

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

APARECIDA DE OLIVEIRA JORGE

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE COCKTAIL EM FUNÇÃO DA
MATURAÇÃO DOS CACHOS

Uberlândia

2026

APARECIDA DE OLIVEIRA JORGE

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE COCKTAIL EM FUNÇÃO DA
MATURAÇÃO DOS CACHOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

Uberlândia

2026

APARECIDA DE OLIVEIRA JORGE

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE COCKTAIL EM FUNÇÃO DA
MATURAÇÃO DOS CACHOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Agronomia.

Uberlândia, maio de 2026

Banca Examinadora:

Dr. Adílio de Sá Júnior (ICIAG)

Eng. Agr. Adilson Santana Peixoto

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz (ICIAG)

*Dedico este trabalho aos meus pais, que me ensinaram
que eu poderia colher os frutos, mas antes eu precisaria
plantar.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter firme, confiante na minha jornada e por todas as oportunidades que me foram dadas. Elas me fizeram encontrar as pessoas certas e trilhar esse caminho.

Aos meus pais, Cirilo e Tânia, que me ensinaram a ser forte e buscar os meus objetivos com determinação. Obrigada por estarem sempre comigo, por serem meu refúgio quando as coisas são difíceis, me incentivarem a oferecer o meu melhor e apoiarem as minhas decisões. Sou grata por me permitirem sonhar alto e acreditar que seria possível. Todas as minhas conquistas pertencem a vocês também.

À minha família, especialmente às minhas irmãs e ao meu cunhado, por me acompanharem, escutarem as histórias e fazerem de tudo para que eu pudesse alcançar esse objetivo. Obrigada por me ajudarem sempre, em todos os aspectos, e acreditarem em mim como profissional. Ao Gabriel, por ser meu parceiro, estudar comigo e acompanhar de perto cada etapa. Sou grata pelo seu incentivo, por me dizer que eu estou fazendo um bom trabalho e por celebrar cada novo passo.

Aos amigos que eu já trazia comigo e aos que a jornada acadêmica me presenteou, trago um pouco de cada um comigo. Estar com amigos como os meus, sem dúvidas, me instiga a ser mais disciplinada, persistente, fazer tudo com mais capricho. Às minhas amigas Analice e Bárbara, obrigada por estarem comigo desde as primeiras palavras até hoje, onde conquistamos metas acadêmicas e profissionais. Aos amigos de graduação, Gabrielle, Hanna, Rafael e Vitória, obrigada por tornarem o estudo mais leve, participarem da realização deste trabalho e compartilharem o aprendizado e a profissão.

À UFU e ao ICIAG, por oferecer ensino e oportunidades aos alunos, e pelo corpo docente e técnico responsável por fazer de nós profissionais qualificados. Aos membros do GEPOM, por participarem deste trabalho tanto quanto eu. Ao meu orientador, Dr. José Magno, por reunir recursos para a realização desse trabalho e por todos os ensinamentos profissionais e pessoais durante o curso.

À Triângulo Tomates por ceder a área e o material de estudo, oferecendo todo o suporte. Ao Adilson, por me ensinar tanto sobre a cultura do tomate, pela contribuição essencial para a realização deste trabalho e para o meu desenvolvimento profissional, despertando em mim a vontade constante de aprender.

*“O que vale na vida não é o ponto de partida
e sim a caminhada. Caminhando e semeando,
no fim terás o que colher.”*

Cora Coralina

RESUMO

O cultivo de tomates especiais do segmento *Cocktail* em ambiente protegido visa a obtenção de frutos de elevado valor comercial, exigindo um critério de colheita para equilibrar a relação fonte-dreno, a qualidade sensorial e a vida útil pós-colheita. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e os atributos de qualidade de tomateiros *Cocktail* (híbrido DRC 564, enxertado sobre Contrattack) colhidos em dois pontos de maturação: Degradê e Maduro. O ensaio foi conduzido em estufa agrícola no município de Araguari-MG, adotando-se o Delineamento Inteiramente Casualizado, com dois tratamentos e 15 repetições. Durante 12 colheitas, foram avaliados os componentes de produção brutos e comerciais, os índices de descarte e o teor de sólidos solúveis totais (°Brix). Os resultados foram semelhantes para a produtividade comercial total por planta entre os tratamentos no final da safra, ocorrendo um efeito fisiológico compensatório onde a colheita em Degradê resultou num maior número de frutos, enquanto a colheita em Maduro gerou frutos individualmente mais pesados. O tratamento Degradê apresentou perdas por descarte significativamente maiores, justificadas pela colheita precoce de frutos distais sem calibre comercial, em consequência da antese sequencial do racemo. Por sua vez, o tempo de permanência prolongado no tratamento Maduro maximizou o aproveitamento estrutural do cacho e promoveu um incremento estatisticamente superior na doçura dos frutos (Brix). Conclui-se que a colheita no estágio Degradê atende a exigências de logísticas mais longas e maior firmeza, enquanto a colheita no estágio Maduro favorece mercados *Gourmet* e de circuitos curtos, pois agrega valor através do sabor sem qualquer prejuízo para o rendimento total.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; Tomate Especial; Relação fonte-dreno; Ponto de colheita.

ABSTRACT

The cultivation of specialty Cocktail tomatoes in a protected environment aims to obtain fruits of high commercial value, requiring a harvest criterion to balance the source-sink relationship, sensory quality, and postharvest shelf life. The present study aimed to evaluate the agronomic performance and quality attributes of Cocktail tomato plants (hybrid DRC 564, grafted onto Contrattack) harvested at two ripening stages: Breaker and Ripe. The experiment was conducted in an agricultural greenhouse in the municipality of Araguari-MG, Brazil, adopting a Completely Randomized Design, with two treatments and 15 replications. During 12 harvests, the gross and commercial yield components, discard rates, and total soluble solids content (°Brix) were evaluated. The results were similar for the total commercial yield per plant between the treatments at the end of the season, demonstrating a compensatory physiological effect where harvesting at the Breaker stage resulted in a higher number of fruits, while harvesting at the Ripe stage generated individually heavier fruits. The Breaker treatment showed significantly higher discard losses, justified by the early harvest of distal fruits lacking commercial size, as a consequence of the raceme's sequential anthesis. In turn, the prolonged retention time in the Ripe treatment maximized the structural utilization of the truss and promoted a statistically superior increase in fruit sweetness (Brix). It is concluded that harvesting at the Breaker stage meets the demands for longer supply chains and greater firmness, while harvesting at the Ripe stage favors Gourmet markets and short circuits, as it adds value through flavor without any detriment to the total yield.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; Specialty Tomato; Source-sink relationship; Harvest point.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2. 1.	<i>Aspectos gerais do tomateiro.....</i>	<i>11</i>
2.2.	<i>Tomates Especiais.....</i>	<i>12</i>
2.3.	<i>Cultivo Protegido</i>	<i>13</i>
2.4.	<i>Relação Fonte-dreno.....</i>	<i>14</i>
2.5.	<i>Fisiologia da Maturação e Pós-colheita.....</i>	<i>16</i>
2	METODOLOGIA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1.	<i>Área Experimental e Manejo da Cultura</i>	<i>18</i>
3.2.	<i>Delineamento Experimental e Tratamentos.....</i>	<i>19</i>
3.3.	<i>Avaliações e Variáveis Analisadas.....</i>	<i>21</i>
3.4.	<i>Análise Estatística.....</i>	<i>22</i>
3	RESULTADOS	23
4.1.	<i>Dinâmica Produtiva.....</i>	<i>23</i>
4.2.	<i>Efeito Compensatório.....</i>	<i>24</i>
4.3.	<i>Análise de Descartes.....</i>	<i>28</i>
4.4.	<i>Acúmulo de Sólidos Solúveis (Brix)</i>	<i>29</i>
4	CONCLUSÕES.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro hoje conhecido, cultivado e comercializado, teve origem na América do Sul, na região Andina entre Peru e Equador. A sua domesticação e seleção aconteceram a partir do ancestral selvagem *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, na região compreendida entre as cidades de Puebla e Veracruz, no México (CASTRO *et al.*, 2008). O processo de seleção objetivava a escolha de frutos maiores para a multiplicação, obtendo-se a espécie atual *Solanum lycopersicum* L., uma planta herbácea que, nas variedades modernas do grupo *Cocktail*, apresenta hábito de crescimento indeterminado e produção em racemos, exigindo manejo especializado como tutoramento e podas para expressar seu potencial produtivo e qualidade de frutos (NICK *et al.*, 2018).

O Brasil destaca-se como um grande produtor e consumidor de tomate e seus derivados. Nos últimos anos, o país tem demonstrado eficiência no campo, estimando-se em 2025 uma produção de 4,7 milhões de toneladas (IBGE, 2025). Minas Gerais e São Paulo lideram a produção e o consumo do fruto *in natura* e, juntamente com Goiás, concentram 70% da oferta nacional, somando os segmentos industrial e mesa (EMBRAPA, 2026). É justamente nessas regiões de alta tecnificação que o cultivo de tomates especiais, com maior valor agregado, tem encontrado seu maior potencial de expansão (NICK *et al.*, 2018).

Nas últimas décadas, a tomaticultura brasileira passou por um processo de especialização da produção. Impulsionado por um consumidor mais exigente, o mercado abriu espaço para os tomates do segmento “Especial” ou “Gourmet”, como os tipos *Cocktail* e *Grape*, que se diferenciam pelo Brix elevado, parâmetro que avalia o teor de sólidos solúveis do fruto, responsável por conferir doçura; e visual uniforme (CEPEA, 2026). Para atender a esse padrão de qualidade, o sistema produtivo tem voltado parte da produção para o cultivo protegido, exigindo do produtor alta tecnificação no manejo e o uso de híbridos melhorados (NICK *et al.*, 2018). Essa transição leva o tomate de uma *commodity* a um produto de valor agregado, onde a eficiência na colheita e a redução de perdas tornam-se cruciais para a rentabilidade (GUSMÃO *et al.*, 2006).

Tratando-se da fisiologia da planta no processo de produção, segundo Taiz e Zeiger (2009), o fluxo de fotoassimilados ocorre a partir das folhas maduras em direção aos órgãos não-fotossintéticos da planta, a fim de suprir suas necessidades de crescimento e acúmulo de reserva. Esse mecanismo fisiológico é responsável pelo desenvolvimento do volume dos frutos e, posteriormente, a sua maturação, depositando solutos responsáveis por suas características

visuais e organolépticas, incluindo compostos como o licopeno e o β -caroteno. Puiatti *et al.* (2010), explicam que as flores que sofrem antese primeiro originam drenos com prioridade na distribuição dos solutos. Por isso, manter frutos maduros na planta pode ser limitante para o crescimento vegetativo e emissão de novos racemos, visto que a manutenção desses frutos representa um alto custo energético. Isso evidencia a importância econômica e estratégica do momento de colheita para manter o equilíbrio e a expressão do potencial produtivo da planta.

No pós-colheita, por ser um fruto climatérico, o tomate mantém o seu processo de maturação mesmo quando retirado da planta, devido à síntese de etileno não sofrer interrupção no momento da colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essa característica impõe um dilema técnico ao produtor: realizar a colheita quando os frutos alcançam a maturidade completa prioriza a qualidade do produto, maximizando seus atributos visuais e sensoriais importantes para um mercado exigente, mas, em contrapartida, reduz a vida útil e torna o processamento e a logística complexos. Por outro lado, a colheita antecipada, no estágio degradê, objetiva reduzir as perdas no pós-colheita, prolongando o período de viabilidade dos frutos até a comercialização.

Nesse cenário, permanece a dúvida se a antecipação da retirada dos frutos alivia a carga de drenos da planta de forma suficiente para incrementar a produtividade total da safra, ou se o maior peso individual obtido na colheita tardia compensa o maior tempo de permanência do fruto na planta. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomo de tomates especiais em cultivo protegido, comparando a colheita nos estádios Degradê e Maduro. A pesquisa visou identificar a estratégia que otimiza a produtividade comercial, garantindo maior constância na oferta e minimização das perdas por descarte durante o ciclo produtivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. 1. Aspectos gerais do tomateiro

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma espécie diplóide ($2n=24$) que pertence à família Solanaceae, assim como a batata (*S. tuberosum* L.) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.). Essa planta é originária da região Andina, abrangendo Equador, Peru, Bolívia e norte do Chile. Evidências históricas e genéticas apontam que a sua domesticação ocorreu no México, a partir do ancestral silvestre *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, buscando os frutos que fossem maiores. O tomateiro chegou à Europa no século XVI, mas foi cultivado inicialmente como planta ornamental, pois acreditava-se que, por possuir parentesco com a mandrágora e a beladona, os frutos poderiam ser venenosos e, no século XIX a planta retornou às Américas, sendo introduzida nos Estados Unidos e no Brasil (SAAVEDRA DEL REAL, 2017; HEUVELINK, 2005).

Morfologicamente, o tomateiro é uma planta perene de ciclo curto, cultivada como anual. Seu sistema radicular é pivotante, podendo aprofundar-se no perfil do solo, embora a maior densidade de raízes se concentre nos primeiros 30 cm (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018; PUIATTI *et al.*, 2010). O hábito de crescimento é uma característica determinante para o sistema de produção. Variedades de crescimento indeterminado, grupo ao qual pertencem os tomates *Cocktail*, mantêm a gema apical vegetativa ativa, emitindo, a cada três folhas, inflorescências laterais do tipo racemo, caracterizadas por possuir estrutura central chamada ráqui que une as flores a partir de seus pedicelos em uma estrutura conjunta, formando os cachos ou ramas de frutos posteriormente. Esse comportamento exige manejo constante de desbrotas e tutoramento para direcionar os fotoassimilados para os frutos. Enquanto as variedades de crescimento determinado são aquelas que possuem crescimento vertical limitado e, geralmente, são direcionadas para a indústria pela maturação uniforme dos frutos (NASCIMENTO, 2025; HEUVELINK, 2005).

No cenário econômico, o Brasil consolida-se como um dos dez maiores produtores mundiais de tomate. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024) destaca que, embora haja uma estabilização na área plantada, a produtividade tem aumentado devido ao uso de híbridos de alta tecnologia e ao cultivo em ambiente protegido, especialmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Socialmente, a cultura é frequentemente pautada na mídia, portais de notícias como o Comunica UFU (2026), relatam o impacto do preço do tomate na cesta básica brasileira, evidenciando sua relevância na dieta da população. Por outro lado, o setor produtivo

enfrenta o desafio da volatilidade de preços. Para mitigar esses riscos, alguns produtores têm investido em tomates especiais, que, segundo Nascimento (2025), descolam-se da cotação da *commodity* comum, oferecendo maior rentabilidade através da agregação de valor.

2.2. Tomates Especiais

Até o fim dos anos 80, o mercado era dominado pela cultivar “Santa Clara”, posteriormente, houve uma predominância dos híbridos “Longa Vida”, que possuíam características favoráveis ao transporte e promovem maior tempo de prateleira, como maior firmeza dos frutos e amadurecimento lento (CARMO; CALIMAN, 2010). Nos últimos anos, a segmentação do mercado de hortaliças tem sido uma resposta às mudanças no perfil do consumidor moderno, tendo em vista que os tomates tradicionais possuem limitações de qualidade e são voltados para suprir necessidades de volume, parte dos consumidores têm buscado frutos com sabor e visual diferenciados em detrimento apenas do preço (MONGE-PÉREZ; LORÍA-COTO, 2019; NASCIMENTO, 2025). Nesse cenário, a tomaticultura brasileira transiciona para uma "gourmetização", onde o produto deixa de ser visto apenas em quantidade e volume para se tornar um item diferenciado (NICK *et al*, 2018; CEPEA, 2024).

Os tomates do segmento "Especial" englobam variedades que se diferem do tomate de mesa convencional por atributos intrínsecos, como sabor, aroma, teor de sólidos solúveis (Brix) e textura; e extrínsecos, como formato, cor e uniformidade visual (BRANDÃO *et al.*, 2018). Segundo Heuvelink (2005), os tomates do tipo *Cocktail*, que se inserem à categoria de tomates Especiais, caracterizam-se morfologicamente por frutos de tamanho intermediário, entre os grupos Cereja e os tradicionais de mesa. O diferencial deste grupo é a apresentação em cachos, que são colhidos e comercializados inteiros, transmitindo ao consumidor a ideia de produto fresco. A presença do caule também proporciona aroma mais intenso, pois esse aroma é proveniente principalmente da parte vegetativa da planta, o que funciona como indicativo de maior sabor. Além desse apelo visual, os frutos apresentam um equilíbrio entre acidez e doçura, alcançando teores de Brix frequentemente superiores aos tomates comuns (MONGE-PÉREZ; LORÍA-COTO, 2019).

Apesar dessa especialização ter se tornado uma saída para o aumento da rentabilidade do tomaticultor, a produção de tomates com alto valor agregado impõe desafios agronômicos significativos. Como os Tomates Especiais muitas vezes possuem peles mais finas ou exigem

maturação mais avançada na planta para garantir o sabor, eles são mais suscetíveis a pragas e intempéries. A exposição direta à chuva, por exemplo, pode ocasionar rachaduras na epiderme devido à oscilação hídrica, depreciando o valor comercial do fruto (GUSMÃO *et al.*, 2006). Diante dessa vulnerabilidade, a migração para o sistema de cultivo protegido tornou-se uma alternativa para a viabilidade econômica dos tomates especiais. O uso de estufas agrícolas e túneis altos permite certo controle das variáveis meteorológicas, protegendo a cultura contra o excesso de chuvas, granizo e ventos fortes, além de reduzir a incidência de pragas e doenças fúngicas (SHIRAHIGE *et al.*, 2010; BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018). Esse ambiente controlado é fundamental para que híbridos de alta performance, como os do grupo *Cocktail*, expressem seu potencial genético, garantindo a constância de oferta e o padrão de qualidade exigido pelo mercado consumidor.

2.3. Cultivo Protegido

O uso de estruturas de proteção de cultivo justifica-se, principalmente, pela necessidade de reduzir os estresses bióticos e abióticos que podem limitar a produção em campo aberto. Ao estabelecer uma proteção física impermeável sobre as plantas, o filme plástico impede o molhamento foliar causado pelas chuvas, fator condicionante para a redução da severidade de doenças fúngicas e bacterianas que dependem da água livre para a infecção. Paralelamente, o fechamento lateral com telas de malha fina restringe o fluxo de afídeos vetores de viroses, como a broca-pequena do tomateiro (*Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854)), viabilizando um manejo fitossanitário mais equilibrado e sustentável, garantindo maior longevidade e produtividade às plantas (RICCI, 2018).

Além de oferecer proteção, o filme de cobertura da estufa atua como modificador de microclima, retendo a irradiação emitida pelo solo após receber a radiação solar, o que mantém as temperaturas noturnas mais elevadas e favorece o metabolismo da planta em épocas ou regiões de clima ameno. Outro aspecto importante é a qualidade da luz, filmes difusores promovem uma distribuição mais uniforme da radiação solar por meio de partículas microscópicas ou aditivos que fazem parte da sua composição. Isso permite o acesso da luz às folhas do terço inferior das plantas, que geralmente são sombreadas pelas folhas superiores. Ao redistribuir a luz, há uma otimização da fotossíntese, aumentando a eficiência das folhas inferiores e incrementando em produtividade (HOLCMAN, 2009).

Dessa forma, a proteção dos cultivos por meio do uso de estufas, promove um maior desempenho agrônômico. O controle de variáveis climáticas permite estender o ciclo produtivo

do tomateiro, resultando em um maior número de racemos colhidos por planta em comparação ao cultivo em campo aberto (GRANDE *et al.*, 2003). Para o segmento de Tomates Especiais, esse sistema de cultivo é decisivo não apenas para o incremento de produtividade, mas para a garantia da qualidade dos frutos. Além disso, o uso da fertirrigação permite maior controle da salinidade da solução nutritiva que, segundo Silva *et al.* (2013), pode ser responsável por características desejáveis para os tomates, como maior doçura e sabor.

2.4. Relação Fonte-dreno

A produtividade do tomateiro pode ser determinada basicamente, pela eficiência de distribuição dos fotoassimilados produzidos no processo de fotossíntese. Trata-se de solutos dissolvidos em água, sendo o principal deles o carboidrato, além de algumas moléculas orgânicas como aminoácidos, proteínas, hormônios, RNAs e alguns íons, formando a seiva, que é translocada via floema e distribuída entre os órgãos da planta. Esse processo fisiológico, denominado partição de fotoassimilados ou fotossintatos, estabelece um fluxo de solutos, partindo das "fontes", representadas pelas folhas maduras e fotossinteticamente ativas, capazes de produzir mais fotossintatos que a sua necessidade; em direção aos "drenos", que são os órgãos consumidores ou de reserva, como raízes, gemas apicais e frutos em desenvolvimento, que não são capazes de produzir fotossintatos suficientes para o seu consumo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Estudos utilizando o isótopo estável de Carbono 13 (^{13}C) como marcador de partição dos fotoassimilados em tomateiro demonstraram que essa translocação é dinâmica, determinada pela posição da folha, onde as fontes contribuem para o crescimento dos drenos mais próximos; e pela conexão vascular, sendo a folha inferior e a folha lateral ao racemo responsáveis pela maior contribuição para o crescimento e desenvolvimento dos frutos (SPADONI, 2018). Um estudo semelhante com beterraba (*Beta vulgaris* L.), utilizando o carbono 14 (^{14}C), apontou que o sentido da translocação se dá, preferencialmente, a partir das folhas-fonte para as folhas-dreno no mesmo ortóstico, ou seja, com conexão vascular próxima. No entanto, quando algumas folhas são removidas, acontece uma redistribuição, então os drenos próximos a elas passam a receber fotoassimilados de folhas do lado oposto, o que demonstra a plasticidade da translocação, onde a planta é capaz de usar conexões alternativas para realizar a translocação vertical dos solutos e compensar perdas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em variedades de hábito indeterminado, como as do grupo *Cocktail* utilizadas neste trabalho, a dinâmica de alocação dos solutos é mais complexa, visto que o crescimento

vegetativo e a produção de frutos acontecem de forma simultânea. Devido à sua arquitetura, a planta forma unidades funcionais, emitindo, a partir do primeiro racemo, três novas folhas a cada inflorescência, estabelecendo um padrão, no qual o cacho tende a atrair os fotoassimilados das duas folhas logo acima e a folha logo abaixo a ele (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018; NICK *et al.*, 2018). O conceito de “força de dreno” é definido pela capacidade de atrair e acumular assimilados das folhas-fonte que o dreno possui, uma variável definida pelo tamanho do órgão e pela sua atividade metabólica. Dessa forma, os frutos exercem uma forte dominância, comportando-se como drenos prioritários que captam a maior parte dos recursos disponíveis (LEÓN-BURGOS *et al.*, 2021).

Essa dominância promove uma hierarquia de distribuição, que pode gerar um conflito interno na planta quando a carga de frutos é elevada. A presença de muitos frutos em estádios avançados de desenvolvimento aumenta a fração de matéria seca alocada para eles em detrimento das partes vegetativas, visto que a distribuição de matéria seca é regulada primeiramente pela força dos drenos e pela competição entre eles. A força de dreno gerada é considerada proporcional ao número de frutos na planta, embora frutos distais possam apresentar força de dreno menor em comparação aos proximais quando há muitos frutos. Além da demanda para o crescimento em volume, os frutos maduros continuam consumindo energia através da respiração de manutenção (HEUVELINK, 2005; QUEIROGA *et al.*, 2008). Portanto, o ajuste da relação fonte-dreno é crucial, pois uma carga excessiva de frutos pode paralisar o crescimento vegetativo e prejudicar a emissão de novos racemos, gerando oscilações na produção ao longo do ciclo (LEÓN-BURGOS *et al.*, 2021).

Por isso, o momento da colheita atua como uma ferramenta estratégica de manejo fisiológico. Devido a esse bloqueio da frutificação, a produtividade total tende a ser menor quando se opta por colher frutos totalmente maduros na planta, já que esses frutos representam um custo energético de manutenção em comparação à colheita de frutos que ainda não atingiram a maturação completa, pois a colheita precoce permite que a planta retome mais rapidamente a produção de flores e frutos (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018). Teoricamente, no caso de frutos climatéricos como o tomate, a realização da colheita em estádios anteriores, como o degradê, promove um alívio de carga. A remoção precoce desses drenos fortes disponibilizaria fotoassimilados excedentes, que poderiam ser realocados para nutrir os racemos mais jovens e estimular o florescimento, potencializando o rendimento total e a constância produtiva da lavoura (RODRIGUES *et al.*, 2012).

2.5. Fisiologia da Maturação e Pós-colheita

O processo de amadurecimento do tomateiro envolve transformações bioquímicas e fisiológicas que alteram a cor, textura, sabor e aroma do fruto. Do ponto de vista fisiológico, o tomate é classificado como um fruto climatérico. Essa denominação indica que o início da maturação é marcado por uma elevação na taxa respiratória, conhecida como pico climatérico, acompanhada por uma transição do sistema de produção de etileno (C_2H_4) auto-inibitório para um sistema autocatalítico, que significa que a presença do hormônio estimula sua produção (MAPELI *et al.*, 2018). Esse hormônio desencadeia e coordena o processo de amadurecimento, permitindo que o fruto complete esse processo mesmo após ser desconectado da planta, desde que tenha atingido a maturidade fisiológica (TAIZ; ZEIGER, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A identificação visual desse ponto é fundamental para o manejo da colheita. A maturação evolui através de estádios de cor, iniciando-se no "Verde Maduro", caracterizado pelo momento em que as sementes estão completamente desenvolvidas mesmo com o fruto ainda verde externamente, o que sinaliza a capacidade de terminar a maturação ao ser retirado da planta (MAPELI *et al.*, 2018). Um momento fisiológico importante ocorre no estágio "Pintado" ou "Degradê", quando surge a primeira coloração rósea ou amarela na extremidade apical do fruto, segundo Moura *et al.* (2005), é a partir desse estágio que a síntese de etileno aumenta gradativamente, induzindo a degradação da clorofila, que confere a coloração verde ao fruto, e a biossíntese de carotenoides, como o licopeno, responsável pela cor vermelha, além da ativação de enzimas que degradam a parede celular, como a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG), resultando no amolecimento da polpa. O estágio final de maturação acontece quando mais de 90% da superfície do fruto atinge a coloração vermelha, nesse ponto, tem-se a máxima qualidade em termos de aroma e sabor, mas menor vida útil pós-colheita (HEUVELINK, 2005).

A escolha do momento exato da colheita impõe um dilema entre a qualidade sensorial e a vida útil comercial. Existe um consenso na literatura de que frutos colhidos totalmente maduros apresentam qualidade gustativa superior. Isso ocorre porque, no caso do tomate, enquanto o fruto permanece ligado à planta, ele continua recebendo fotoassimilados via floema, o que permite maior acúmulo de ácidos e açúcares antes que o transporte desses nutrientes seja interrompido (NAIKA *et al.*, 2006). Ao ser colhido precocemente, no estágio degradê, esse fluxo é interrompido. A partir desse momento, o fruto passa a depender exclusivamente de suas

reservas internas, consumindo ácidos orgânicos e açúcares através da respiração para manter seu metabolismo, o que pode resultar em um produto com menor teor de sólidos solúveis e sabor menos intenso, apesar de ser mais firme, o que facilita o manuseio e transporte sem provocar danos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; FERREIRA *et al.*, 2004).

A colheita no estágio degradê oferece vantagens logísticas, especialmente para tomates do tipo *Cocktail*, que possuem alto valor agregado. Frutos colhidos nesse estágio apresentam maior firmeza de polpa, o que lhes confere maior resistência a danos mecânicos durante o transporte e manuseio, além de uma vida de prateleira significativamente estendida em comparação aos colhidos maduros, que são extremamente sensíveis devido à degradação mais avançada das pectinas da parede celular (MOURA *et al.*, 2005). Portanto, o desafio está em encontrar o ponto de equilíbrio que permita conciliar o alívio de carga na planta, favorecendo a produtividade, com a obtenção de um fruto que atinja sua maturação pós-colheita mantendo atributos de qualidade aceitáveis para o mercado consumidor.

3 METODOLOGIA

3.1. Área Experimental e Manejo da Cultura

O experimento foi realizado entre os meses de maio e novembro de 2025, conduzido sob sistema de cultivo protegido na propriedade da empresa Triângulo Tomates, situada no município de Araguari-MG (18°38'29" S, 48°13'24" W; altitude média de 955 metros). O manejo da cultura durante todo o período foi realizado pela equipe da empresa, incluindo transplântio de mudas, manejo sanitário e tratamentos culturais. A estrutura de cultivo protegido utilizada consistiu em uma estufa agrícola do tipo holandesa, com dimensões de 24 metros de largura por 84 metros de comprimento. Sua estrutura é metálica, com fechamento lateral em tela antiafídeo, que garante o isolamento contra insetos-praga e vetores de doenças, e cobertura superior composta por filme difusor de 150 micras, responsável por distribuir a luz solar e otimizar o processo de fotossíntese. Visando a prevenção de problemas fitossanitários, a estufa dispunha de antecâmara contendo recipiente com cal virgem para a desinfestação de calçados na entrada, uma medida importante dada a sensibilidade dos materiais produzidos em ambiente protegido.

O material vegetal utilizado foi composto por mudas enxertadas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) do segmento especial tipo Cocktail. Para o enxerto (copa) foi utilizado o DRC 564, um híbrido desenvolvido especificamente para cultivo protegido, que possui hábito de crescimento indeterminado, exigindo tutoramento contínuo. Apresenta alto vigor vegetativo, suas inflorescências são do tipo racemo simples ou bifurcado, longos e uniformes, característicos do segmento *Cocktail*. Os frutos são de coloração vermelha intensa na maturação e peso médio entre 18 e 22 g. O material possui resistência genética aos vírus ToMV (*Tomato Mosaic Virus*) e TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) (DE RUITER, 2024).

Como porta-enxerto, utilizou-se o híbrido Contrattack, selecionado devido ao seu vigoroso desenvolvimento radicular, responsável por conferir maior absorção de água e nutrientes, que favorecem o estabelecimento da cultura, além do seu amplo espectro de resistências, incluindo alta resistência à Murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), Fusariose (*Fusarium oxysporum* raças 1,2 e 3) e nematoides causadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) (NUNHEMS, 2024).

O preparo do solo na área experimental seguiu os padrões da propriedade, iniciado com calagem para elevar a Saturação de Bases (V%) a 80%. A adubação de plantio consistiu na

aplicação de 200 kg de Super Fosfato Simples, 200 kg da formulação NPK 04-14-08 e 1 kg de matéria orgânica vegetal planta⁻¹. O transplântio das mudas ocorreu em 13 de maio de 2025, adotando-se o espaçamento de 1,50 metro entre linhas e 0,55 metro entre plantas, resultando em canteiros de aproximadamente 4 metros quadrados por parcela.

Os canteiros possuíam revestimento com *mulching* plástico, com a face preta voltada para o solo e a face branca voltada para fora, a fim de refletir os raios solares e evitar altas temperaturas no solo. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com manejo de fertirrigação diário. As plantas foram conduzidas com três hastes, tutoradas verticalmente com fitilhos, e os tratos culturais como desbrota e o controle fitossanitário foram realizados de maneira uniforme em toda a área conforme a necessidade.

A fertirrigação foi organizada em soluções nutritivas distintas, que eram misturadas no momento da aplicação na cultura. A primeira solução, denominada A, era composta por 12 kg de nitrato de cálcio e 5 kg de nitrato de magnésio. A solução B possuía em sua composição 12,5 kg de sulfato de potássio, 12,5 kg de sulfato de magnésio, 12,5 kg de nitrato de potássio, 5 kg de fosfato monopotássico (MKP), 5 kg de fosfato monoamônico (MAP), 200 g de ácido bórico, 100 g de sulfato de manganês, 300 mL de bioturfa e 15 mL de ferro líquido. A solução C foi constituída por 5 kg de nitrato de cálcio, 2 kg de nitrato de magnésio e 2 kg de ureia. Por fim, a solução D era composta por 30 kg de cloreto de potássio, 10 kg de sulfato de potássio, 10 kg de MAP, 500 g de ácido bórico, 200 g de sulfato de manganês, 200 mL de bioturfa e 20 mL de ferro líquido. Cada solução foi diluída em 5000 L de água. As aplicações foram realizadas combinando simultaneamente duas soluções, uma de maior concentração (B ou C) e outra de menor concentração (A ou D). No momento da injeção no sistema, essa combinação era diluída em água pura na tubulação. A solução final era fornecida diariamente, de forma simultânea para todas as plantas da estufa, durante 30 a 40 minutos, mantendo a Condutividade Elétrica ideal para a cultura (entre 1,6 e 2,8).

3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), composto por dois tratamentos e 15 repetições, totalizando 30 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por cinco plantas, totalizando 2,2 metros, sendo consideradas como parcela útil para avaliação as três plantas centrais, sendo 1,1 metro, mantendo-se a primeira e a última planta da parcela como bordaduras.

Os tratamentos consistiram em dois critérios distintos para o ponto de colheita: o tratamento Degradê (D), que representa o manejo comercial padrão, com colheita realizada quando o cacho apresentava maturação completa ou um gradiente de maturação, com no mínimo 75% dos frutos completamente maduros ou com a maturação iniciada, (Figura 1); e o tratamento Maduro (M), onde a colheita foi realizada exclusivamente quando todos os frutos do cacho atingiam estágio de maturação, com coloração vermelha, laranja ou amarela, cores que mostram visualmente que a maturação daquele fruto já foi iniciada (Figura 2).

Figura 1 – Cacho de tomate *Cocktail* representativo do tratamento Degradê.



Fonte: Autora, 2025.

Figura 2 – Cacho de tomate *Cocktail* representativo do tratamento Maduro.



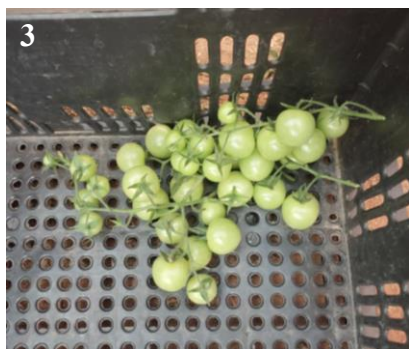
Fonte: Autora, 2025.

3.3. Avaliações e Variáveis Analisadas

As avaliações foram realizadas a cada colheita, com intervalos de 7 dias, em média, totalizando 12 avaliações. Os cachos provenientes de cada parcela útil foram beneficiados, identificando os frutos comerciais e aqueles que seriam descartados, para a determinação das variáveis de interesse.

Após a colheita, os cachos de cada parcela útil passavam por avaliações, utilizando contagem manual e balança digital de precisão Prix 3 Plus (Toledo®). Foram registrados semanalmente os seguintes dados: Número de Cachos: Contagem total de cachos colhidos na parcela; Peso Total da Parcela: Massa total de todos os frutos colhidos (kg); Número de Frutos Comerciais: Contagem de frutos com calibre padrão e sem defeitos aparentes; Peso de Frutos Comerciais: Massa correspondente aos frutos comerciais (kg); Número de Frutos Descartados: Contagem de frutos que não atingiram calibre padrão ou possuíam rachaduras, podridões ou contaminações, furos ou outros danos que possam impedir a comercialização, conforme ilustram as imagens 3 e 4; Peso de Frutos Descartados: Massa correspondente aos frutos impróprios para comercialização (g).

Figuras 3 e 4 – Frutos de tomate descartados por não atingirem o calibre comercial (3); frutos de tomate descartados pela degradação por patógenos (4).



Fonte: Autora, 2025.

A partir dos dados coletados, foram calculadas variáveis por meio de planilhas eletrônicas utilizando o Microsoft Excel®, foram elas: Peso Médio de Frutos Comerciais: Razão entre o Peso de Frutos Comerciais e o Número de Frutos Comerciais (g fruto^{-1}); Peso Médio do Cacho: Razão entre o Peso Total da Parcela e o Número de Cachos (kg cacho^{-1}); Número Médio de Frutos por Cacho: Razão entre a soma total de frutos (comerciais + descarte)

e o número de cachos; Produtividade por planta por colheita: razão entre peso total de frutos comerciais e a quantidade de plantas da parcela útil de cada repetição, com isso foi possível calcular a produtividade total por planta, somando a média de todas as colheitas.

O teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) foi determinado em três amostras de suco extraído de frutos de um cacho representativo de cada tratamento, sendo realizadas duas amostragens, uma na colheita três e a segunda na colheita nove. A leitura foi realizada utilizando-se um refratômetro digital portátil, modelo PAL-1 (Atago®), com faixa de medição de 0,0 a 53,0% Brix, resolução de 0,1% e precisão de $\pm 0,2\%$, com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em °Brix.

3.4. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise para verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias. As análises foram realizadas no ambiente computacional estatístico RStudio. Adotou-se o esquema em Fatorial Duplo (2 x 12), sendo o primeiro fator os Pontos de Colheita (Degradê e Maduro) e o segundo fator as Épocas de Colheita. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). Quando verificada significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a análise de Brix e peso médio do fruto por colheita, realizou-se análise descritiva.

4 RESULTADOS

4.1. Dinâmica Produtiva

Ao desdobrar essa interação para Peso Total e Total de Cachos da parcela, observou-se que nas duas primeiras semanas de avaliação o tratamento Degradê demonstrou uma superioridade estatística, conforme a Tabela 1, caracterizando um arranque inicial produtivo. Fisiologicamente, a colheita no estágio degradê atua como um alívio precoce da demanda de drenos. Segundo Brandão Filho *et al.* (2018) e Heuvelink (2005), a remoção de frutos antes de sua maturação plena interrompe prematuramente a força de dreno exercida por esses órgãos. Consequentemente, a planta obtém um excedente temporário de fotoassimilados, que são redirecionados para o desenvolvimento das inflorescências subsequentes, acelerando a rotação de colheita e resultando em um maior volume colhido nas semanas iniciais.

Tabela 1 – Médias de peso total (kg) e número de cachos de tomate *Cocktail* (Híbrido DRC 564) colhidos nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Peso total		Total de cachos	
	Degradê (kg)	Maduro (kg)	Degradê	Maduro
1	1,372 a	0,379 b	6,467 a	2,800 b
2	1,922 a	0,590 b	6,667 a	2,400 b
3	1,635 a	1,194 b	5,667 a	4,467 a
4	3,775 a	3,906 a	13,933 a	14,000 a
5	2,691 b	3,596 a	9,333 b	12,333 a
6	6,256 a	5,489 b	21,600 a	18,800 b
7	1,630 b	3,066 a	7,733 b	12,800 a
8	2,671 a	1,754 b	13,800 a	9,600 b
9	1,527 b	2,127 a	9,400 b	12,533 a
10	1,734 b	2,420 a	14,867 b	21,133 a
11	0,679 a	0,320 b	7,063 a	4,429 b
12	1,636 a	2,112 a	14,200 b	18,933 a
Média	2,294	2,246	10,873	11,223
CV (%)	18,12		15,56	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Por outro lado, no decorrer da safra houve uma inversão desse cenário, com o tratamento Maduro superando estatisticamente o tratamento Degradê em colheitas subsequentes (5, 7, 9 e 10). O maior tempo de permanência necessário para que os frutos atinssem a coloração que caracteriza a maturação completa na planta resultou em um acúmulo de cachos em maturação simultânea. Isso ocorre porque quando os frutos permanecem na planta por um período maior, continuam atuando como drenos prioritários, atraindo a maior parte dos fotoassimilados para si. Dessa forma, os cachos que possuem menor nível de desenvolvimento, pausam a evolução devido à falta de energia, esses frutos podem se acumular na planta em estádios de desenvolvimento próximos (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018). Como vários cachos estavam

aguardando energia simultaneamente, eles retomam o crescimento e entram em maturação ao mesmo tempo, esse fenômeno fisiológico gerou picos de colheita mais tardios, que compensam o rendimento inicial inferior para o tratamento Maduro.

Apesar da literatura (PUIATTI *et al.*, 2010; LEÓN-BURGOS *et al.*, 2021) apontar que a manutenção de elevada carga de frutos maduros acarreta um alto custo energético de respiração de manutenção, o que tenderia a reduzir o rendimento da planta, o sistema radicular vigoroso proporcionado pelo porta-enxerto Contrattack mitigou esse estresse. O ambiente da estufa agrícola, aliada ao manejo diário de fertirrigação, foram capazes de fornecer à planta condições hídricas e nutricionais de excelência (SILVA *et al.*, 2013). Essa combinação tecnológica camuflou o estresse fisiológico, garantindo que a eficiência fotossintética das folhas ativas, aliada ao ambiente adequado e com recursos disponíveis, fosse suficiente para suprir a alta demanda dos frutos maduros sem reduzir a produção. Com isso, observa-se o resultado que demonstra médias finais semelhantes.

4.2. Efeito Compensatório

A análise dos frutos com padrão comercial revelou um efeito compensatório ao se observar o ciclo produtivo total (Tabela 2). Nas avaliações semanais isoladas, o peso total de frutos comerciais comportou-se de forma diretamente proporcional ao número de frutos colhidos, ou seja, as semanas que registaram um maior número de frutos também registaram uma maior massa total colhida para o respectivo tratamento. O tratamento Degradê, impulsionado pelas três primeiras colheitas e pelas colheitas 8 e 11, obteve um número maior de frutos comerciais, quando observada a média, resultando em uma diferença de aproximadamente nove frutos a mais em relação ao tratamento Maduro quando observa-se a média geral das colheitas.

Tabela 2 – Peso total (kg) e número de frutos comerciais de tomate *Cocktail* por parcela colhidos ao longo de 12 colheitas nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Peso de frutos bons		Número de frutos bons	
	Degradê (kg)	Maduro (kg)	Degradê	Maduro
1	1,247 a	0,347 b	63,733 a	19,267 b
2	1,794 a	0,567 b	84,000 a	26,067 b
3	1,512 a	1,128 b	73,667 a	52,667 b
4	3,294 a	3,608 a	162,133 a	180,067 a
5	2,327 b	3,289 a	122,000 b	169,930 a
6	5,412 a	4,999 a	348,933 a	322,000 a
7	1,399 b	2,770 a	93,000 b	192,20 a
8	2,312 a	1,583 b	173,067 a	119,067 b
9	1,296 b	1,966 a	91,600 b	155,533 a
10	1,472 b	2,212 a	102,067 b	158,533 a
11	0,533 a	0,251 b	42,313 a	24,857 b
12	1,409 a	1,743 a	100,067 b	134,800 a
Média	2,001	2,039	138,778	129,582
CV (%)	18,60		17,31	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

No entanto, quando avaliada a média geral do peso dos frutos comerciais, o rendimento em massa se assemelha entre os tratamentos, apesar da diferença entre cada colheita individualmente. Esse cenário fica evidente ao mensurar a produtividade comercial acumulada por planta (Tabela 3), que comprova a ilustre das médias finais no fechamento da safra.

Tabela 3 – Produtividade comercial acumulada por planta (kg) de tomate *Cocktail* ao longo de 12 colheitas nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Produtividade Comercial			
	Colheita	Degradê (kg)	Maduro (kg)
	1	0,457 a	0,126 b
	2	0,641 a	0,197 b
	3	0,545 a	0,398 b
	4	1,258 a	1,302 a
	5	0,897 b	1,199 a
	6	2,085 a	1,830 a
	7	0,543 b	1,022 a
	8	0,890 a	0,585 b
	9	0,509 b	0,709 a
	10	0,578 b	0,807 a
	11	0,226 a	0,107 b
	12	0,545 a	0,704 a
	Total planta ⁻¹	9,176	8,984
	CV (%)	17,32	15,47

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Esse equilíbrio ocorre devido à continuidade do recebimento de reservas via floema. Conforme Taiz e Zeiger (2009), enquanto o fruto de tomate permanece ligado à planta através de conexões vasculares, ele continua atuando como um dreno ativo. No tratamento Maduro, embora as plantas tenham ofertado até a colheita um número ligeiramente inferior de frutos comerciais em comparação ao Degradê, esses frutos permaneceram conectados às plantas por alguns dias a mais. Durante esse período adicional, o fluxo contínuo de fotoassimilados permitiu um maior ganho de massa fresca e expansão individual (NAIKA *et al.*, 2006).

Sugere-se a comprovação deste fluxo contínuo de assimilados ao analisar de forma descritiva o peso médio individual dos frutos comerciais ao longo das 12 colheitas. Em 10 das 12 colheitas avaliadas os frutos colhidos no tratamento Maduro apresentaram uma massa individual superior à dos frutos do tratamento Degradê, chegando a uma diferença de 1,62 g por fruto na 12ª colheita. Na média geral do ciclo, um fruto comercial Maduro pesou 14,99 g, enquanto o fruto Degradê obteve 14,46 g. Este incremento quando analisado individualmente parece inexpressivo, mas ao analisar de forma geral, foi o fator determinante para o equilíbrio da produtividade. O tratamento Maduro compensou o menor número médio de frutos por meio de um maior acúmulo de massa em cada unidade colhida (Tabela 4).

Tabela 4 – Peso médio individual (g) de frutos comerciais de tomate *Cocktail* ao longo de 12 colheitas nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Peso médio do fruto	
	Degradê (g)	Maduro (g)
1	14,42	15,26
2	13,93	14,41
3	14,98	14,23
4	15,32	14,88
5	14,36	15,29
6	14,48	14,63
7	14,09	14,98
8	15,02	15,07
9	14,25	15,15
10	14,74	15,43
11	14,13	14,77
12	13,70	15,32
Média	14,46	14,99

Tratando-se de peso médio do cacho e número médio de frutos por cacho, à exceção do arranque inicial do Degradê nas três primeiras semanas e da oscilação pontual observada na semana 11, os tratamentos mostraram-se estatisticamente semelhantes na grande maioria das avaliações. É fundamental ressaltar que o cálculo dessas duas variáveis leva em consideração a produção bruta do tomateiro, sendo obtido por meio da razão entre o peso ou número total de frutos pelo número total de cachos colhidos, que abrange a fração comercial e os descartes. A semelhança estatística nessas variáveis para a maioria das colheitas realizadas evidencia que a estratégia de colheita não alterou a capacidade estrutural da planta em formar os racemos, mas sim a conversão dessa produção total em comercial desse cacho no momento do corte. Esta estabilidade estrutural demonstra que o híbrido DRC 564 possui uma alta uniformidade genética para a arquitetura de racemos, mantendo o padrão morfológico e produtivo, conforme observado na tabela 5.

Tabela 5 – Peso médio do cacho (kg) e número de frutos por cacho de tomate *Cocktail* por parcela avaliados ao longo de 12 colheitas nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Peso médio do cacho		Número de frutos por cacho	
	Degradê (kg)	Maduro (kg)	Degradê	Maduro
1	0,209 a	0,141 b	11,897 a	7,956 b
2	0,288 a	0,243 b	14,146 a	11,750 b
3	0,298 a	0,266 b	16,509 a	13,377 b
4	0,272 a	0,277 a	15,496 a	14,857 a
5	0,286 a	0,286 a	17,803 a	17,106 a
6	0,289 a	0,289 a	21,293 a	20,842 a
7	0,218 a	0,239 a	16,867 a	18,635 a
8	0,191 a	0,182 a	15,740 a	14,813 a
9	0,16 a	0,170 a	12,650 a	14,125 a
10	0,117 a	0,114 a	8,954 a	8,800 a
11	0,096 a	0,071 b	8,353 a	6,845 b
12	0,117 a	0,104 a	8,973 a	9,153 a
Média	0,212	0,199	14,057	13,188
CV (%)	11,63		10,82	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

4.3. Análise de Descartes

O comportamento das perdas por descarte representa um resultado contraintuitivo teoricamente. A fisiologia de pós-colheita, descrita por Chitarra e Chitarra (2005) e Moura *et al.* (2005), sugere que o avanço da maturação dos frutos ainda conectados à planta aciona a via autocatalítica do etileno, ativando enzimas da parede celular, como pectinametilesterase e poligalacturonase. Isso favorece o amolecimento da polpa e aumenta a suscetibilidade a rachaduras, danos mecânicos e infecções por patógenos. Sob essa ótica, esperava-se que o tratamento Maduro apresentasse taxas de descarte superiores, visto que os frutos colhidos no estágio degradê apresentam maior firmeza, sendo mais resistentes a esses problemas.

Essa teoria é comprovada pelo estudo no que se refere à causa das perdas, visto que o tratamento Maduro apresentou a maioria das perdas por rachaduras, podridão ou senescência avançada induzidos pela colheita tardia. No entanto, o tratamento Degradê registrou perdas, em número e peso, significativamente maiores, conforme observado na tabela 6. A explicação prática para esta contradição é a construção floral do tomateiro. O desenvolvimento e a antese em um racemo de tomate ocorrem de maneira sequencial, onde as flores proximais ao caule são polinizadas e iniciam o desenvolvimento do fruto antes das flores distais. Dessa forma, em um mesmo cacho, os frutos apresentam estádios de desenvolvimento diferentes, enquanto os proximais já alcançaram calibre ideal para comercialização e iniciam a maturação, os frutos distais estão em fase de expansão e possuem menor calibre (BANGERTH; HO, 1984; KINET; PEET, 1997).

Tabela 6 – Peso (kg) e número de frutos descartados de tomate *Cocktail* por parcela avaliados ao longo de 12 colheitas nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Peso de frutos descarte		Número de frutos descarte	
	Degradê (kg)	Maduro (kg)	Degradê	Maduro
1	0,125 a	0,032 b	15,867 a	2,600 b
2	0,128 a	0,022 b	10,600 a	2,467 b
3	0,123 a	0,066 b	16,267 a	7,067 b
4	0,481 a	0,298 b	54,867 a	31,000 b
5	0,364 a	0,308 a	45,067 a	43,067 a
6	0,844 a	0,490 b	108,933 a	72,000 b
7	0,263 a	0,296 a	32,800 a	44,200 a
8	0,359 a	0,170 b	47,933 a	23,600 b
9	0,231 a	0,161 a	27,867 a	21,067 a
10	0,262 a	0,208 a	31,467 a	27,800 a
11	0,146 a	0,069 b	16,563 a	7,071 b
12	0,227 a	0,228 a	27,733 a	35,533 a
Média	0,296	0,196	36,330	26,439
CV (%)	31,33		29,80	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

No manejo de colheita do tratamento Degradê, o critério adotado para a colheita do cacho inteiro baseia-se no início da maturação dos frutos proximais. Quando esse estágio é atingido e o racemo é cortado, os frutos localizados na extremidade distal ainda se encontram em expansão celular, sem terem atingido a maturidade fisiológica ou o calibre mínimo exigido comercialmente. Consequentemente, a antecipação da colheita do cacho força o descarte em massa desses frutos distais verdes e miúdos, na prática, expandindo os números de perda do tratamento Degradê. Em contraste, no tratamento Maduro, o tempo de permanência prolongado permitiu que os frutos distais completassem seu desenvolvimento e atingissem o calibre comercial, reduzindo as perdas por tamanho. Portanto, o volume de frutos perdidos por problemas fisiológicos e fitossanitários foi quantitativamente inferior à massa de frutos distais descartados por falta de calibre no tratamento Degradê.

4.4. Acúmulo de Sólidos Solúveis (Brix)

Os resultados das avaliações descritivas realizadas nas colheitas 3 e 9 sugerem a superioridade esperada do tratamento Maduro, que obteve valores superiores em mais de 1° Brix em ambas as amostragens quando comparado ao Degradê (tabela 7). Este resultado segue os princípios da fisiologia da maturação. Frutos colhidos no estágio Degradê sofrem uma interrupção no suprimento de sacarose importada do floema. Para dar continuidade ao seu amadurecimento e processos como a síntese de licopeno, no pós-colheita, o fruto passa a metabolizar suas próprias reservas de amido, ácidos e açúcares solúveis através do processo

respiratório (FERREIRA *et al.*, 2004). O alto consumo respiratório para manter a senescência reduz o teor final de açúcares. Por outro lado, o fruto maduro na planta importa assimilados até os estádios finais de maturação, maximizando o teor de sólidos solúveis antes da desconexão vascular.

Tabela 7 – Análise descritiva do teor médio de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos de tomate *Cocktail* avaliados nas colheitas 3 e 9 nos estádios Degradê e Maduro. Araguari-MG, 2025.

Colheita	Tratamento	Brix Médio (°Brix)
3	Degradê	6,1
	Maduro	7,4
9	Degradê	8,1
	Maduro	9,5

Nota-se o incremento no teor de Brix na ordem de aproximadamente 2 °Brix para ambos os tratamentos na segunda amostragem (colheita 9), em relação à primeira (colheita 3), tornando o valor ainda mais representativo ao se comparar com tomates do tipo mesa, que atingem geralmente entre 3,5 e 5,5 °Brix. Nas fases iniciais do ciclo, a planta ainda direciona grande parte de seus fotoassimilados para a estruturação de seus órgãos vegetativos: formação de novas folhas e expansão de área foliar. Em tomateiros de hábito indeterminado submetidos a podas e desfolhas contínuas, essa evolução não está associada a um aumento cumulativo da área foliar. O incremento na doçura na fase mais avançada do ciclo pode ser explicado, principalmente, pela evolução climática. O avanço do ciclo produtivo coincidiu com a transição para meses de maior incidência de radiação solar e elevação das temperaturas médias, fatores que otimizam a atividade fotossintética e potencializam a síntese e a translocação de carboidratos para os frutos em desenvolvimento (HEUVELINK, 2005).

Além disso, o manejo contínuo de fertirrigação ao longo dos meses pode promover um leve incremento na condutividade elétrica (CE) na zona radicular. Conforme evidenciado por Silva *et al.* (2013), a elevação da concentração de sais no meio de cultivo induz um ajustamento osmótico na planta, que restringe o fluxo de água para o dreno sem interromper a importação de sacarose. Esse processo resulta em uma menor diluição da polpa e, conseqüentemente, em uma maior concentração de sólidos solúveis. Por fim, nas colheitas mais tardias, a desaceleração do crescimento vegetativo apical diminui a competição por assimilados, permitindo que os frutos já estabelecidos sejam priorizados no recebimento dos recursos excedentes. Essa dinâmica é explicada por Andriolo *et al.* (2000), que demonstram que os frutos do tomateiro exercem a principal força de dreno da planta. Segundo eles, a distribuição da matéria seca e de fotoassimilados altera-se significativamente ao longo do ciclo. Logo, com a limitação dos drenos vegetativos na fase final do cultivo, ocorre uma partição prioritária de solutos direcionada para a maturação dos racemos, o que justifica a elevação expressiva do teor de Brix no terço final da safra.

5 CONCLUSÕES

A produtividade comercial final de tomates *Cocktail* em condições de alta tecnificação, não diferiu entre os estádios Degradê e Maduro. O Degradê é indicado para logísticas longas que exigem firmeza, ao passo que o Maduro é uma estratégia para mercados *Gourmet* e mais próximos, agregando valor pelo sabor sem prejuízo no rendimento final.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J. L.; LÜDKE, L.; DUARTE, T. da S.; SKREBSKY, E. C. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta de tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 235-240, 2000.
- BANGERTH, F.; HO, L. C. Fruit position and fruit set sequence in a truss as factors determining final size of tomato fruits. **Annals of Botany**, London, v. 53, n. 3, p. 315-319, 1984.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L. de; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (org.). **Hortaliças-fruto**. Maringá: Eduem, 2018. 535 p.
- CARMO, C. D. S. do; CALIMAN, F. R. B. Nutrição e adubação. In: ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. CAP 8, p. 195-234.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal**: fisiologia de cultivos. Piracicaba: Editora Ceres, 2008. 864 p.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **Hortifruti Brasil**. Piracicaba: ESALQ/USP, [s.d.]. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos e hortaliças**. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 jan. 2025.
- COMUNICA UFU. **Combustíveis e tomate pressionam custo de vida em Uberlândia no início do ano**. Uberlândia, 12 fev. 2026. Disponível em: <https://comunica.ufu.br/noticias/2026/02/combustiveis-e-tomate-pressionam-custo-de-vida-em-uberlandia-no-inicio-do-ano>. Acesso em: 20 mar. 2026.
- DE RUITER. **Catálogo de produtos**: tomate indeterminado DRC 564. São Paulo: Bayer Vegetable Seeds, 2024. Disponível em: <https://www.vegetables.bayer.com/br/pt-br/produtos/tomate.html>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Agência de Informação Tecnológica**: tomate. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/tomate>. Acesso em: 8 jan. 2026.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de; LAZZARI, E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 329-335, 2004.

GRANDE, L.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B. de; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, J. O. M. de. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 431-436, 2006.

HEUVELINK, E. (ed.). **Tomatoes**. Wallingford: CABI Publishing, 2005. (Crop Production Science in Horticulture, 13).

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: janeiro de 2025. Rio de Janeiro: IBGE, v. 38, n. 1, p. 1-140, jan. 2025. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 8 jan. 2026.

KINET, J. M.; PEET, M. M. Tomato. In: WIEN, H. C. (Ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 207-258.

LEÓN-BURGOS, A. F.; BELTRÁN CORTES, G. Y.; BARRAGÁN PÉREZ, A. L.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E. Distribución de fotoasimilados en los órganos vertederos de plantas solanáceas, caso tomate y papa: una revisión. **Ciencia y Agricultura**, Tunja, v. 18, n. 3, p. 79-97, 2021.

MAPELI, A. M.; LEÃO, K. V.; MACHADO, L. L. Qualidade de tomate de mesa comercializado em feiras livres e supermercados de Barreiras-BA. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 32, n. 280/281, p. 284-285, 2018.

MONGE-PÉREZ, J. E.; LORÍA-COTO, M. Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado sob invernadero: correlaciones entre variables. **Tecnología en Marcha**, Cartago, v. 32, n. 3, p. 37-54, 2019.

- MOURA, M. L.; FINGER, F. L.; MIZOBUTSI, G. P.; GALVÃO, H. L. F. Fisiologia do amadurecimento na planta do tomate ‘Santa Clara’ e do mutante ‘Firme’. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 81-85, 2005.
- NAIKA, S.; JEUDE, J. L. van L. de; GOFFAU, M. de; HILMI, M.; DAM, B. van. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Agromisa/CTA, 2006. 104 p. (Agrodok, 17).
- NASCIMENTO, R. M. N. **Produção de tomate tipo cocktail: tipos de muda, número de hastes e densidades de plantio**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025.
- NICK, C.; SILVA, D. J. H.; BORÉM, A. (ed.). **Tomate: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. 237 p.
- NUNHEMS. **Porta-enxertos de tomate: Contrattack**. Campinas: BASF Vegetable Seeds, 2024. Disponível em: <https://www.nunhems.com/br/pt/variedades/tomate.html>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- PUIATTI, M.; BALBINO, J. M. S.; FONSECA, M. J. O.; RONCHI, C. P. F. Fisiologia do desenvolvimento do tomateiro. In: COSTA, H. *et al.* (ed.). **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. p. 85-120.
- RICCI, M. dos S. F. **Cultivo doméstico do tomateiro em ambiente protegido de baixo custo: o caminho para a autossuficiência**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2018. 21 p. (Documentos, 309).
- RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. dos S.; SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M. Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 862-867, 2012.
- SAAVEDRA DEL REAL, G. M. **Manual de producción de tomate bajo invernadero**. Santiago: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017. (Boletín INIA, 350).
- SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T.; AZEVEDO, S. M.; KOBORI, R. F. Desempenho de cultivares de tomate salada indeterminado em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 369-373, 2010.
- SILVA, A. C. da; LEONEL, S.; SOUZA, A. P. de; VASCONCELLOS, M. A. da S.; RODRIGUES, J. D.; DUCATTI, C. Alocação de fotoassimilados marcados e relação fonte-dreno em figueiras cv. Roxo de Valinhos: 1. relação fonte e dreno. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 409-418, 2011.

SILVA, P. F. da; SILVA, A. C. C. da; TAVARES, K. N.; SANTOS, D. P. dos; BARROS, A. C. Produção e teor de brix° do tomate cereja irrigado com águas de diferentes concentrações salinas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 248-251, 2013.

SPADONI, T. B. **Alocação de fotoassimilados em tomateiro marcados com isótopos estáveis**. 2018. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.