

BIOFERTILIZANTE À BASE DE CARBONDOT ESTIMULA PRODUÇÃO DE TOMATE CEREJA

Amanda Soraya Freitas Calvet¹, Marlos Alves Bezerra², Fábio Rodrigues de Miranda², Rafaela da Silva Arruda³

RESUMO: O cultivo do tomate cereja vem crescendo na região da serra da Ibiapaba. Nesse sentido, faz-se necessário estudos que visem aumentar a produtividade da cultura com aumento na eficiência do uso da água. Assim, o presente trabalho objetivou verificar os efeitos da arbolina, um bioestimulante a base de nanopartículas de carbono, nas trocas gasosas e produção de tomate cereja, cultivado em substrato e em ambiente protegido. Mudanças enxertadas de tomate cereja tipo grape, foram transplantados para vasos de 12L, contendo substrato de fibra de coco. Após 15 dias do transplante, teve início os tratamentos, que consistiram na aplicação foliar de arbolina nas concentrações de 0, 50 e 100 mL.ha⁻¹, com duas frequências de aplicação (15 e 30 dias). As trocas gasosas foram monitoradas quinzenalmente com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho e as colheitas foram realizadas duas vezes por semana, dos 60 até 120 dias após o transplante. A arbolina, quando aplicada numa frequência de 15 dias e na concentração de 100 mL.ha⁻¹ contribuiu para uma elevação da taxa fotossintética das plantas, especialmente nos primeiros 60 dias após o transplante. A condutância estomática e a transpiração das plantas praticamente não foram afetadas ao longo do ciclo, pela aplicação de arbolina, independente da frequência de aplicação. Por sua vez, houve aumento na produção de frutos nos tratamentos de 50 mL.ha⁻¹ aplicado a cada 15 dias e 100 mL.ha⁻¹ aplicado a cada 30 dias, apontando o efeito benéfico da arbolina no particionamento de fotoassimilados para os frutos.

PALAVRAS-CHAVE: Arbolina, Fotossíntese, Produtividade

¹ Doutora, Embrapa Agroindústria Tropical, Lab. Fisiologia Vegetal, CEP: 60.511-110, Fortaleza, Ceará. Fone: (85) 3391-7209. email: amandasmfc@gmail.com

² Pesquisador, Doutor, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará

³ Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará.

CARBONDOT-BASED BIOFERTILIZER STIMULATES CHERRY TOMATO YIELD

ABSTRACT: Cherry tomato cultivation has been growing in the Ibiapaba, Ceará. In this sense, studies are needed to increase crop productivity by increasing water use efficiency. Thus, this study aimed to verify the effects of arbolin, a biostimulant based on carbon nanoparticles, on gas exchange and yield of cherry tomatoes grown in substrate and in a protected environment. Grafted seedlings of grape-type cherry tomatoes were transplanted into 12-L pots containing coconut fiber substrate. After 15 days of transplanting, treatments began, which consisted of foliar application of arbolin at concentrations of 0, 50 and 100 mL.ha⁻¹, with two application frequencies (15 and 30 days). Gas exchanges were monitored biweekly with an infrared gas analyzer and harvests were carried out twice a week, from 60 to 120 days after transplanting. Arbolin, when applied at a frequency of 15 days and at a concentration of 100 mL.ha⁻¹, contributed to an increase in the photosynthetic rate of the plants, especially in the first 60 days after transplanting. The stomatal conductance and transpiration of the plants were practically unaffected throughout the cycle by the application of arbolin, regardless of the frequency of application. In turn, there was an increase in fruit production in the treatments of 50 ml.ha⁻¹ applied every 15 days and 100 ml.ha⁻¹ applied every 30 days, indicating the beneficial effect of arbolin in the partitioning of photoassimilates to the fruits.

KEYWORDS: Arboline, Photosynthesis, Productivity

INTRODUÇÃO

O tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) é uma variedade de tomate menor que o tomate comum, com diâmetro variando entre 3 e 10 cm, originário possivelmente do Peru e Norte do Chile. O grupo cereja trata-se de um grupo de cultivares de

tomate para mesa, introduzido no Brasil no início de 1990, e que nos últimos anos vem adquirindo uma atenção maior, devido à crescente demanda do consumo in naturas e usa ampla aceitação pelo consumidor e pelo alto valor comercial alcançado pelo produto (Guilherme, 2007).

O cultivo dessa espécie em sistema protegido e em substrato, que é largamente utilizado na Holanda, Espanha e em outros países, vem crescendo na região da Serra da Ibiapaba, no

estado do Ceará. Miranda et al. (2023) obtiveram em um ciclo de 180 dias, produtividade de 83 ton/ha, comprovando a viabilidade econômica do cultivo.

Embora a produção de tomates em estufa promova economia de 20 a 25% de água quando comparado ao cultivo do tomateiro ao ar livre (Harmanto et al., 2004), no cultivo protegido do tomateiro se faz necessário aplicar diariamente um volume de água ou solução nutritiva maior que as necessidades da cultura a fim de evitar acúmulo de sais no substrato, o que eleva o consumo de água (Miranda et al., 2025). Assim, o uso de tecnologias que possam otimizar essa água aplicada deve sempre ser buscada.

Os bioestimulantes são produtos capazes de estimular o desenvolvimento vegetal, independentemente da quantidade de nutrientes presentes na sua constituição. Recentemente, uma nova classe de bioestimulantes à base de nanopartículas (NPs) tem sido proposta e vários estudos já apontam para os seus efeitos positivos sobre o crescimento vegetal (Juarez-Maldonado et al., 2019). Dentre as NPs com potencial para uso agrícola, os Carbon Dots (CDs), partículas de carbono com diâmetro de até 10 nm, se destacam pela abundância de matérias-primas e baixo custo, baixa toxicidade, alta solubilidade em água, biodegradabilidade e fotoluminescência (Zheng et al., 2015).

A arbolina é um sinalizador fisiológico composto por carbonodot, que tem a função de melhorar a eficiência dos Fotossistemas I e II nas plantas, otimizando a produção de energia (ATP) e promovendo um metabolismo mais eficiente (Krilltech, 2025). Essas interações permitem melhor desenvolvimento do sistema radicular, propiciando maior aproveitamento de água e nutrientes que, aliados a outros fatores, possibilitam aumentos de produtividade nas culturas, com comprovada eficiência em promover o crescimento de alface (Rodrigues, 2023).

Assim, o presente trabalho objetivou verificar os efeitos positivos da arbolina nas trocas gasosas e produção de tomate cereja, cultivado em substrato e em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em telado comercial da empresa Estufa Timbaúba, em Guaraciaba do Norte/CE. Foram utilizadas mudas enxertadas de tomate cereja tipo grape híbrido *Sweet Heaven*, transplantados com 40 dias de idade para vasos de 12L contendo substrato de fibra de coco. As plantas foram espaçadas de 1,5m entre as fileiras e 0,4m entre os vasos/plantas. As plantas foram conduzidas tutoradas com fitilhos de ráfia e mantidas com duas hastes por planta.

As plantas foram fertirrigadas diariamente (um a oito pulsos por dia) O primeiro pulso de irrigação foi aplicado pelo menos uma hora após o nascer do sol. Os intervalos entre os pulsos de irrigação ao longo do dia foram menores nas horas com maior radiação solar (maior consumo de água). O último pulso foi aplicado até uma hora antes do pôr do sol, com soluções nutritivas preparadas para atender as demandas nutritivas das plantas de tomate cereja na região da Ibiapaba (Miranda et al., 2025).

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, em um fatorial 3 x 2, com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pelas concentrações de arbolina (0, 50 e 100 mL.ha⁻¹) e o segundo fator pela frequência de aplicação (15 e 30 dias). Cada unidade experimental foi constituída de oito plantas. A arbolina foi aplicada via foliar, com o auxílio de um pulverizador costal, de maneira a atingir toda a superfície foliar da planta. A aplicação dos tratamentos se iniciou 15 dias após o transplântio.

As trocas gasosas foram monitoradas quinzenalmente (com início 15 dias após a primeira aplicação de arbolina), com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA), utilizando temperatura, umidade e concentração de CO₂ ambientes e radiação artificial de 1.200 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. As colheitas, realizadas duas vezes por semana, tiveram início 60 dias após o transplântio, se estendo até 120 dias após o transplântio.

Com relação ao controle fitossanitário, houve uma aplicação de fungicida para controle do oídio e aplicações semanais de detergente para controle da traça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A arbolina, quando aplicada numa frequência de 15 dias e na concentração de 100 mL.ha⁻¹ contribuiu para uma elevação da taxa fotossintética das plantas, especialmente nos primeiros 60 dias após o transplântio (Figura 1A). Essa resposta da planta pode ter ocorrido devido à propriedades ópticas da molécula, aliado ao seu potencial de ativação do metabolismo energético da planta, o que torna os C-dots (pontos de carbono) de grande potencial para uso agrícola (Xia, C. et al. 2019). Os resultados já publicados com esse tipo de material apontam para uma maior tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos, maior capacidade de absorção de nutrientes e maior taxa de fotossíntese, os quais podem estimular o crescimento e produtividade das lavouras (Li, H. et al. 2018; Chhipa, 2017; Iv et al., 2020; Zahedi, S. M.; Teixeira da Silva, 2020). Por outro lado, a aplicação de arbolina com frequência de 30 dias praticamente não interferiu na taxa fotossintética das plantas, independente da concentração

aplicada (Figura 1B). A taxa de fotossíntese das plantas alcançou picos em torno de $25 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ no início das avaliações e declinou até uma faixa de $10\text{-}12 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ a partir de 75 dias após o transplante (Figuras 1A e 1B). Esses elevados valores de fotossíntese comprovam a eficiência fotossintética das plantas, resultado da boa nutrição hídrica e nutricional.

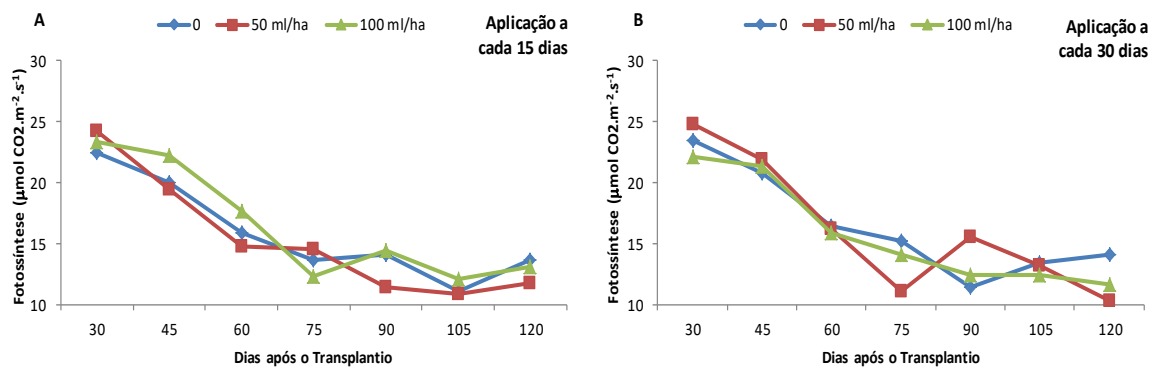


Figura 1. Taxa fotossintética líquida de plantas de tomate cereja *Sweet Heaven* em função das concentrações de arbolina e da frequência de aplicação. A – a cada 15 dias, B – a cada 30 dias.

A condutância estomática das plantas não foi afetada ao longo do ciclo pela aplicação de arbolina, independente da frequência de aplicação, com exceção da avaliação aos 120 dias após o transplante, em que as plantas que receberam arbolina reduziram sua condutância estomática (Figuras 2A e 2B), provavelmente buscando diminuir a perda de água pela transpiração, o que não foi observado, com exceção dos tratamentos em que a redução da condutância foi mais acentuada na data mencionada (120 DAT) (Figuras 3A e 3B). Esses resultados de condutância estomática estão em acordo com os observados por Gomes (2019), na cultura do tomateiro e Butruille (2021), na cultura do morangueiro.

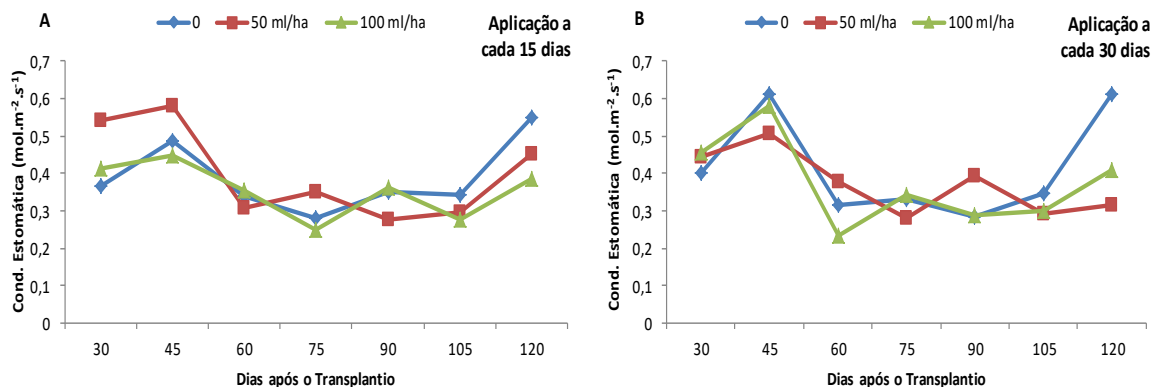


Figura 2. Taxa de condutância estomática de plantas de tomate cereja *Sweet Heaven* em função das concentrações de arbolina e da frequência de aplicação. A – a cada 15 dias, B – a cada 30 dias.

Semelhante ao que ocorreu com a taxa fotossintética, houve redução da condutância estomática ao longo do ciclo da cultura, com exceção da última avaliação (Figuras 2A e 2B). Saliente-se que mesmo no menor patamar de condutância ($0,29 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), os valores ainda são superiores aos encontrados na literatura. Essa redução parece estar associada com o aumento da área foliar das plantas, resultando numa absorção de água praticamente homogênea ao longo do ciclo, como pode ser observado pela curva da taxa transpiratória (Figuras 3A e 3B). Houve também um aumento da taxa transpiratória na última avaliação, consequência das condições ambientais e de sanidade das plantas nessa última avaliação.

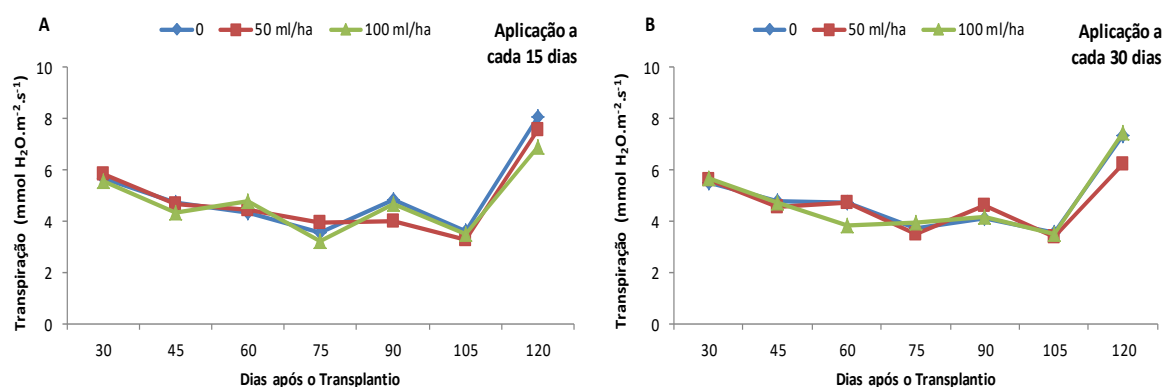


Figura 3. Taxa transpiratória de plantas de tomate cereja *Sweet Heaven* em função das concentrações de arbolina e da frequência de aplicação. A – a cada 15 dias, B – a cada 30 dias.

Embora não tenha havido grandes mudanças nas trocas gasosas das plantas após o início da colheita (60 DAT), houve um aumento na produção de frutos nos tratamentos de 50 ml.ha^{-1} aplicado a cada 15 dias e 100 ml.ha^{-1} aplicado a cada 30 dias (Figura 4). Esse aumento de produção de frutos, sem elevação da taxa fotossintética sugere um aumento na eficiência de alocação de assimilados para os frutos nas plantas que receberam arbolina.

Essa produtividade ($37\text{-}38 \text{ ton.ha}^{-1}$), abaixo do encontrado por Miranda et al. (2023), trabalhando nas mesmas condições, se deve ao fato do experimento ter se estendido por somente 60 dias de colheita, enquanto essa se estende por no mínimo 120 dias, o que elevaria a produtividade para o mesmo patamar ou até mesmo superado o esperado.

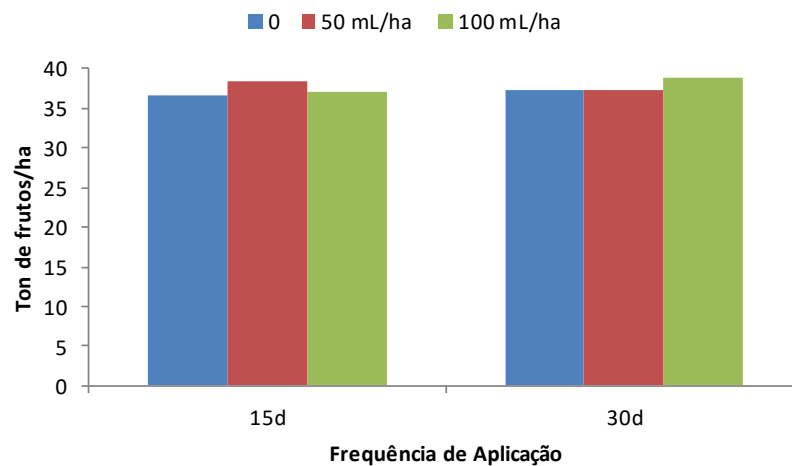


Figura 4. Produtividade de frutos de plantas de tomate cereja *Sweet Heaven* em função das concentrações de arbolina e da frequência de aplicação. A – a cada 15 dias, B – a cada 30 dias.

CONCLUSÕES

A arbolina não interferiu significativamente nas trocas gasosas das plantas, mas, no entanto, aumentou a produção e, conseqüentemente, a produtividade das plantas de tomate cereja cultivadas em substrato e ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes)

Agradecimentos à Empresa Estufa Timbaúba, Sitio Timbauba, Zona Rural de Guaraciaba do Norte - CE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTRUILLE, N. S. **Influência do método de aplicação e concentrações de Arbolina na produtividade, fisiologia e qualidade de frutos de morangueiro.** Brasília, DF: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 76 p. Dissertação de Mestrado.

CHHIPA, H. Nanofertilizers and nanopesticides for agriculture. **Environmental Chemistry Letters**, vol. 15, no. 1, p. 15–22, 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 402p.

GOMES, L. P. **Bioestimulantes e seus efeitos nos componentes da produção, nas trocas gasosas e na eficiência de uso da água no tomateiro sob restrição hídrica**. 2019. 50p. Dissertação (Mestrado Profissional em Olericultura) – Instituto Federal Goiano, campus Morrinhos, Goiás, 2019

HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S., TANTAU, H. J. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. **Agricultural Water Management**. vol. 71 n.226, p.225-242. 2004.

JUÁREZ-MALDONADO, AH; ORTEGAORTÍZ, A; MORALES-DÍAZ, B; GONZÁLEZ-MORALES, S; MORELOSMORENO, A; CABRERA-DE LA FUENTE, M; SANDOVAL-RANGEL, A; CADENAS-PLIEGO, G; BENAVIDESMENDOZA, A. Nanoparticles and nanomaterials as plant biostimulants. **International Journal of Molecular Sciences**. vol 20, n.1. p. 162. 2019.

KRILLTECH. **Eficiência em Fisiologia**. Disponível em: <<https://www.krilltech.com.br>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

LV, Z.; JIANG, R.; CHEN, J.; CHEN, W. Nanoparticle-mediated gene transformation strategies for plant genetic engineering. **Plant Journal**, v. 104, n. 4, p. 880–891, 2020.

MIRANDA, F. R.; MESQUITA, A. L. M.; MAIA, C. V. C. P.; SOARES, J. V. S.; SILVA, J. G. **Cultivo protegido de tomate cereja, em substrato, na região da Ibiapaba**, Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2023. (Circular Técnica, 51).

MIRANDA, F. R.; MESQUITA, A. L. M.; MAIA, C. V. C. P.; SOARES, J. V. S.; SILVA, J. G. **Sistema de cultivo protegido de tomate em substrato com réus da solução nutritiva**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2025. (Comunicado Técnico, 292).

RODRIGUES, Jessyca da Silva. **Influência da arbolina (Carbon dots) no crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivado em sistema hidropônico**. 2023. 41 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

XIA C, ZHU S, FENG T, YANG M, YANG B. Evolution and synthesis of carbon dots: De carbondots to carbonized polymer dots. **Advanced Science**, vol. 6, n. 5, p. 312–325, 2019.

ZHENG, X. T.; ANANTHANARAYANAN, A.; LUO, K. Q.; CHEN, P. Glowing graphene quantum dots and carbon dots: Properties, syntheses, and biological applications. **Small**, vol.11, n. 14, p. 1620–1636, 2015.

ZAHEDI, S. M.; KARIMI, M.; TEIXEIRA DA SILVA, J. A. The use of nanotechnology to increase quality and yield of fruit crops. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 100, no. 1, p. 25–31, 2020.