude das plantas de brócolis ramoso possuírem várias pequenas inflorescências em brotações laterais (Júnior, 2008), bem como o fato de a colheita da inflorescência principal influenciar no crescimento das hastes laterais, de onde sairão as inflorescências (Trevisan, 2013), as avaliações supracitadas foram também realizadas para as inflorescências secundárias.

Para cada planta genótipo, determinou-se ainda o número de inflorescências secundárias presentes, as médias de altura e a média de seus diâmetros, com auxílio de régua graduada (em centímetros). Já a média de diâmetro dos pedúnculos secundários foi mensurada em milímetros através de paquímetro. Finalmente, em decorrência do brócolis tipo ramoso permitir colheitas múltiplas (Melo et al, 2014.), determinou-se um número de colheitas realizadas para cada planta durante o período do experimento, no caso três colheitas, posteriormente, foi calculada a massa fresca obtida por colheita, a partir disso a massa fresca total.

As características qualitativas foram essenciais no ensaio, pois o aspecto visual define a qualidade comercial e a aceitação do brócolis, segundo Seabra Júnior et al. (2014). A avaliação seguiu o trabalho de Roque (2019), a granulometria foi determinada visualmente por uma escala (Grossa, média e fina - Figura 8); e a coloração (Figura 7 e 8) foi classificada nas classes: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR).

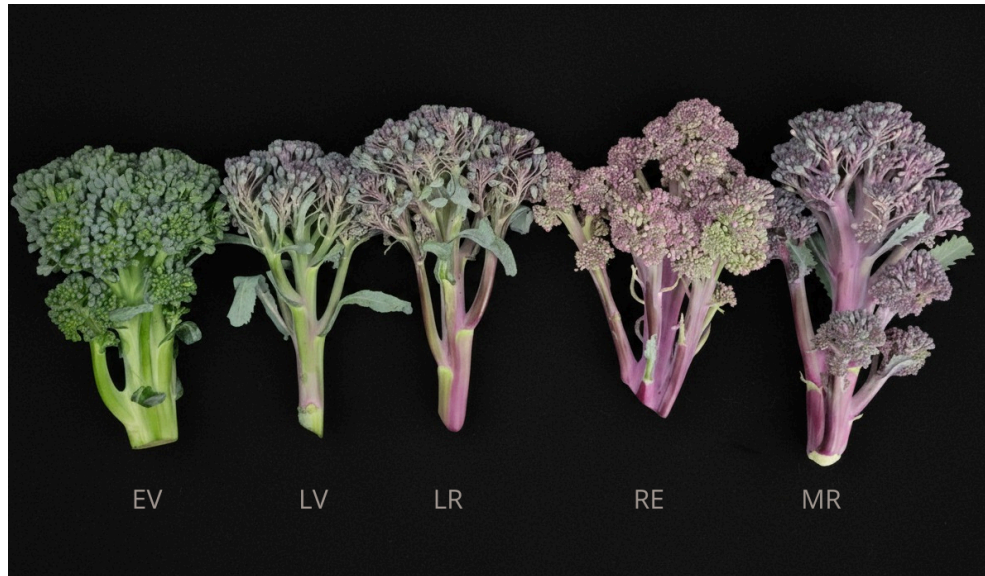


Figura 7: Classificação de tonalidades: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR). Fonte: autora.



Figura 8: Classificação de tonalidades: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR). Fonte: autora.

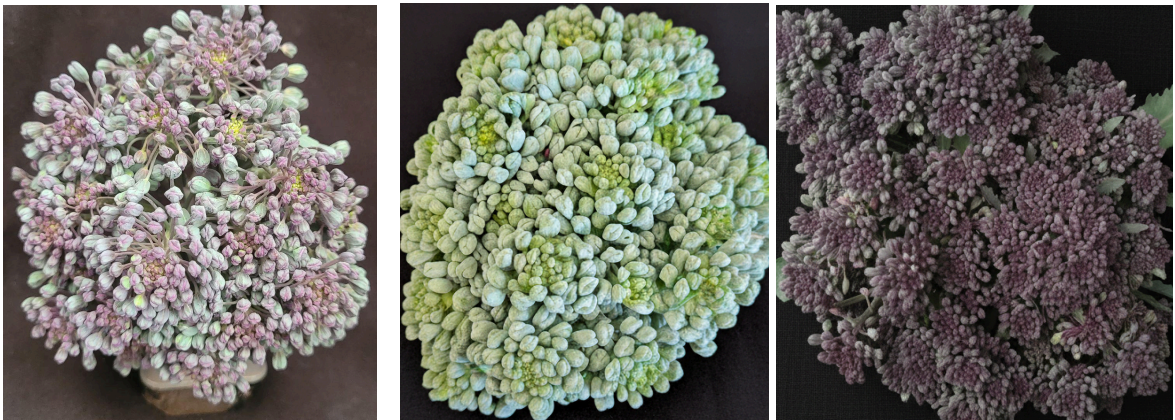


Figura 9: Classificação de Granulometria: Grossa, Média e Fina. Fonte: autora.

4.4. *Análise estatística*

Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott em nível de 5% de significância. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar. Já os resultados qualitativos foram realizados através de observações.

5. **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

5.1. *Coloração da inflorescência*

A manifestação da cor roxa trata-se de um efeito do acúmulo de antocianinas, pigmentos que pertencem à classe dos flavonoides, este fenômeno não apenas estético, mas uma resposta protetiva da planta (Taiz et al, 2004). A linhagem como a '204 - 21', que atingiu o valor máximo de intensidade (Valor 5) e exibiu 100% de sua população nas classes Roxo esverdeado e Majoritariamente Roxo (Tabela 2), '7101/10' e '7101/13' apresentaram '4' e '5', valores demonstram uma capacidade superior de biossíntese destes pigmentos. As antocianinas atuam como um filtro solar natural, protegendo o aparato fotossintético (principalmente os cloroplastos) da radiação luminosa e outros estresses (Oliveira et al. 2024).

A cultivar "Seattle" é um exemplo híbrido (F1), que se dá pelo cruzamento de duas linhagens puras, a natureza F1 confere um vigor e uniformidade de características fenotípicas, como a distribuição de cor na classe Levemente Verde (LV) com 100% de consistência, conforme observado nos estudos (Oliveira et al et al., 2024). Já a variedade Piracicaba, é uma variedade aberta (OP) que significa que suas sementes são produzidas por polinização livre e mantêm a rusticidade e a adaptabilidade da população, mesmo sendo apresentada como verde-escura, a uniformidade de tonalidade não será 100% garantida como nos híbridos, podendo haver variações dentro do mesmo lote (Cruz et al., 2012).

Os pigmentos presentes nos vegetais conferem uma vasta paleta de cores que se traduz diretamente em valor comercial (Dias, J. S, 2012). A coloração roxa, em particular, surge como um diferencial de mercado. Ainda, o aspecto visual define a qualidade comercial do material sendo um fator de extrema importância pois acarreta a aceitação ou não dos consumidores quanto ao produto (Elimelech et al, 2024).

A linhagem variedade '142 ' apresentou segregação quanto à cor (Tabela 2), apresentando uma distribuição de 55,6% de coloração roxa e 44,4% de coloração verde. A maior disparidade entre a cor da inflorescência e a cor da planta foi observada na linhagem 7103/13, onde a inflorescência registrou 66,7% de pigmentos roxos, enquanto a planta como um todo apresentou apenas 44,4% dessa coloração. Outros genótipos que manifestaram essa tendência, embora em menor grau, foram a 204 - 21/12 e a 7101/16, ambas com 44,4% de roxo na inflorescência contra 33,3% na planta.

Tabela 2. Avaliações de coloração das plantas e inflorescências, nas classes: Exclusivamente verde (EV), levemente verde (LV), levemente roxo (LR), roxo esverdeado (RE) e majoritariamente roxo (MR).

Genótipos	Coloração das inflorescências (%)					Coloração da planta (%)				
	EV	LV	LR	RE	MR	EV	LV	LR	RE	MR
6101/11	0,0	0,0	44,4	22,3	33,3	0,0	0,0	100	0,0	0,0
224 - 21/10	0,0	33,3	22,2	44,5	0,0	22,2	0,0	66,7	0,0	11,1
142	11,2	0,0	55,6	33,3	0,0	44,4	0,0	33,3	22,2	0,0
100-1/10	0,0	0,0	0,0	55,6	44,4	22,2	0,0	77,8	0,0	0,0
7101/13	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0	11,1	33,3	22,3	33,3
204 - 21/12	0,0	0,0	55,6	33,3	11,1	0,0	0,0	88,9	11,1	0,0
204 - 21/	0,0	0,0	0,0	44,4	55,6	77,8	0,0	22,2	0,0	0,0
7101/10	0,0	0,0	33,3	44,5	22,2	22,2	0,0	22,2	44,5	11,1
Piracicaba	100	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0
F1 Seattle	100	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0

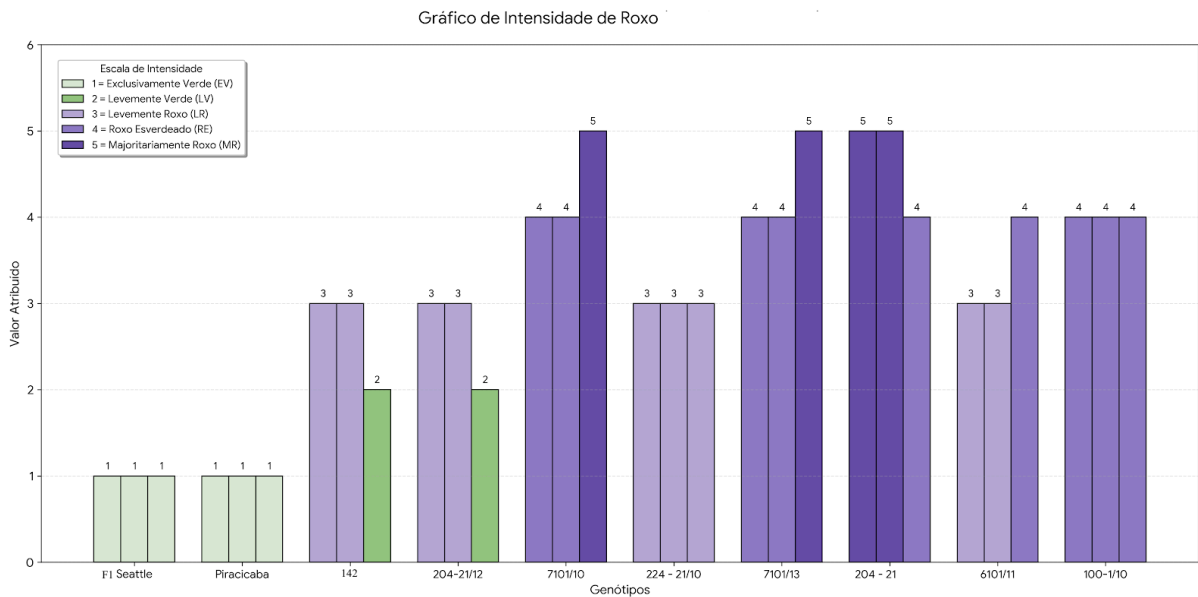


Figura 10: Gráfico de Desempenho de cor das Inflorescências.

5.2. Granulometria da inflorescência

A granulometria da inflorescência se refere ao tamanho dos botões florais, constitui um dos atributos físicos mais relevantes para uma variedade comercial de hortaliças do tipo brócolis, influenciando a decisão de compra do consumidor (Embrapa, 2016). Essa preferência do mercado de consumo *in natura* por inflorescências de granulometria classificadas como finas se dá por estas permitirem um maior pós-colheita ao produto comercial. Do mesmo modo, a indústria de processados e congelados demanda inflorescências de formato homogêneo e com granulometria classificada de fina à média, pois granulometrias grossas podem acarretar maiores perdas durante o processamento pela quebra de botões florais (Roque, 2019).

A diferença entre o brócolis ramoso e o de cabeça única é fundamental para o quesito pós-colheita, as demandas do mercado: o brócolis ramoso (como “piracicaba”), são predominantemente *in natura*, por possuírem uma inflorescência menos compacta e maior teor de partes vegetais, o que os torna mais suscetíveis a senescência de forma mais rápida e danos mecânicos, exigindo que seu escoamento seja rápido para ser aceito pelo consumidor (Zaicovski et al., 2008); no caso do brócolis de cabeça única (como “marathon”) possui maior robustez e uniformidade, características essenciais para o mercado de processados e congelados, onde a maior vida de prateleira é crucial para a eficiência industrial e logística (Embrapa, 2011).

Para esse parâmetro, a linhagem 100-1/10 apresenta um resultado de classificação 89,9% de fina e 11,1% de média, atestando alta qualidade e uniformidade textural. Os genótipos 7101/13 e 7101/10 também apresentam resultados muito favoráveis, com 66,7% de granulometria fina. Por outro lado, cultivar híbrida 'Seattle' mesmo sendo comumente classificada no mercado como de granulometria média (Feltrin sementes) e variedade 'Piracicaba' classificada como de granulometria acentuada (Tecseed, 2024) foram classificados com granulometria grossa nos resultados deste trabalho, geralmente comercialmente menos desejáveis devido à aparência menos compacta das inflorescências (MELO et al. 2010). A linhagem 224 – 21/10 também demonstrou um padrão de qualidade baixo, com 50% de classificação Grossa e apenas 11,1% em Fina.

Os genótipos 204 - 21/12 (66,7% Média) e 204 - 21/ (77,8% Média) demonstram uma forte tendência à granulometria Média. Ambas as variedades comerciais apresentaram granulometria grossa, mesmo que descritas como granulometria média pelas fabricantes.

Tabela 3. Porcentagem da granulometria da inflorescência de genótipos de brócolis ramoso em diferentes classes.

Genótipos	Granulometria (%)		
	Fina	Média	Grossa
6101/11	33,3	44,4	22,2
224 – 21/10	11,1	38,9	50,0
142	50,0	0,0	50,0
100-1/10	88,9	11,1	0,0
7101/13	66,7	33,3	0,0
204 - 21/12	0,0	77,8	22,2
204 - 21	22,2	77,8	0,0
7101/10	66,7	33,3	0,0
Piracicaba	0,0	0,0	100
Seattle	0,0	0,0	100

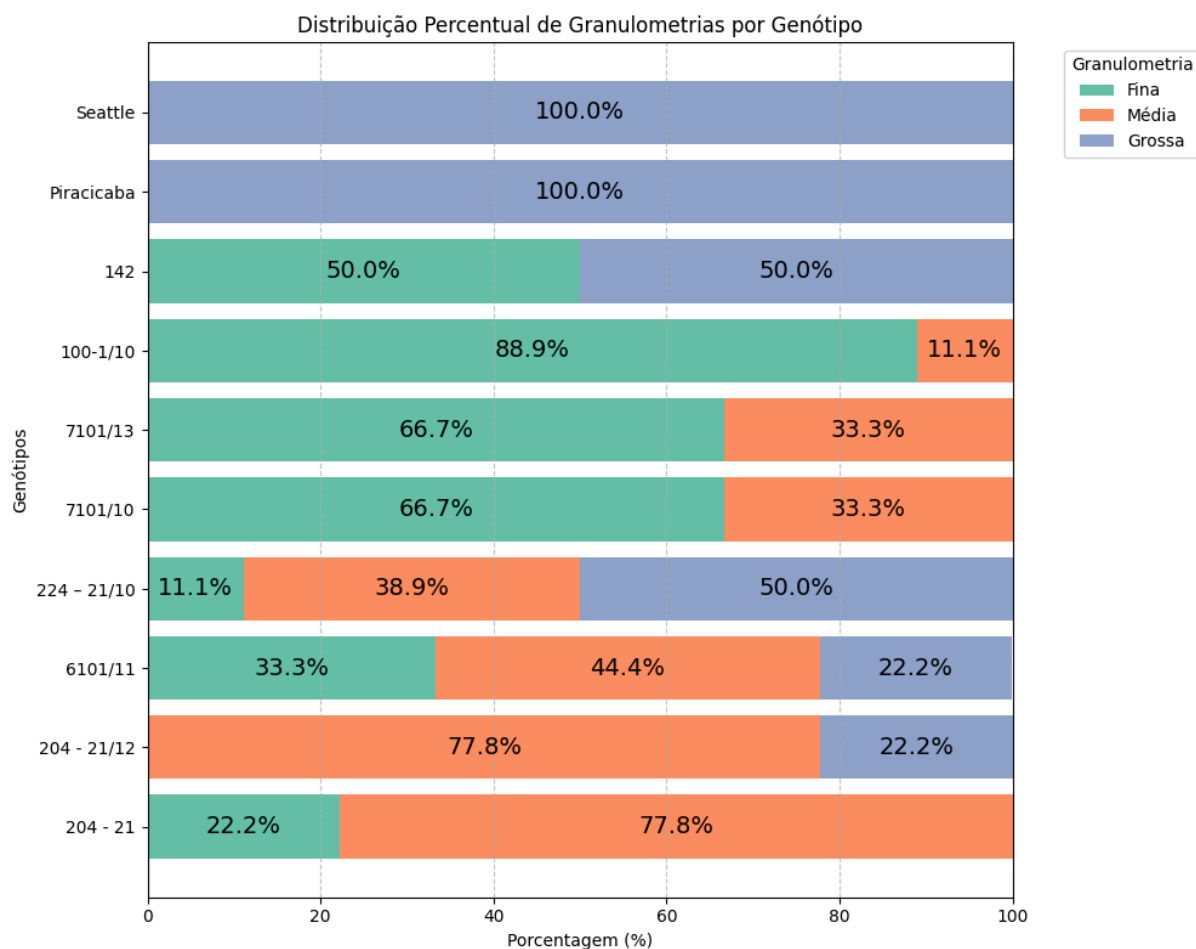


Figura 11: Porcentagem da granulometria da inflorescência de genótipos de brócolis ramoso em diferentes classes

5.3. Massa fresca total

A produtividade do brócolis ramoso é medida pela Massa Total acumulada por planta, sendo representada pela massa fresca da inflorescência primária e a demais inflorescência subsequentes. O presente estudo utilizou um padrão de três colheitas para avaliar o desempenho produtivo e a capacidade de ramificação dos genótipos, embora o potencial agrônomo do brócolis ramoso permita mais de três colheitas ao longo de seu ciclo (MELO, 2015). É importante ressaltar que os valores de Massa Fresca Total e o Número de Inflorescências Secundárias (Tabela 4) refletem o rendimento obtido exclusivamente dentro deste protocolo de três coletas.

Segundo os dados analisados, Seattle apresentou 0,675 kg, com o maior potencial de rendimento, seguindo o grupo de rendimento os genótipos Piracicaba, 7101/10, 204 - 21 e 204

- 21/12 formaram um grupo sólido significativamente maior que o grupo de base, com uma média aproximadamente 0,401 kg. Já no grupo com menor desempenho encontram-se 6101/11 (0,296 kg) e o 224 – 21/10 (0,243 kg), sendo o 6101/11 significativamente menor que os demais.

Com base no espaçamento utilizado no experimento de 0,8 m entre linhas e 0,6 m entre plantas (população de aproximadamente 20.833 plantas/ha), o potencial de produtividade por área acompanha esta hierarquia de rendimento. O genótipo Seattle, com 0,675 kg por planta, alcançaria 14,06 t/ha. Já o genótipo 6101/11 (0,296 kg) se limitaria a 6,17 t/ha, reforçando a sua performance significativamente menor.

O alto rendimento da variedade Seattle pode ser comparado com às médias reportadas por Blind et al. (2015), que para cultivares ramosos sob condições tropicais, acumulam de 386 g a 433 g por planta em ciclos mais longos. No trabalho de Santos (2017) foram encontrados valores de 246,79 g a 400,40 g, valores parecidos aos encontrados neste trabalho mesmo apresentando condições climáticas diferentes.

Com a quebra da dominância apical pela colheita da primeira inflorescência é estimulada a produção de brotos laterais, já que a principal fonte de auxina é removida, hormônio responsável pela inibição do desenvolvimento de brotações laterais. Com essa inibição suspensa, as gemas laterais, são estimuladas a crescer, impulsionadas por hormônios como as citocininas (Taiz et al., 2004). Mesmo que a inflorescência secundária tenha peso individual menor, para o somatório da massa total pode conferir uma alta produtividade por planta (Santos, 2017).

Assim como Santos (2017), as primeiras colheitas das variedades comerciais Seattle e Piracicaba apresentam maior peso médio, variando chegando a 600 g por planta. Seguindo esses parâmetros, os genótipos 6101/11, 7101/10 e 204 - 21 demonstraram uma performance intermediária na segunda colheita (figura 11), com valores 167,7, 159,8 e 142,8 kg respectivamente e no último grupo os genótipos 224 – 21/10 e 204 - 21/12, apresentam 0,243 kg e 0,92 kg respectivamente, sendo o menor peso médio nas colheitas secundária, isso indica uma baixa capacidade de recuperação e desenvolvimento de brotos laterais no período avaliado (Blind et al., 2015).

Para a Massa Total foi observada uma variação entre os grupos, indo de 0,296 kg a 0,675 kg, refletindo diretamente a eficiência que cada genótipo alocou nos recursos. Os

resultados do teste de Scott-Knott estabeleceram uma clara hierarquia de desempenho, com a cultivar Seattle, seguindo com as cultivares 204 - 21 , 7101/10 e Piracicaba com uma média de 468,4 g.

Tabela 4. Resultado do valor total encontrado com a colheita das inflorescência e o número total de inflorescências colhidas.

Genótipos	Massa fresca total (kg)		Número médio de Inflorescências	
6101/11	0,296	c	12,0	b
224 - 21/10	0,243	c	12,0	b
142	0,292	c	13,0	b
100-1/10	0,302	c	12,0	b
7101/13	0,301	c	10,0	b
204 - 21/12	0,316	c	14,6	b
204 - 21	0,441	b	18,6	a
7101/10	0,447	b	14,0	b
Piracicaba	0,517	b	14,6	b
Seattle	0,675	a	21,3	a
C.V. (%)	16,46%		15,31%	

Médias separadas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

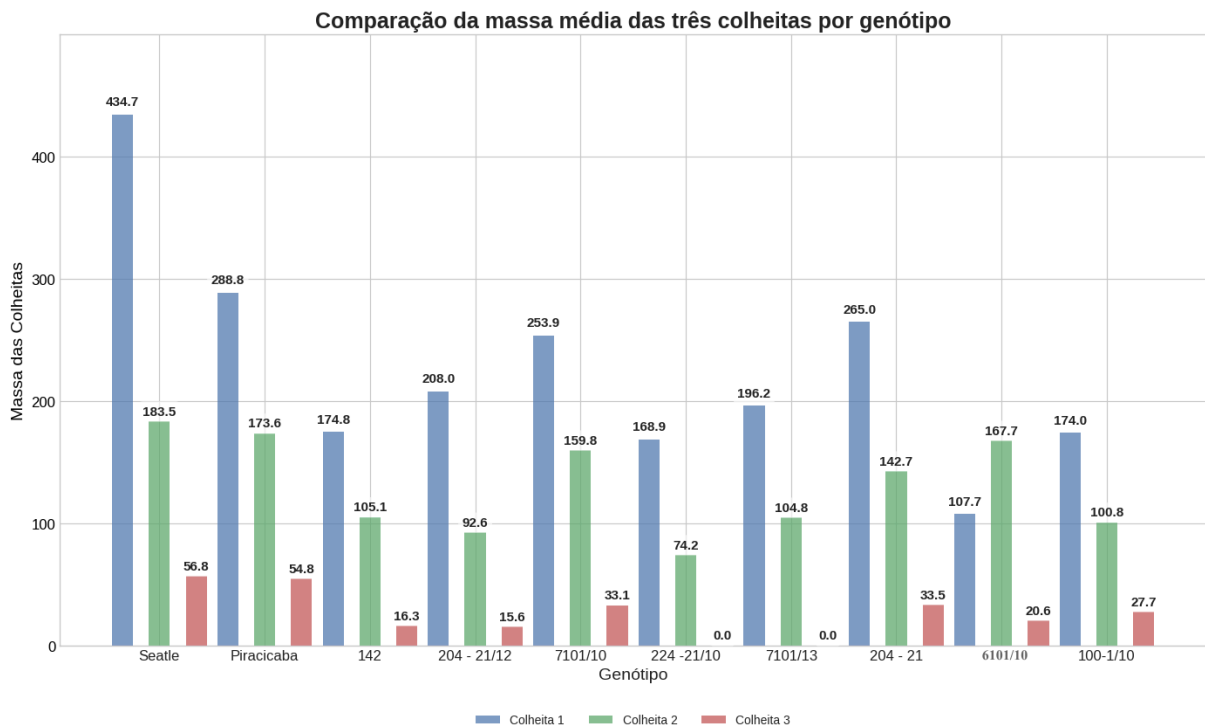


Figura 12: Gráfico de massa gramas por planta encontrado nas três colheitas de inflorescências. Primeira colheita, segunda colheita e terceira colheita

5.4. Número de inflorescências

Neste trabalho, conforme exposto na Tabela 4, destaca-se que o maior número de inflorescências secundárias foi observado para o genótipo Seattle e para o 204 - 21/ , que apresentaram 21,3 e 18,6 respectivamente, os quais foram iguais estatisticamente. Por sua vez, os genótipos 204 - 21/12, Piracicaba e 7101/10 apresentaram valores semelhantes entre si e ligeiramente maiores que os demais genótipos, porém não foram estatisticamente superiores que os demais.

Em contrapartida, Blind et al (2015), avaliando as cultivares Ramoso de Piracicaba, no estado do Amazonas, constataram os respectivos valores médios de até 11,5 e 8,9 inflorescências comerciais totais por planta, valores próximos ao encontrado no trabalho que foi 14,5 inflorescências. Já no trabalho de Santos (2017) foi encontrado de 17 a 53 inflorescência por planta, valores substancialmente maiores do que encontrados no presente trabalho, isso pode ser atribuído às condições edafoclimáticas (solo e clima) mais amenas ou ao manejo específico adotado nos experimentos de Santos (2017), que podem ter favorecido a expressão do potencial produtivo daquelas cultivares de brócolis.

5.5. *Comprimento de inflorescência principal e média de comprimento das inflorescências secundárias*

O brócolis ramoso, por apresentar uma arquitetura com diversas inflorescências alongadas e separadas, é utilizado essa característica para diferenciá-lo dos brócolis de cabeça única (Embrapa, 2015). No trabalho apresentado o comprimento da inflorescência primária variou de 19 cm a 21,9 cm, não se diferenciando estatisticamente entre si (Tabela 5), um pouco superior ao encontrado na pesquisa de Roque (2019), que avaliou híbridos experimentais e cultivares comerciais de brócolis que apresentavam valores na faixa de 12 cm e 15 cm, isso pode ter ocorrido pelo protocolo de colheita adotado, em um ponto de corte verticalmente mais baixo. Contudo, essa variação não comprometeu a avaliação do rendimento potencial.

Visando manter um padrão de comprimento adequado é necessário para facilitar o agrupamento em maços e garantir uma apresentação estética que agrada o consumidor. (Luengo et al., 2002), ambos os valores, inflorescência primária e secundária, devem manter uma certa simetria. As inflorescências secundárias foram divididas em dois grupos estatísticos diferentes, o grupo de menor desempenho variando de 13,7 cm a 15,1 cm e o segundo grupo variou de 15,3 cm a 17,3 cm, esses grupos não destoam tanto do que foi encontrado na literatura. Essa característica representa o rendimento acumulado dos brócolis, ditando o sucesso das colheitas sucessivas, o que salienta a importância de se manter um corte que promova a emergência de novos brotos fortes e comerciais (Filgueira, 2013).

Tabela 5. Comprimento das inflorescências primárias; média de comprimento das inflorescências secundárias; Diâmetro da inflorescência primária; e Média de diâmetro das inflorescências secundárias.

Genótipos	Comprimento inflorescência primária (cm)	Comprimento inflorescências secundárias (cm)	Diâmetro da inflorescência primária (cm)	Diâmetro das inflorescências secundárias (cm)
6101/11	20,0 a	17,0 a	7,8 c	6,2 a
142	21,9 a	16,8 a	9,8 b	5,6 b
100-1/10	19,0 a	13,7 b	10,3 a	6,6 a
7101/13	21,6 a	15,1 b	10,2 a	4,3 b
224 - 21/10	21,5 a	13,7 b	10,8 a	4,5 b
204 - 21/12	19,5 a	17,3 a	12,1 a	8,0 a
204 - 21/	21,3 a	15,3 b	12,7 a	7,0 a
7101/10	20,5 a	15,0 b	12,9 a	7,8 a
Piracicaba	20,3 a	17,3 a	11,3 a	6,8 a
Seattle	19,8 a	14,3 b	11,3 a	6,9 a
C.V. (%)	15,31%	10,23%	11,53%	13,59%

Médias separadas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5.6. Diâmetro da inflorescência principal e média de diâmetro das demais inflorescências

Dentre as avaliações das inflorescências a arquitetura dessas estruturas é um indicador crucial para determinar a qualidade e o vigor da planta e da sua adequação ao mercado de produtos in natura (Vidigal & Pedrosa, 2007). Os valores do diâmetro da inflorescência primária demonstrou ser uniforme, com as médias variando entre 10,2 cm e 12,7 cm, e os dois genótipos que se apresentaram menores valores são 6101/11 e 142 com médias de 7,8 e 9,8 respectivamente.

O diâmetro da inflorescência principal da cultivar 'Piracicaba Precoce' é comercialmente reportado na faixa de 12 a 15 cm (Isla sementes). Contudo, a média observada no presente trabalho foi de 11,3 cm, indicando que, nas condições deste estudo, o

desenvolvimento da cabeça principal ficou ligeiramente abaixo do potencial genético máximo esperado.

Os testes estatísticos separaram os genótipos em grupos de eficiência de brotação das inflorescências secundárias, o grupo que apresentou os maiores valores com médias que variam de 6,2 cm a 8,0 cm. No grupo continham os genótipos como 204 - 21/12 e 204 - 21. A variedade 6101/11 apresentou menor média de diâmetro da inflorescência principal, porém, a média dos diâmetros das inflorescências secundárias está dentro da média encontrada nos demais genótipos e entre as médias dos diâmetros entre as colheitas foi encontrada pouca diferença, sendo 7,2 cm na primeira colheita e 6, 2 nas demais colheitas.

6. CONCLUSÃO

Esse ensaio demonstrou que no quesito granulometria os genótipos 100-1/10 e 7101/10 apresentaram uma alta proporção de granulometria fina, um atributo de alta qualidade para o mercado. Além disso, os genótipos 204 - 21 e 7101/10 demonstraram um desempenho promissor, com granulometria fina e boa coloração, e apesar de não liderarem a Massa Total, configurando-se em materiais de alta qualidade e com aptidão para o melhoramento genético focado no brócolis ramoso roxo tropicalizado, cultivar inédita para o mercado brasileiro.

7. REFERÊNCIAS

ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **Dados do mercado de hortaliças no Brasil 2024**. Campinas: ABCSEM, 2024.

AGRILINK. **Cotações CEASA – hortaliças – brócolis**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

AGRISTAR. Tecnologia de híbridos intensifica produção de brócolis no Brasil. In: **Revista Cultivar**, [S. l.], 7 ago. 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/tecnologia-de-hibridos-intensifica-producao-de-brocolis-no-brasil>. Acesso em: 27 out. 2025.

AMABILE, R. F. et al. Reação de cultivares e híbridos experimentais de brócolis de inflorescência única à podridão negra e desempenho agrônômico no Distrito Federal. 2018. Disponível em: ResearchGate. Acesso em: 27 out. 2025.

ANUÁRIO HF. **Mercado de brócolis segue aquecido: tendências e produtividade**. Anuário Brasileiro de HortiFruti 2024. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2024.

ARASHIDA, F. M. *Capacidade geral e específica de combinação em couve-flor (Brassica oleracea var. botrytis) de inverno*. 2014. 49 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras.

BLIND, A. D. et al. Índice de rendimento em cultivares de brócolis tipo ramoso sob manejos de fertilização na Amazônia Central. **Scientia Plena**, v. 11, n. 7, p. 1–7, 2015. DOI: 10.14808/sci.plena.2015.070201. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/070201>. Acesso em: 20 out. 2025.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2001.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 8. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 514 p.

CEAGESP. **Índice CEAGESP – março de 2024**. São Paulo: Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.ceagesp.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

CEMIN, R. P. Produção de massa fresca enriquecida com folhas de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*). 2013. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/152886/000910318.pdf>. Acesso em: 30 out. 2025.

COMERCIAL FREITAS. **Sementes de brócolis Piracicaba Precoce TSV**. [S. l.]: Comercial Freitas, [s. d.]. Disponível em: <https://www.comercialfreitas.com/tsv-semente/sementes-de-brocolis-piracicaba-precoce-tsv-pcte-c-100-gramas>. Acesso em: 28 out. 2025.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Centrais de abastecimento 2024**. Brasília, DF: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/hortigranjeiros-prohort/publicacoes-do-setor-hortigranjeiro/centrais-de-abastecimento-2024.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

CULTIVO SEGURO. **O que é experimentação agrônômica?** 2021. Disponível em: <https://cultivoseguro.com.br/glossario/o-que-e-experimentacao-agronomica/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

DIAS, J. S. Major classes of phytonutraceuticals in vegetables and health benefits: a review. **Journal of Nutritional Therapeutics**, 2012.

EMATER-DF. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Coeficientes técnicos e custos de produção de olerícolas**. Brasília, DF: Emater, 2024.

EMBRAPA. **Avaliação agrônômica de forrageiras: provas agrônômicas**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/940719/avaliacao-agronomica-de-forrageiras>. Acesso em: 16 ago. 2025.

EMBRAPA. **Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 22 p. (Documentos, 139).

EMBRAPA. **Protocolo de avaliação agrônômica de rochas e produtos derivados como fontes de nutrientes às plantas ou condicionadores de solo**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/939641>. Acesso em: 16 ago. 2025.

EMBRAPA. **A cultura dos brócolis**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1044078/1/PLANTARBrocolis-ed012015.pdf>. Acesso em: 5 out. 2025.

EMBRAPA. **Protocolo para avaliação da eficiência agrônômica de remineralizadores de solo: uma proposta da Embrapa**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076459>. Acesso em: 16 ago. 2025.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops and livestock products: broccoli and cauliflower production**. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>.

FELTRIN SEMENTES. **Brócolis Seattle**. [S. l.]: Feltrin Sementes, [s. d.]. Disponível em: <https://www.sementesfeltrin.com.br/produtos/br-colis-seattle/215>. Acesso em: 28 out. 2025.

FERREIRA, D. S. **Melhoramento genético e sustentabilidade: uma revisão**. 2023. Monografia (Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba, 2023.

FILHO, A. B. et al. **Olericultura: fundamentos para o cultivo de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019.

GERALDI, I. O. O processo de seleção e avaliação de linhagens. **Visão Agrícola**, Piracicaba, SP, ano 5, n. 5, p. 54–57, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-melhoramento-genetico02.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

GUIA DO AGRO. **Cálculos agronômicos: fórmulas e exemplos práticos**. 2020. Disponível em: <https://guiadoagro.com/calculos-agronomicos/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. de; CARENA, M. J. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 3. ed. Nova York: Springer, 2010. 663 p.

HORTIFRUTI/CEPEA. **Consumo per capita de frutas e hortaliças deve retomar em 2023**. Hortifruti Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br>. Acesso em: 19 ago. 2025.

HORTIFRUTI/CEPEA. **Clima reduz produtividade de hortaliças, mas eleva preço e garante boa rentabilidade**. Hortifruti Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br>. Acesso em: 19 ago. 2025.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 ago. 2025.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 ago. 2025.

INCAPER. **Boletim da conjuntura agropecuária capixaba**. Vitória, ES: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, v. 11, n. 1, jan./jun. 2025. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/5101/1/Boletim-da-Conjuntura-Agropecuaria-v11-n1-jan-jun-2025.pdf>. Acesso em: 24 out. 2025.

ISLA SEMENTES. **Couve-brócolis Piracicaba Precoce – linha Super**. Porto Alegre: Isla Sementes, [s. d.]. Disponível em: <https://www.isla.com.br/couve-brocolis-piracicaba-precoce-env-linha-super-und-108-61>. Acesso em: 15 dez. 2025.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LUENGO, R. F. A.; HENZ, G. P.; MORETTI, C. L.; CALBO, A. G. **Pós-colheita de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Hortaliças, 2007. 100 p. (Coleção Saber, 6).

LUENGO, R. F. A. et al. **Classificação de hortaliças frescas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002. 40 p. (Série Documentos, 27). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/782768/1/doc27.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025.

MATTIOLI, R. et al. Anthocyanins: a comprehensive review of their chemical properties, occurrence, and health benefits. **PMC**, 2020.

MELO, R. A.; VENDRAME, L. P. C. Cultivares de brócolis adaptadas ao Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 282, p. 55–64, 2014.

MESQUITA, R. A. Melhoramento de hortaliças com pigmentação alternativa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/i/2018.v36n3/>. Acesso em: 30 out. 2025.

OLIVEIRA, C. **Melhoramento genético do milho: guia completo de híbridos e transgênicos**. Blog da Aegro, 3 set. 2020. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/melhoramento-genetico-do-milho/>. Acesso em: 30 out. 2025.

OLIVEIRA, P.; PINOTTI, M.; DRUMOND, M. A. (Org.). **Manual de aulas práticas de fisiologia vegetal**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), 2024. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/fisiologiavegetal/wp-content/uploads/sites/558/2024/03/Manual-de-Aulas-Pr%C3%A1ticas-Fisiologia-Vegetal-Mar%C3%A7o-de-2024.pdf>. Acesso em: 7 set. 2025.

ORGANIC SEED ALLIANCE. **Purple sprouting broccoli: guide for PNW growers**. 2021. Disponível em: <https://seedalliance.org>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SANTOS, A. R. M. **Produção de inflorescências de cultivares de brócolis em condições de clima quente e úmido da Amazônia Central**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

SANTOS, C. A. et al. Cresce o consumo de brócolis. **Campo & Negócios**, Online, abr. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/cresce-o-consumo-de-brocolis/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SANTOS, C. A.; CRUZ, L. C. C. D.; CARMO, M. G. F. Brócolis: mercado segue aquecido. In: **ANUÁRIO HF**. Uberlândia, 2024. p. 36–38.

SEABRA JUNIOR, S. et al. Produção de cultivares de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 497–503, dez. 2014.

SEEDQUEST. **Elsoms seeds launches purple broccoli ‘Burgundy’**. 2018. Disponível em: <https://www.seedquest.com>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SILVA, L. F. L. et al. Variação estacional da oferta e preços de couve-flor em Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 323–331, maio/jun. 2014.

SOARES, M. L. F. et al. Brócolis e seus componentes bioativos: uma revisão. **Revista Ciência e Saúde**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 11–18, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, I. R. et al. Desempenho de cultivares de couve-brócolis sob doses crescentes de nitrogênio. **Revista de Cultura Agrônômica**, v. 22, n. 2, p. 173–180, 2013.

TECSEED. **Brócolis ramoso Santana**. [S. l.]: Tecseed, [s. d.]. Disponível em: <https://tecseed.com.br/sementes/brocolis-ramoso-santana>. Acesso em: 5 nov. 2025.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. v. 2. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 157–185.

TREVISAN, J. N. **Crescimento, desenvolvimento e produção de brócolis de cabeça única**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5097/TREVISAN%2c%20JORGE%20NADIR.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.

VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W. Brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENEZON, M. (Ed.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007a. p. 175–178.

VOGT, G. A. et al. Produtividade de variedades de polinização aberta de milho em cultivo orgânico. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 3, p. 77–83, 2020.

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. **Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar – Araras/SP**. *Ciência, Tecnologia & Ambiente*, v. 3, n. 1, p. 1–11, 2016.

ZAICOVSKI, C. B. et al. Efeito de danos mecânicos, da redução de temperatura e 1-MCP no metabolismo pós-colheita de brócolis ‘Legacy’. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 840–845, out./dez. 2008.