



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

NATÁLIA DOS SANTOS MOURA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA COM BIOCARVÃO DA CASCA DO COCO VERDE NOS
PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E NA EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DO
MELOEIRO**

FORTALEZA

2023

NATÁLIA DOS SANTOS MOURA

ADUBAÇÃO POTÁSSICA COM BIOCÁRVÃO DA CASCA DO COCO VERDE NOS
PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E NA EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DO
MELOEIRO

Monografia apresentada a Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Rosilene Oliveira
Mesquita.

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Adriana Guirado
Artur.

FORTALEZA

2023

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

M888a Moura, Natália dos Santos.

Adubação potássica com biocarvão da casca do coco verde nos parâmetros de crescimento e na eficiência fotossintética do meloeiro / Natália dos Santos Moura. – 2023.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.

Coorientação: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur.

1. Aproveitamento de resíduos da agricultura. 2. Biochar. 3. Disponibilidade de nutrientes. 4. Melão (Cucumis melo). 5. Resíduo do coco verde. I. Título.

CDD 630

NATÁLIA DOS SANTOS MOURA

ADUBAÇÃO POTÁSSICA COM BIOCARVÃO DA CASCA DO COCO VERDE NOS
PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E NA EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DO
MELOEIRO

Monografia apresentada a Coordenação
do Curso de Agronomia da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Aprovado em: 03 / 07 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Rosilene Oliveira Mesquita (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Adriana Guirado Artur (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agro. Bruna Alves da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agro. Sávio Justino da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTO

A Deus, acima de tudo, por sempre me mostrar o caminho certo e pela oportunidade da realização desse sonho.

A minha mãe Lúcia, que sempre me ensinou a correr atrás dos meus sonhos, ensinando os valores da vida.

A minha irmã Ingrid que sempre esteve ao meu lado enfrentando todos os desafios dessa caminhada, orientando-me na vida.

Ao meu marido José Carlos que sempre me ajudou e apoiou mesmo quando eu quis desistir.

A minha família, por todo amor, compreensão e principalmente paciência ao longo da minha trajetória.

À Prof. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita, pela excepcional orientação, acolhimento, ensinamentos, paciência, dedicação e que me estimulou na pesquisa e desenvolvimento do meu TCC .

À Dr^a. Adriana Guirado, pela oportunidade da sua coorientação, pela paciência, ensinamentos, apoio, dedicação e pelo estímulo a pesquisa ao longo desse trabalho.

Ao Dr. Carlos Taniguchi, da Embrapa, pela concessão da utilização do laboratório de solos, na qual foi essenciais à execução desse trabalho, pelo acolhimento proporcionado, orientação e por sempre ser solícito para a retirada de dúvidas.

Agradeço à Universidade Federal do Ceará pela contribuição na minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço aos os membros do Laboratório de Solos e Água da Embrapa, em especial a Lílian Alexandre e a Vanderléia Oliveira.

Agradeço ao Jerfesson Ferreira por toda a contribuição ao longo dessa pesquisa.

Aos colegas da turma 2017.2, pelos momentos de estudos e a todos os amigos que ganhei durante a graduação e pela amizade construída durante a nossa jornada.

A todos os professores durante a graduação, em especial a todos que contribuíram com a realização desse experimento a professora Rosilene Oliveira, Adriana Guirado, Erica Calvet, Caris Viana e ao professor Breno Magalhães e Carlos Taniguchi pela sua atenção e disponibilidade em me ajudar nos momentos em que precisei, em especial a minha orientadora Rosilene Oliveira, meus mais sinceros muito obrigada!

Agradeço ao Tomil Ricardo e a todos os terceirizados da UFC que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta que contribuíram para a realização desse trabalho e a conclusão dessa importante etapa na minha vida acadêmica.

RESUMO

O setor da cocoicultura gera grande acúmulo de resíduos (casca) a partir do coco *in natura*, e para amenizar os impactos negativos do descarte dessas cascas no meio ambiente, uma estratégia utilizada tem sido a conversão da biomassa vegetal em biocarvão. A aplicação do biocarvão no solo aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas, em função do seu potencial em alterar as características físicas, químicas e biológicas do solo. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação do biocarvão da casca do coco verde na adubação de plantio, como fonte de potássio no crescimento e na eficiência fotossintética do melão Goldex F1. O experimento foi conduzido na casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, entre os meses de dezembro de 2022 e fevereiro de 2023. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos na adubação de plantio, segundo recomendação de adubação para o meloeiro de 20 kg de K_2O ha^{-1} , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: T₁: sem aplicação de biocarvão e sem cloreto de potássio; T₂: 100% da necessidade de K_2O na forma de cloreto de potássio; T₃: 50% da necessidade de K_2O na forma de biocarvão e 50% na forma de cloreto de potássio; T₄: 100% da necessidade de K_2O na forma de biocarvão; T₅: 125% da necessidade de K_2O na forma de biocarvão; T₆: 150% da necessidade de K_2O na forma de biocarvão. A adubação de cobertura foi parcelada ao longo do ciclo da cultura, sendo esta mineral e igual para todos os tratamentos. Foram realizadas avaliações biométricas e fisiológicas durante o ciclo da cultura. Na dose 100% de biocarvão as plantas apresentaram maior crescimento e eficiência fotossintética.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos da agricultura. Biochar. Disponibilidade de nutrientes. Melão (*Cucumis melo*). Resíduo do coco verde.

ABSTRACT

The coconut farming sector generates a large accumulation of waste (husk) from coconut *in natura*, and to mitigate the negative impacts of discarding these husks on the environment, a strategy has been the conversion of plant biomass into biochar. The application of biochar in the soil increases the availability of nutrients for plants, due to its potential to alter the physical, chemical and biological characteristics of the soil. With this, the objective was to evaluate the effect of the application of biochar from the husk of the green coconut in the fertilization of planting, as a source of potassium in the growth and in the photosynthetic efficiency of the Goldex F1 melon. The experiment was carried out in a greenhouse belonging to the phytotechnics department of the Federal University of Ceará, between the months of December 2022 and February 2023. The design used was completely randomized (DIC), with six treatments in the planting fertilization, according to fertilization recommendation for melon with 20 kg of K₂O ha⁻¹, with four replications. The treatments consisted of: T1: without application of biochar and without potassium chloride; T2: 100% of the K₂O requirement in the form of potassium chloride; T3: 50% of the K₂O requirement in the form of biochar and 50% in the form of potassium chloride; T4: 100% of the K₂O requirement in the form of biochar; T5: 125% of the K₂O requirement in the form of biochar; T6: 150% of the K₂O requirement in the form of biochar. Topdressing fertilization was split throughout the crop cycle, which is mineral and the same for all treatments. Biometric and physiological evaluations were performed during the crop cycle. At the 100% biochar dose, the plants showed greater growth and photosynthetic efficiency.

Keywords: Use of agricultural residues. Biochar. Nutrient availability. Melon (*Cucumis melo*). Green coconut residue.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Casa de vegetação onde ocorreu o experimento..... | 19 |
| Figura 2 - Unidades experimentais (2A) e tutoramento das plantas (2B)..... | 22 |
| Figura 3 - Número de folhas (A), altura de plantas (B e C) e diâmetro do caule (D) em plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação..... | 28 |
| Figura 4 - Massa seca do caule (MSC) em plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 29 |
| Figura 5 - Área foliar de plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 30 |
| Figura 6 - Razão massa do caule (RMC), em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 31 |
| Figura 7 - (A) Fotossíntese líquida (A), (B) condutância estomática (gs), (C) transpiração (E) e (D) eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de melão em função das doses de biocarvão da casca de coco verde..... | 35 |
| Figura 8 - Razão entre concentração interna e externa de CO ₂ (Ci/Ca) (A) em função do tempo de avaliação e eficiência do uso da água (EUA) (B e C) em função de doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Análise química e granulométrica..... | 20 |
| Tabela 2 - Análise química do biocarvão..... | 21 |
| Tabela 3 - Análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura de plantas (ALT) e diâmetro do caule (DC) em plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação..... | 27 |
| Tabela 4 - Análise de variância para as variáveis massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e massa seca da parte aérea (MSPA) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 29 |
| Tabela 5 - Análise de variância para as variáveis área foliar (AF), razão área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão raiz parte aérea (R/PA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 30 |
| Tabela 6 - Análise de variância para razão da massa foliar (RMF), razão da massa do caule (RMC) e razão da massa da raiz (RMR) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde | 31 |
| Tabela 7 - Variáveis de trocas gasosas fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), razão entre concentração interna e externa de CO ₂ (C _i /C _a), eficiência do uso da água (EUA), eficiência de carboxilação (E _i C) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde..... | 32 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 - INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 - REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 - A cultura do melão..... | 12 |
| 2.2 - Casca do coco verde..... | 14 |
| 2.3 - Biocarvão..... | 15 |
| 3 - HIPÓTESE..... | 17 |
| 4 - OBJETIVO..... | 18 |
| 4.1 - Objetivo geral..... | 18 |
| 4.2 - Objetivo específico..... | 18 |
| 5 - MATERIAIS E MÉTODOS..... | 19 |
| 5.1 - Localização da área experimental..... | 19 |
| 5.2 - Caracterização do solo..... | 19 |
| 5.3 - Materia prima e produção de biocarvão..... | 20 |
| 5.4 - Material vegetal..... | 21 |
| 5.5 - Delineamento experimental e condução do experimento..... | 21 |
| 5.6 - Manejo da cultura..... | 22 |
| 5.7 - Variáveis analisadas..... | 23 |
| 5.7.1 - Variáveis biométricas..... | 23 |
| 5.7.2 - Variáveis fisiológicas..... | 24 |
| 6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 26 |
| 7 - RESULTADOS E DISCURSÃO..... | 27 |
| 7.1 - Análise de crescimento..... | 27 |
| 7.2 - Análise fisiológicas..... | 32 |
| 8 - CONCLUSÃO..... | 39 |
| REFERÊNCIAS..... | 40 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se que a produção brasileira de frutas, tem apresentado crescimento contínuo. Dentre as regiões produtoras, a região Nordeste se destaca como grande produtora de frutas, principalmente de coco (*Coccus nucifera L.*) e melão (*Cucumis melo L.*) (IBGE, 2021). O estado do Ceará é o maior produtor de coco do nordeste e o estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor de melão (IBGE, 2021), proporcionando mais renda para as regiões produtoras, pois a demanda é cada vez mais crescente por alimentos para consumo *in natura* (CELIN et al., 2014).

O cultivo do melão requer quantidades consideráveis de nutrientes durante o seu ciclo, principalmente potássio (K), nitrogênio (N) e fósforo (P) (SANTOS et al., 2018; GOMES et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020). Dentre esses nutrientes, o K é o mais extraído da cultura, possuindo grande influência na produção e na qualidade dos frutos, visto sua participação na síntese e translocação de açúcares na planta (LESTER et al., 2020; SILVA et al., 2014; ARAÚJO et al., 2016). Além disso, o potássio é importante nos processos que envolve a fisiologia e o metabolismo das plantas, pois ele participa da ativação enzimática, bem como, influência na qualidade dos frutos do meloeiro (CRISÓSTOMO et al., 2002).

Já o coco apresenta múltiplos usos, sendo um deles o consumo e comercialização da água de coco, caracterizada por ser uma bebida refrescante, agradável e muito consumida, devido as suas qualidades sensoriais, como também pelas suas funções nutricionais e terapêuticas (ROSA; ABREU, 2000). Entretanto, com o beneficiamento da água de coco, há um grande volume de resíduos gerados, representados por sua casca após o consumo *in natura* do coco verde ou sua industrialização. Sem a destinação correta, esse resíduo agroindustrial acumula-se em grandes quantidades no meio ambiente, tornando-se um passivo ambiental.

Sendo assim, alternativas de aproveitamento da casca do coco verde torna-se uma possibilidade sustentável para reduzir o descarte desse material em aterros sanitários, bem como uma nova opção de geração de renda, pois a casca do coco é rica em nutrientes.

Uma alternativa para esse resíduo é a utilização na forma de biocarvão. O biocarvão é um material sólido obtido pelo processo de pirólise, o qual passa por processo de degradação termoquímica sem a presença de oxigênio e em altas temperaturas (LEHMANN; JOSEPH, 2015). A casca do coco verde que poderia ser descartada inadequadamente, causando um impacto negativo ao meio ambiente, pode ser incorporada ao solo, proporcionando a liberação de nutrientes para as plantas, e contribuindo para a sua nutrição (MAIA; LIMA; GUIOTOKU, 2013).

A utilização do biocarvão proporciona melhorias quando aplicados no solo, um estudo realizado por OLIVEIRA (2021) demonstrou que a aplicação do biocarvão da casca de coco verde reduziu o estresse salino na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Várias fontes de material orgânico podem ser utilizados na preparação do biocarvão, assim como as doses de aplicação também são capazes de expressar respostas diferentes no metabolismo das plantas. Um estudo realizado por VIEIRA (2019) demonstrou que tanto as doses quanto o tipo de biocarvão influenciaram no metabolismo das plantas de milho (*Zea mays*). Dependendo da composição da matéria-prima, pode suprir total ou parcialmente a oferta de nutrientes para as culturas. Portanto, o uso da casca do coco verde na forma de biocarvão é uma alternativa interessante (MAIA et al., 2013), pois o material é rico, principalmente em potássio.

O biocarvão vem sendo caracterizado como condicionador do solo, (desde que tenha carvão ativado em sua composição), além de ser considerado fertilizante orgânico. Geralmente, apresenta alta capacidade de trocas de catiônica e natureza alcalina (KANWAL et al., 2018). Seu principal atributo é o alto poder de adsorção (AKHTAR et al., 2015), o qual é proporcionado pelo carvão ativado, sendo este em sua forma pura utilizado em processos industriais de dessalinização. Esta propriedade pode ajudar a aumentar a disponibilidade de água no solo para as plantas (EKEBAFE et al., 2013; THOMAS et al., 2013), aumentar a adsorção de nutrientes, reduzir a lixiviação de nitrato e agroquímicos para os corpos de água, além de imobilizar puluentes que poderiam prejudicar as plantas, como os metais pesados (EKEBAFE et al., 2013; NOVAK et al., 2016).

Diante da destinação impropria atual e por ser um material rico em K, o biocarvão da casca do coco verde apresenta potencial para ser utilizado como fonte de potássio na cadeia produtiva do melão, favorecendo o rendimento da cultura e melhorando a eficiência fisiológica nas trocas gasosas e crescimento. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação do biocarvão da casca do coco verde na adubação de plantio, como fonte de potássio no crescimento e na eficiência fotossintética do melão Goldex F1.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do melão

O melão (*Cucumis melo* L.) dentre as variedades de cultivares existente atualmente para a comercialização, ainda apresenta divergências quanto ao seu centro de origem entre África e a região nordeste da Ásia e Austrália (BRANDÃO FILHO et al., 2018).

O nordeste é o maior produtor de melão do Brasil, com destaque para o estado do Rio

Grande do Norte que é o maior produtor nacional, seguido dos estados da Bahia e do Ceará na terceira posição do ranking do IBGE (2021). A maior produção está concentrada na região semiárida, contribuindo para o crescimento econômico e social das regiões produtoras (CELIN et al., 2014).

De acordo com Costa e Leite (2007), o grande destaque do meloeiro no nordeste brasileiro se dá pelo fator da região apresentar condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento e a produção da cultura, sendo essa explorada durante todo o ano.

Entre os fatores climáticos que afetam diretamente a cultura do meloeiro, o primeiro é a temperatura, tanto do ar quanto do solo, influenciando desde o processo de germinação das sementes até os atributos da qualidade final do fruto. Segundo estudos, a faixa ideal para o desenvolvimento da cultura varia entre as temperaturas de 20 e 30°C (CRISÓSTOMO et al., 2002). A cultura do melão necessita de temperaturas adequadas para cada estágio fenológico do seu desenvolvimento. Para a germinação, é necessário temperaturas na faixa 18°C a 35°C; no período de desenvolvimento, de 25°C a 30°C; e na floração entre 20°C e 23°C (SALVIANO et al., 2017). Além disso, outros fatores como a umidade relativa, a radiação solar e a precipitação influenciam no crescimento, desenvolvimento, na qualidade e na produção do meloeiro (ANGELLOTE; COSTA, 2010).

A luz solar é a fonte de radiação para a realização da fotossíntese, atuando diretamente na produção, bem como na qualidade dos frutos, por meio do acúmulo de açúcares resultado do processo da fotossíntese (ANGELLOTE; COSTA, 2010).

O meloeiro é classificado como dicotiledônea, na natureza é perene, sendo espaculada como planta anual (FIGUEIRÊDO; GONDIM; ARAGÃO, 2017). Apresenta crescimento rasteiro, a arquitetura da planta é provida de nós com gemas, desenvolvendo-se a partir das gemas as gavinhas, novas folhas, caules e ramificações e seu sistema radicular é fasciculado (BRANDÃO et al., 2018). No Brasil, a preferência no plantio são principalmente pelas cultivares de melão do grupo *Inodorus*, tipo amarelo (SALVIANO et al., 2017).

O melão do tipo amarelo é o mais plantado por apresentar maior preferência do mercado consumidor, bem como, por apresentar alta resistência ao manejo e maior durabilidade pós-colheita (MIGUEL et al., 2008). Porém, para se obter altos rendimentos é necessário manejo adequado da adubação e conhecimento da necessidade nutricional do meloeiro em cada estágio de desenvolvimento. Além disso, a cultura do meloeiro é evidenciada pela necessidade incessante de novas tecnologias para aumentar cada vez mais a produção (GUIMARÃES et al., 2005).

O meloeiro é uma curcubitácea que apresenta grande exigência nutricional,

destinguindo-se por exportar significativas quantidades dos nutrientes que se acumulam ao longo do ciclo (NEGREIROS, 2015). Os macronutrientes mais exigidos pelo meloeiro são o nitrogênio (N) e o potássio (K), sendo esses responsáveis por mais de 80% do total de nutrientes extraídos pela planta (SILVA et al., 2000). Na polpa do melão, a quantidade desses nutrientes é de 47% de potássio e 33% de nitrogênio, ressaltando a importância do fornecimento desses elementos para a cultura (PINTO; SOUSA, 2009).

O potássio é importante para o correto funcionamento da fisiologia e do metabolismo das plantas, por participar da translocação dos assimilados e dos compostos fotossintetizados, na ativação de enzimas e como regulador da pressão osmótica das células vegetais. O nitrogênio influencia no desenvolvimento do sistema radicular, na maturação dos frutos e na absorção de potássio pelo meloeiro (CRISÓSTOMO et al., 2002; TAIZ et al., 2017).

A deficiência de potássio na cultura do melão provoca vários efeitos prejudiciais, tais como a diminuição no número de ramificações, no comprimento da planta e redução significativa no tamanho dos frutos (CRISÓSTOMO et al., 2002). Além disso, a deficiência de potássio causa redução na área foliar afetando a fotossíntese e conseqüentemente o teor de sólidos solúveis acumulados nos frutos (SOUSA et al., 2011).

Na busca por fontes potássicas para fornecimento de K para a cultura do melão, o aproveitamento de resíduos vegetais na agricultura, vem se tornando uma opção viável tanto para o meio ambiente, por proporcionar uma alternativa de utilização, diminuindo o descarte incorreto, quanto por ser uma opção de fontes de nutrientes para as plantas.

Uma estratégia para o aproveitamento de resíduos é a conversão de biomassa de origem vegetal em biochar (LEHMANN et al., 2003). Esse biochar produzido quando aplicado ao solo, melhora suas propriedades ao mesmo tempo em que proporciona o sequestro de carbono (NÓBREGA, 2011). Dessa forma, o biochar da casca do coco verde pode vir a ser um promissor no fornecimento de nutrientes para as plantas devido as características nutricionais da casca do coco verde.

2.2 Casca do coco verde

O Ceará é o maior produtor de coco (*Coccus nucifera L.*) do Nordeste (IBGE, 2021). O Brasil está na quinta colocação entre os maiores produtores de coco, apresentando 3,9% da produção total, com 2,33 milhões de toneladas produzidas, ficando atrás somente da Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka (FONTES et al., 2021).

O coqueiro é uma palmeira, o seu fruto é formado por epicarpo, mesocarpo, endocarpo e semente. A fibra é o nome dado ao material fibroso que constitui o mesocarpo (MAIA; LIMA;

GUIOTOKU, 2013). É uma planta que apresenta grande importância socioeconômica para as regiões produtoras, por meio da comercialização da água de coco, do albúmem sólido destinado para a indústria de alimentos, e de óleos, gerando grande quantidade de subprodutos (NUNES; SANTOS; SANTOS, 2007).

Porém, a quantidade de casca geradas após o consumo *in natura* do coco verde, é elevado e não apresenta um descarte correto, o que torna preocupante o seu destino. O tempo de decomposição completa da casca pode chegar a mais de oito anos (CARRIJO; LIZ; NOZOMU, 2002), devido ao elevado teor de lignina. A casca do coco verde que representa 80% do peso total do fruto, tem aproximadamente 85% de umidade, sendo uma característica que desfavorece a sua utilização se comparada a casca do coco seco, dificultando a sua utilização (ROSA et al., 2001). A casca do coco seco pode ser utilizada como combustível de caldeiras ou pode ser processada para o aproveitamento da fibra (ROSA et al., 2002), sendo mais fácil a sua utilização. Devido a difícil decomposição e utilização deve-se buscar um gerenciamento adequado para o destino da cascas do coco verde. Uma alternativa é a produção de biocarvão por meio da pirólise vegetal.

Na busca por uma agricultura mais sustentável, estudo realizado pela Embrapa Agroindústria Tropical mostrou a viabilidade da utilização do pó da casca do coco verde como substrato agrícola (ROSA et al., 2002), e como matéria prima para a produção de polpa celulósica, visando à fabricação de papel (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016).

A fibra do coco verde é contituida segundo Carrijo, Liz e Nozomu (2002), por uma percentagem de lignina (35-45%), de celulose (23-43%) e hemicelulose (3-12%). Na caracterização química realizada por (ROSA et al., 2002), a fibra de coco verde apresentou os seguintes teores de macro e microminerais: N: 5,52 g kg⁻¹; P: 1,42 g kg⁻¹; K: 11,5 g kg⁻¹, Ca: 6,80 g kg⁻¹; Mg: 1,79 g kg⁻¹; Fe: 1973,0 mg kg⁻¹; Cu: 6,6 mg kg⁻¹ e Zn: 31,8 mg kg⁻¹. Dessa forma, é notório, que devido a quantidade de potássio existente na fibra do coco verde, ele se apresenta como potencial fornecedor desse nutriente para as plantas

2.3 Biocarvão

O estudo do biocarvão não é recente, já alguns anos pesquisadores buscam reproduzir as características dos solos amazônicos conhecidos como terra preta de índio (TPI), com origem pirogênica, na qual apresenta alta fertilidade. Lucon (2019) demonstram o efeito da utilização do biocarvão nos atributos físicos, químicos e na produtividade do milho em solo sob clima tropical, obtendo um aumento nos teores de carbono no solo quando aplicado o biocarvão.

Vieira (2019) utilizou-se de fontes e doses de biocarvão na relação solo/planta em milho (*Zea mays*), obtendo resultados positivos tanto no metabolismo das plantas quanto na qualidade química do solo.

Biocarvão ou biochar, é o produto da decomposição térmica de biomassa orgânica na ausência de ar (pirólise), atingindo temperaturas de 300 a 900°C, diferenciando-se do carvão vegetal pela sua utilização como corretivo para o solo (LEHMANN; JOSEPH.,2015).

As potencialidades do uso do biocarvão são inúmeras devido as propriedades químicas. Como existe diferentes materiais vegetais ou animais que podem ser utilizados para a fabricação do biocarvão é necessário determinar as características físico-químicas de interesse agrônomo desses materiais (MAIA; LIMA; GUIOTOKU, 2013).

O biocarvão pode ser um material de grande importância para intensificar a segurança alimentar, bem como também proporcionar mudanças nas propriedades agrícolas em áreas com solos completamente exauridos, insuficiência de recursos orgânicos e fornecimento inadequado tanto de água como de fertilizantes químicos (Internacional Biochar Initiative, 2022).

Das diversas características do biocarvão pode-se destacar o aumento de produtividade e da capacidade de retenção hídrica, (Maia, 2010). Segundo Nóbrega (2011), o biocarvão pode ser usado como fertilizante por proporcionar melhorias nos atributos físicos, nos químicos e biológicos no solo, e devido à sua recalcitrância pode ser considerado como um bom sequestrador de carbono.

Quando o biocarvão é adicionado ao solo, pode proporcionar a liberação de nutrientes existente nesse material, a retenção de nutrientes no solo, e o aumento da fertilidade do solo (KÄTTERER et al., 2019).

Laurentino (2021), observou-se crescimento das mudas melão (*Cucumis melo* L.) e mamão (*Carica papaya*) com a aplicação de biocarvão produzido de cama de aviário na composição do substrato.

Além das possibilidades de aproveitamento do biocarvão anteriormente citadas, ainda se faz necessário investigar a potencialidade de uso do biocarvão da casca do coco verde como fonte de K₂O em substituição as adubações com cloreto de potássio no plantio do meloeiro, visto as variações de cada biocarvão em função do material vegetal.

3 HIPÓTESE

A adubação com biocarvão da casca do coco verde substitui a adubação potássica mineral de plantio de meloeiro, parcial ou totalmente, aumentando o crescimento e a eficiência fotossintética do meloeiro.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da aplicação do biocarvão da casca do coco verde na adubação de plantio, como fonte de potássio no crescimento e na eficiência fotossintética do melão Goldex F1.

4.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento e a eficiência fotossintética do meloeiro;
- Verificar qual a dose de biocarvão da casca do coco verde, melhor contribui para o crescimento, e eficiência fotossintética do melão Goldex F1.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 1) entre os meses de dezembro de 2022 e fevereiro de 2023, na Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, localizada em Fortaleza no estado do Ceará, Brasil. Com as seguintes coordenadas 3°44'26.0"S e 38°34'29.3"W (Google Maps, 2023). Segundo a classificação climática de Köppen (1936) e MUNIZ et al., (2017), o clima da região é tropical com inverno seco (Aw), apresentando temperatura média anual de 26,7°C e pluviosidade média anual de 1.042 mm (CLIMATE DATA, 2023).

Figura 1- Casa de vegetação onde ocorreu o experimento



Fonte: Autora (2022)

5.2 Caracterização do solo

O solo foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade na Fazenda Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA), localizado no município de Pacajus – CE. Após a secagem, as amostras de solos foram destorroadas, passadas em peneira com 4 mm de abertura de malha e homogeneizadas, e uma sub amostra foi coletada para a caracterização química e outra para a granulométrica, segundo metodologia descrita em Donagema et al. (2011) e Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1-Análise química e granulométrica do solo

| pH _{H2O} | MO | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ | H+Al | CTC | V |
|-------------------|---------------------------------|--------------------|--|------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|------|-----|----|
| | g kg ⁻¹ | mg dm ³ | ----- mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | % |
| 5,6 | 3,9 | 8,8 | 0,5 | 10 | 6 | X | 0 | 12 | 29 | 57 |
| | Zn ²⁺ | Cu ²⁺ | Fe ²⁺ | Mn ²⁺ | Areia | Silte | Argila | | | |
| | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | | ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | |
| | 1,8 | 0,4 | 0,9 | 5,8 | 817 | 149 | 34 | | | |

Fonte: Laboratório de solos e água (EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL)-Fortaleza (2022).

pH: potencial hidrogeniônico, obtido na relação solo:água de 1:2,5; MO: matéria orgânica, digestão úmida Walkley-Black; P, K⁺ e Na⁺, extração por Mehlich 1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺, extração com 1 mol L⁻¹ KCl pH 7,0; H+Al: acidez potencial, (CH₃COO)₂Ca.H₂O 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,1-7,2; Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺, extração por Mehlich 1; CTC: capacidade de troca de cátions; V: índice de saturação por bases; areia, silte e argila, método da pipeta.

Fonte: Autora (2022)

5.3 Materia prima e produção do biocarvão

A casca do coco verde (*Cocos nucifera* L.) foi o resíduo escolhido como materia prima para a produção do biocarvão devido a quantidade de resíduo produzido, além das possíveis características química da casca.

As cascas de coco verde utilizadas para a produção de biocarvão foram concedidas pela Agroindústria Paraipaba, localizada no município de Paraipaba – CE. Para a fabricação do biocarvão foi necessário a secagem do material em estufa a 65°C por 72 horas e posteriormente pesado. A materia prima foi colocada em um recipiente fechado para evitar a entrada de oxigênio, entretanto permitia a saída de gases produzidos no interior do recipiente.

O resíduo foi aquecido na fogo a lenha a uma taxa de aquecimento de aproximadamente 10°C/minuto até atingir a temperatura entre 400 e 500°C, permanecendo nessa temperatura por 6 horas um processo conhecido como pirólise lenta. Posteriormente, o material foi resfriado sem a presença de oxigênio até alcançar a temperatura de 25°C. Após resfriado o resíduo carbonizado foi pesado, triturado e peneirado em peneira de 2 mm. O material foi submetido a análise química (Tabela 2) e apresentou as características abaixo.

Tabela 2- Análise química do biocarvão

| Parâmetros | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|-----|----------------|------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------|--|
| pH | C | N | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | S- SO ²⁺ | Na ⁺ | Zn ⁺ | Cu ²⁺ | Fe ²⁺ | Mn ²⁺ | CE | |
| H ₂ O ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | dSm ⁻¹ | | |
| 9,2 | 661 | 16 | 3,4 | 42,7 | 8,9 | 5,7 | 1,0 | 6,3 | 470 | 22 | 2.593 | 57 | 8,65 | |

Fonte: Autora (2022)

5.4 Material vegetal

As sementes utilizadas no experimento foram do melão híbrido tipo amarelo - Goldex F1 (Topseed Premium). Essa cultivar foi selecionada por ser uma das mais utilizada pelos produtores da região Nordeste, bem como por apresentar boa produtividade, boa rusticidade, uniformidade no desenvolvimento dos frutos e uma excelente pós colheita, ideal para padrões de exportação (AGRISTAR, 2019). As sementes foram adquiradas em loja de produto agrícola na região.

5.5 Delineamento experimental e condução do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos na adubação de plantio, segundo recomendação de adubação para o meloeiro de 20 kg de K₂O ha⁻¹, conforme Crisóstomo et al. (2022) e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: T₁: sem aplicação de biocarvão e sem cloreto de potássio; T₂: 100% da necessidade de K₂O na forma de cloreto de potássio; T₃: 50% da necessidade de K₂O na forma de biocarvão e 50% na forma de cloreto de potássio ; T₄: 100% da necessidade de K₂O na forma de biocarvão; T₅: 125% da necessidade de K₂O na forma de biocarvão; T₆: 150% da necessidade de K₂O na forma de biocarvão.

Com base na análise química do solo (Tabela 1) e na recomendação de calagem para o meloeiro, a calagem foi realizada com antecedência de 40 dias antes do transplantio das mudas, para a elevação do índice de saturação por base V(%) para 80%, segundo recomendação de Crisóstomo et al. (2022).

Após o período de incubação, os tratamentos correspondentes a adubação potássica de plantio foram aplicados ao solo, homogeneizados em volume total e, em seguida transferidos para os vasos com capacidade de 11 litros. A adubação de plantio com fósforo foi baseada nos resultados da análise de solo e o nitrogênio, na produtividade esperada de 20 a 30 toneladas por

hectare de frutos, conforme as recomendações de Crisóstomo et al., (2022).

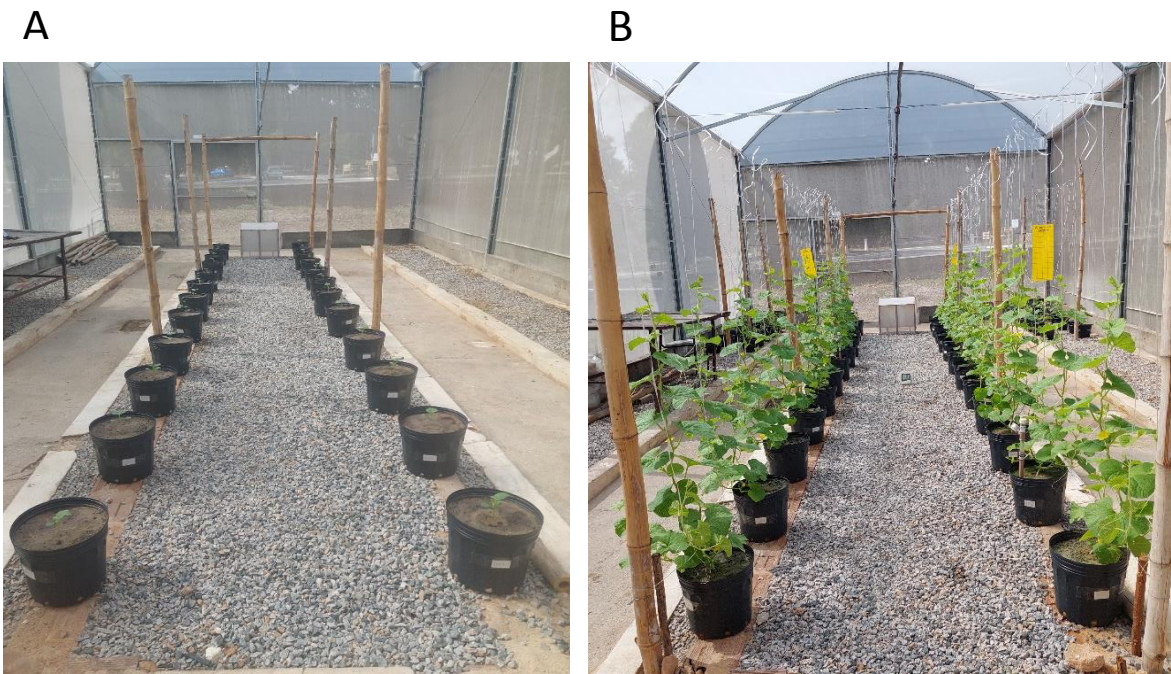
Em seguida, foi transplantada uma muda do melão Goldex com 11 dias após a sementeira (DAS). As mudas foram produzidas em sementeiras de plástico flexível com 50 células preenchidas com substrato comercial germina plant horta, sendo posteriormente realizado a sementeira adicionando uma semente por célula. Antes de iniciar o transplantio, o solo dos vasos foram umedecidos, e as bandejas também foram irrigadas para facilitar a remoção das mudas, sem prejudicar as raízes das plântulas.

5.6 Manejo da cultura

A adubação de cobertura foi parcelada ao longo do ciclo da cultura, sendo esta mineral e igual para todos os tratamentos, segundo a recomendação de Crisóstomo et al.,(2022) para a cultura do melão. A recomendação da adubação foi baseada na produtividade esperada de 20 a 30 t/ha. Os adubos utilizados foram: fosfato monoamônico (MAP), que contém 12% N e 54% P_2O_5 , cloreto de potássio (KCl) contendo 47% Cl e 58% K_2O e uréia ($CO(NH_2)_2$) tendo 46% N.

Foram transplantadas uma muda de melão para o centro de cada vaso. Os vasos foram distribuídos no centro da casa de vegetação contendo duas linhas com espaçamentos de 1 metro entre linhas e 0,7 metros entre plantas (Figura 2A). Para auxiliar na condução do experimento as plantas foram tutoradas verticalmente com a utilização de feticos de plástico em estrutura de bambu com arame (Figura 2B), todas as hastes foram conduzidas e tutoradas ao longo do desenvolvimento da cultura.

Figura 2- Unidades experimentais (2A) e tutoramento das plantas (2B).



Fonte: Autora (2022)

O controle de pragas e doenças foi feito por meio de pulverizações com inseticidas e fungicidas específicos para a cultura do melão, adequado para cada situação e de acordo com as informações sobre o produto. Foram utilizadas armadilhas adesivas para o controle da mosca branca. As plantas daninhas foram retiradas manualmente.

A polinização foi realizada de forma manual no período entre 6 às 7h da manhã, quando surgiram as primeiras flores masculinas e femininas. A polinização manual deve ser realizada nas primeiras horas do período da manhã, pois temperaturas elevadas comprometem a viabilidade do grão de pólen e, conseqüentemente, a qualidade da fertilização (MORAIS et al., 2019). Os grãos de pólen da cultura do meloeiro perdem sua efetividade após a antese, essa tem uma viabilidade de no máximo 7 horas (ABREU et al., 2008).

Foram coletadas quatro flores masculinas totalmente abertas, removendo-se as suas pétalas, deixando desprovida as anteras, e logo em seguida, foi esfregado suavemente as anteras no estigma da flor feminina (MORAIS et al., 2019). Esse procedimento foi realizado por 17 dias consecutivos.

Após o pegamento dos frutos foi realizado o raleio deixando apenas dois frutos por planta, e esses posteriormente foram colocados em redes de plástico para dar suporte ao desenvolvimento dos frutos junto a planta.

Ao longo do experimento o manejo da irrigação procedeu-se diariamente, sendo a umidade controlada por meio de tensiômetros instalados em alguns vasos. A umidade foi mantida em 10 a 30 centibares, sendo realizada a irrigação quando os tensiômetros atingiam tensão de 15 a 20 centibares (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008).

A cultura foi conduzida até o final do ciclo produtivo (aproximadamente 70 dias, após a germinação), e a colheita realizada quando o fruto alcançou as características ideais para a comercialização e consumo (SALVIANO et al., 2017). O critério utilizado para a colheita dos frutos foi a mudança na coloração da casca, apresentando coloração amarelo mais intenso e indicativo de rachaduras no tecido do pedúnculo do fruto, quando o mesmo estava se soltando facilmente.

5.7 Variáveis analisadas

5.7.1 Variáveis biométricas

Ao longo do período experimental foram realizadas avaliações biométricas não destrutivas, sempre no horário das 7 às 10h da manhã. A primeira avaliação foi realizada aos 20 DAS (dias após a semeadura), avaliando o número de folhas (NF), considerando por meio de contagem apenas as folhas completamente expandidas; a altura da planta (ALT), medida rente ao solo até o ápice apical com a utilização de uma trena; e o diâmetro do caule (DC), medido a uma altura de 5 cm do solo com a utilização de um paquímetro digital.

As demais avaliações, ocorreram aos 32, 47 e 73 DAS respectivamente. Ao final do experimento, além das avaliações não destrutivas, as plantas também foram avaliadas, de forma destrutiva, quanto a área foliar das plantas, utilizando um integrador de área foliar (LI-3100C, LI-COR). As folhas foram separadas do caule e passadas individualmente no aparelho, sendo que o valor do somatório da área individual de cada folha corresponde à área foliar da planta inteira.

Ao final do experimento, as plantas foram coletadas e separadas em folhas, caule e raízes, e posteriormente lavadas com solução de ácido clorídrico a 3% a (v:v) e água deionizada para a remoção dos resíduos de produtos fitossanitários. Em seguida, o material (folha, caule e raiz) foi identificado em sacos de papel, e levado para a estufa de circulação forçada a 65°C até apresentarem massa constante. Posteriormente, o material foi pesado, desconsiderando o peso da embalagem de papel para a obtenção da massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR).

De posse destes pesos de massas secas, foram calculados os índices fisiológicos de crescimento, segundo Benincasa (2003) e Magalhães (1985): razão de área foliar (RAF, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$); pela relação entre a área foliar e a massa seca total da planta ($\text{RAF} = \text{AF}/\text{MST}$); área foliar específica (AFE, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$), pela relação entre a área foliar e massa seca de folhas ($\text{AFE} = \text{AF}/\text{MSF}$); taxa de crescimento relativo (TCR, $\text{cm}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$), calculado por meio da razão entre o logaritmo natural da altura da primeira e da última avaliação duas amostragens sucessivas (P2 e P1) e o intervalo de tempo (t_2 e t_1) entre estas duas amostragens ($\text{TCR} = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$); taxa de crescimento absoluto (TCA, $\text{cm}^2 \text{dia}^{-1}$), pela razão entre a altura de duas amostragens (T4 e T1) e o intervalo de tempo (t_2 e t_1) entre estas duas amostragens ($\text{TCA} = \frac{T_4 - T_1}{t_4 - t_1}$); razão massa de folhas (RMF), razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total; razão massa de caules (RMC), razão entre a massa seca de caules e a massa seca total; razão massa de raízes (RMR), razão entre a massa seca de raízes e a massa seca total; razão raiz- parte aérea (R/PA) razão massa de raízes, pela massa seca da parte aérea.

5.7.2 Variáveis fisiológicas

Foram realizadas três avaliações de trocas gasosas aos 20, 32 e 47 DAS coincidindo com o período de início do desenvolvimento, início da floração e início da frutificação da cultura do melão, sempre no período entre 9 às 11h da manhã, nas folhas com limbo completamente expandido, a partir do ápice da planta.

As características de assimilação líquida de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática ao vapor de água (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mm de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), razão entre as concentrações interna e ambiente de CO₂ (C_i/C_a) foram determinadas utilizando-se um analisador portátil de gás no infravermelho (IRGA, LI-COR- Li6400 XT), com concentração de CO₂ na câmara a 400 mol⁻¹ mol e 1500 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A eficiência no uso da água (EUA) foi determinada pela razão entre (A/E) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (SINCLAIR; TANNER; BENNETT, 1984).

6 ANÁLISES ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variáveis pelo teste F, e quando significativos, foram realizadas análise de regressão das doses de biocarvão, utilizando o software estatístico SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2014).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Análise de crescimento

O crescimento das plantas de meloeiro não apresentou efeito significativo para a interação doses de biocarvão da casca do coco verde e tempo de avaliação (Tabela 3). Entretanto, o número de folhas e o diâmetro do caule apresentaram efeitos significativos apenas para o tempo de avaliação ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Já a altura das plantas foi influenciada tanto pelas doses de biocarvão quanto pelo tempo de avaliação, ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Tabela 3 - Análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura de plantas (ALT) e diâmetro do caule (DC) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação.

| | | NF | ALT | DC |
|------------------------|-----|----------------------|--------------------|--------------------|
| | | | cm | Mm |
| Doses (D) ¹ | 0 | 48,56 | 118,44 | 10,74 |
| | 100 | 52,31 | 133,25 | 10,96 |
| | 125 | 49,75 | 123,94 | 10,69 |
| | 150 | 50,63 | 118,56 | 10,48 |
| Tempos (T) | 20 | 4,00 | 18,00 | 5,97 |
| | 32 | 38,63 | 119,94 | 9,85 |
| | 47 | 77,81 | 173,44 | 13,85 |
| | 73 | 80,81 | 182,81 | 13,21 |
| | | Teste F ² | | |
| D | | 1,51 ^{ns} | 9,45** | 0,85 ^{ns} |
| T | | 798,89** | 1115,96** | 288,39** |
| D x T | | 0,74 ^{ns} | 1,34 ^{ns} | 1,46 ^{ns} |
| C.V. (%) | | 10,23 | 7,33 | 7,95 |

¹ Doses de biocarvão: referentes a necessidade de K₂O recomendada para o plantio do meloeiro;

² ns, ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade.

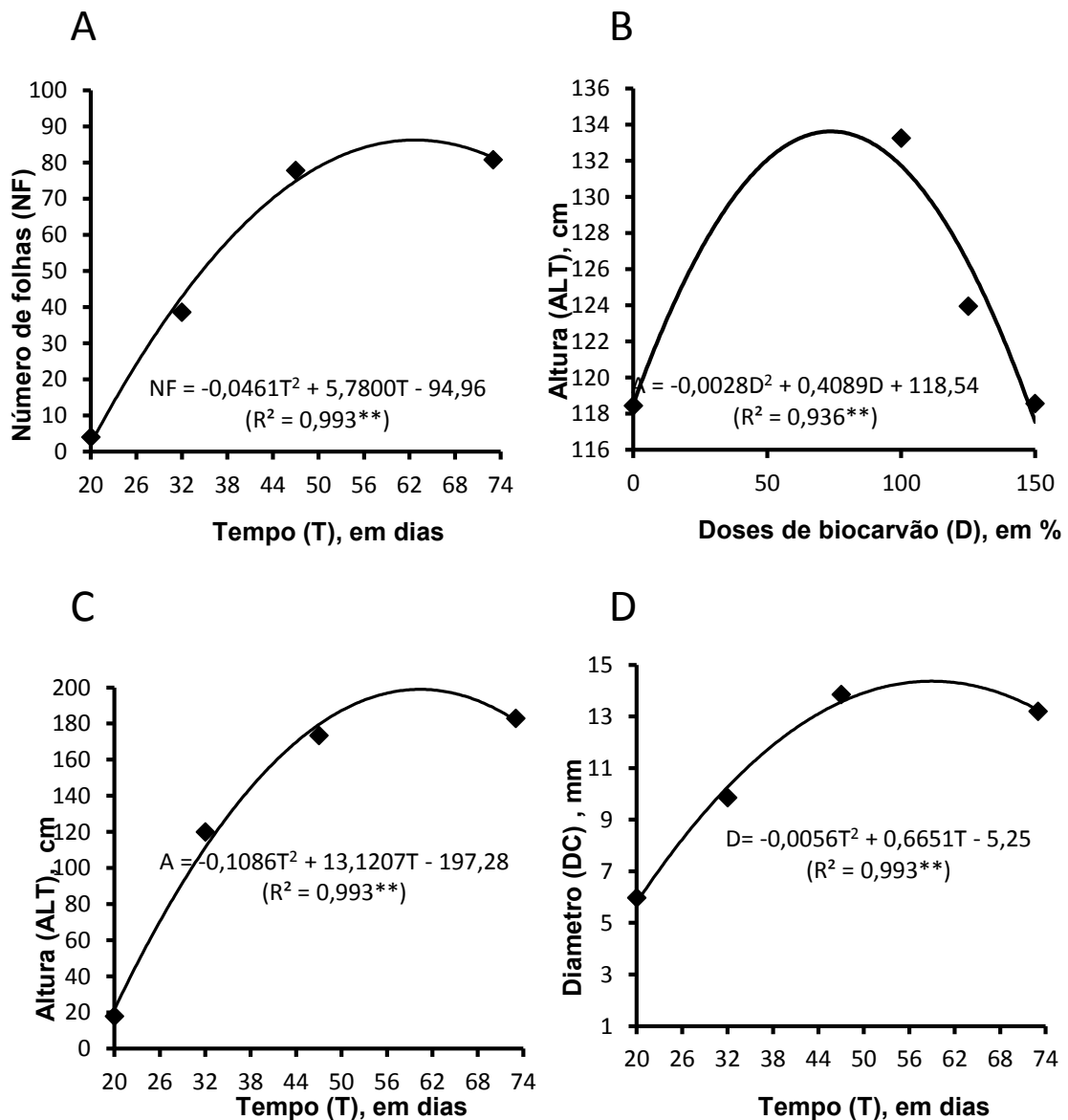
Fonte: autora (2023)

Considerando o fator tempo de avaliação, todas as variáveis de crescimento ajustaram-se ao modelo polinomial de segundo grau (Figura 3). Os valores máximos de número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule foram obtidos aos 62,8; 60,4 e 59,4 dias após a semeadura do meloeiro. Esses valores máximos foram obtidos quando as plantas se encontravam no estágio fenológico reprodutivo, em que as mesmas já apresentaram o máximo de crescimento no estágio anterior. No estágio vegetativo, ocorre inicialmente um crescimento mais lento e posteriormente um crescimento exponencial, seguido por pouco aumento na massa foliar Crisóstomo et al., (2022). No período exponencial de crescimento, cerca de 80% do crescimento é destinado a parte aérea. A alocação dos fotoassimilados no início do desenvolvimento das plantas são destinados ao crescimento, tanto da parte aérea quanto das raízes, sendo necessário o pleno

desenvolvimento das plantas para posteriormente, o desenvolvimento dos frutos (SALVIANO et al., 2017;TAIZ; ZEIGER, 2006).

Em relação a altura das plantas, foi verificado a influência da aplicação das doses de biocarvão da casca do coco verde, sendo a máxima altura obtida com a dose equivalente a 73% da recomendação de K_2O para o plantio do meloeiro (Figura 3B). As plantas que receberam a dose 73% de biocarvão apresentaram altura de 131,34 cm, o que representa um ganho de 10,8% em altura, em relação ao tratamento que não recebeu biocarvão, cuja altura das plantas foi de 118,44 cm.

Figura 3– Número de folhas (A), altura de plantas (B e C) e diâmetro do caule (D) em plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação.



Fonte: Autora (2023)

Para as variáveis massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e massa seca da parte aérea (MSPA), apenas a massa seca do caule (MSC) apresentou efeito significativo a 5% probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância para as variáveis massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e massa seca da parte aérea (MSPA) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde.

| | | MSF | MSC | MSR | MST | MSPA |
|------------------------|-----|----------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | ----- g por planta ----- | | | | |
| Doses (D) ¹ | 0 | 22,20 | 9,97 | 1,20 | 33,37 | 32,17 |
| | 100 | 25,18 | 12,11 | 1,53 | 38,78 | 37,25 |
| | 125 | 23,83 | 10,97 | 1,40 | 36,21 | 34,80 |
| | 150 | 23,27 | 11,29 | 1,10 | 35,66 | 34,56 |
| | | ----- Teste F ² ----- | | | | |
| Tratamentos | | 2,70 ^{ns} | 3,61 [*] | 2,29 ^{ns} | 2,93 ^{ns} | 3,01 ^{ns} |
| C.V. (%) | | 6,31 | 8,41 | 19,74 | 7,21 | 6,90 |

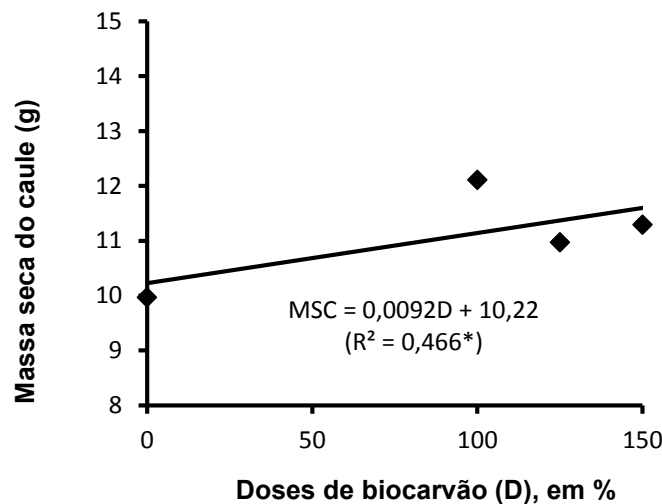
¹Doses de biocarvão: referentes a necessidade de K₂O recomendada para o plantio do meloeiro;

² ns, ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade

Fonte: Autora (2023)

A massa seca do caule se ajustou ao modelo polinomial de primeiro grau (Figura 4). A MSC foi influenciada pelas doses de biocarvão da casca de coco verde, verificando-se um aumento de 11,5% na massa seca do caule quando comparada a dose de 100% com a não aplicação do biocarvão. As plantas que receberam a dose 100% de biocarvão apresentaram MSC de 11,12 g. O caule é um órgão que serve para dar sustentação as plantas, e para condução de substancias (LACERDA et al., 2007). A aplicação do biocarvão favoreceu maior desenvolvimento desse órgão.

Figura 4 – Massa seca do caule (MSC) em plantas de meloeiro, em função de doses de biocarvão da casca do coco verde.



Fonte: Autora (2023)

Dentre as variáveis analisadas abaixo, apenas a área foliar (AF) respondeu significativamente ao nível de 1% probabilidade para as doses de biocarbvão (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise de variância para as variáveis área foliar (AF), razão área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão raiz parte aérea (R/PA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em plantas de melão, em função das doses de biocarbvão da casca do coco verde.

| | | AF | RAF | AFE | R/PA | TCR | TCA |
|------------------------|-----|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | | cm ² | cm ² g ⁻¹ | cm ² g ⁻¹ | g g ⁻¹ | cm cm ⁻¹ dia ⁻¹ | cm dia ⁻¹ |
| Doses (D) ¹ | 0 | 5944,58 | 178,90 | 268,49 | 0,04 | 0,5 | 3,08 |
| | 100 | 6787,83 | 175,58 | 270,69 | 0,04 | 0,4 | 3,32 |
| | 125 | 6418,48 | 177,28 | 269,25 | 0,04 | 0,4 | 3,12 |
| | 150 | 6162,63 | 173,21 | 265,33 | 0,03 | 0,4 | 2,92 |
| Teste F ² | | | | | | | |
| Tratamentos | | 6,31** | 0,19 ^{ns} | 0,12 ^{ns} | 2,26 ^{ns} | 1,69 ^{ns} | 1,73 ^{ns} |
| C.V. (%) | | 4,56 | 6,16 | 4,95 | 17,06 | 6,43 | 8,16 |

¹ Doses de biocarbvão: referentes a necessidade de K₂O recomendada para o plantio do meloeiro;

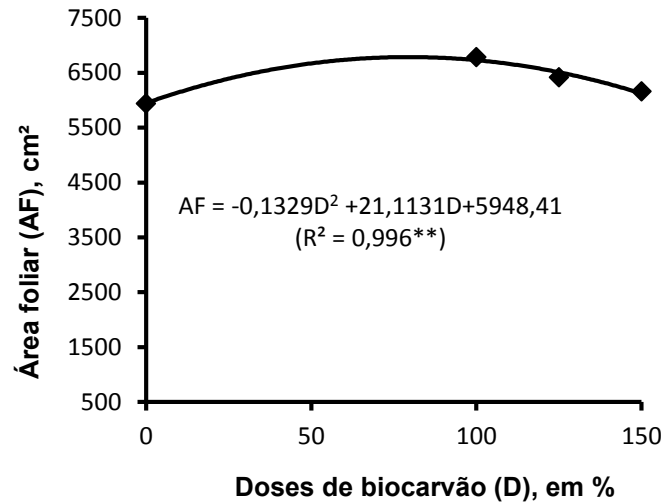
² ns, ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2023)

A área foliar se ajustou ao modelo polinomial de segundo grau. O máximo valor obtido para a área foliar das plantas de melão foi com a dose equivalente a 79,4% da recomendação de K₂O para o plantio do meloeiro (Figura 5). Verificando-se um aumento de 13,2% na área foliar quando se comparada a dose de 79,4% com a não aplicação do biocarbvão.

As plantas foram conduzidas verticalmente, isso proporcionou uma maior distribuição das folhas, diminuindo o sombreamento, conseqüentemente proporcionando uma maior superfície fotossintetizante, pois com o desenvolvimento do meloeiro ocorre um aumento na sua área foliar (VIEIRA et al., 2017).

Figura 5 – Área foliar de plantas de meloeiro, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde.



Fonte: Autora (2023)

A razão da massa do caule (RMC) foi a única variável que apresentou efeito significativo a 1% probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6- Análise de variância para razão da massa foliar (RMF), razão da massa do caule (RMC) e razão da massa da raiz (RMR) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde.

| | | RMF | RMC | RMR |
|------------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| Doses (D) ¹ | 0 | 0,67 | 0,30 | 0,04 |
| | 100 | 0,65 | 0,31 | 0,04 |
| | 125 | 0,67 | 0,30 | 0,04 |
| | 150 | 0,66 | 0,32 | 0,03 |
| ----- | | | | |
| Teste F ² | | | | |
| Tratamentos | | 1,17 ^{ns} | 6,44 ^{**} | 2,33 ^{ns} |
| C.V. (%) | | 1,49 | 2,00 | 15,69 |

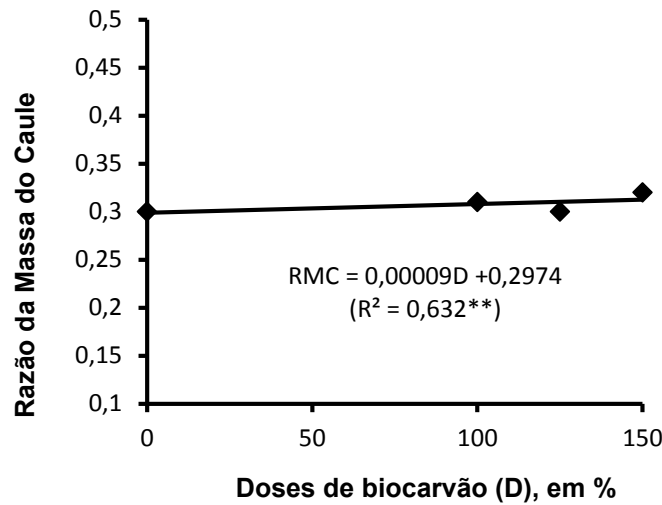
¹ Doses de biocarvão: referentes a necessidade de K₂O recomendada para o plantio do meloeiro;

² ns, ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2023)

Em relação a razão da massa do caule, esta ajustou-se ao modelo polinomial de primeiro grau (Figura 6). Foi verificada a influência da aplicação das doses de biocarvão da casca do coco verde, sendo que as plantas que receberam a dose 100% de biocarvão apresentaram uma razão da massa de caule de 0,31 o que representa um ganho de 3,33% em biomassa seca alocada no caule, em relação ao tratamento que não recebeu biocarvão, e a MSC das plantas foi de 0,30.

Figura 6 – Razão massa do caule (RMC) em função de doses de biocarvão da casca do coco verde.



Fonte: Autora (2023)

7.2 Análise fisiológica

Para as variáveis de trocas gasosas, a fotossíntese líquida (A), apresentou resposta significativa para interação dos fatores doses e tempo de avaliação ao nível de 1% ($p < 0,01$). Já as demais variáveis, condutância estomática (g_s), transpiração (E) e eficiência de carboxilação (EiC) apresentaram resposta significativa para interação dos fatores doses e tempo de avaliação ao nível de 5% ($p < 0,01$), com exceção das variáveis razão C_i/C_a (C_i/C_a) e eficiência do uso da água (EUA) que apresentaram efeito significativo para os fatores de forma isolada (Tabela 7).

Tabela 7- Variáveis de trocas gasosas fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), taxa de transpiração (E), razão entre concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), eficiência do uso da água (EUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de melão, em função das doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação.

| | | A | g_s | E | C_i/C_a | EUA | EiC |
|------------------------|----|---|--|---|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | $\mu\text{mol } CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | $\text{mol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | $\text{mmol } \text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | | | |
| Tempo (T) | 20 | 26,02 ^a | 0,55 ^a | 11,59 ^a | 0,76 ^a | 0,45 ^a | 0,09 ^a |
| | 32 | 18,88 ^b | 0,30 ^b | 6,80 ^b | 0,69 ^b | 0,39 ^b | 0,07 ^b |
| | 47 | 10,01 ^c | 0,16 ^c | 3,79 ^c | 0,69 ^b | 0,36 ^b | 0,04 ^c |
| Teste F ² | | | | | | | |
| Doses (D) ¹ | | 118,60** | 6,30** | 9,88** | 1,08 ^{ns} | 2,93* | 40,73** |
| Tempo(T) | | 1078,72** | 316,80** | 380,48** | 8,06** | 9,75** | 290,45** |
| D x T | | 4,85** | 2,81* | 2,59* | 0,67 ^{ns} | 1,23 ^{ns} | 2,38* |
| C.V. (%) | | 5,34 | 13,23 | 10,76 | 7,34 | 15,00 | 9,62 |

continua.

¹ Doses de biocarvão: referentes a necessidade de K₂O recomendada para o plantio do meloeiro;

² ns, ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Autora (2023)

As variáveis fisiológicas fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), taxa de transpiração (*E*), eficiência de carboxilação (EiC) foram influenciadas de forma significativas tanto pelo tempo de avaliação quanto pelas doses de biocarvão da casca do coco verde (FIGURA 7). A variável razão entre concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca) apresentou apenas influencia significativa para o fator isolado tempo. Já a eficiência do uso da água (EUA) apresentou influencia significativa para os fatores dose e tempo de forma isolada.

Todas as variáveis foram analisadas nos seguintes tempos de avaliação 20,32 e 47 dias após a semeadura (DAS), bem como todas ajustaram-se ao modelo polinomial de segundo grau, exceto as variáveis razão entre concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca) e eficiência do uso da água (EUA) que ajustaram-se ao modelo polinomial de primeiro grau.

Para a variável fotossíntese líquida (*A*) as doses de biocarvão que favoreceram a máxima fotossíntese líquida foram: 87,7%; 86,2% e 76,7% para a recomendação de K₂O para o plantio do meloeiro nos tempos de avaliação 20,32 e 47 dias após a semeadura (DAS), respectivamente.

A fotossíntese líquida (*A*) encontrada aos 20 DAS foi a de 28,9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose que corresponde a 87,7% para a recomendação de K₂O para o plantio do meloeiro. Aos 32 DAS a maior fotossíntese líquida foi a de 22,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose que corresponde a 86,2% para a recomendação de K₂O e aos 47 DAS a maior fotossíntese líquida foi a de 12,7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de biocarvão que corresponde a 76,7% para a recomendação de K₂O para a cultura do melão (Figura 7A).

Para a variável condutância estomática (*gs*) as doses de biocarvão que favoreceram a máxima condutância estomática (*gs*) foram: 83,3 % aos 32 DAS e 73,7% 47 DAS.

A condutância estomática (*gs*) não foi significativa aos 20 DAS. Aos 32 DAS a maior condutância estomática (*gs*) foi a de 0,35 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose que corresponde a 83,3 % para a recomendação de K₂O e aos 47 DAS a (*gs*) foi de 0,21 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de biocarvão que corresponde a 73,7% para a recomendação de K₂O para a cultura do melão (Figura 7B).

Para a variável transpiração (*E*) as doses de biocarvão que favoreceram a máxima transpiração (*E*) foram: 83,1 % aos 32 DAS e 72,9 % aos 47 DAS.

A transpiração (*E*) encontrada aos 20 DAS não foi significativa. Aos 32 DAS a maior

transpiração foi $7,8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose que corresponde a 83,1 % para a recomendação de K_2O e aos 47 DAS a maior transpiração foi de $5,1 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de biocarvão que corresponde a 72,9% para a recomendação de K_2O para a cultura do melão (Figura 7C).

Para a variável eficiência de carboxilação as doses de biocarvão que favoreceram a máxima eficiência de carboxilação foram: 80,8%; 85,7 % e 80,0% para a recomendação de K_2O para o plantio do meloeiro nos tempos de avaliação aos 20, 32 e 47 dias após a semeadura (DAS).

A eficiência de carboxilação encontrada aos 20 DAS foi a de 0,86 na dose que corresponde a 80,8% para a recomendação de K_2O para o plantio do meloeiro. Aos 32 DAS a maior eficiência de carboxilação foi 0,07 na dose que corresponde a 85,7 % para a recomendação de K_2O e aos 47 DAS a maior eficiência de carboxilação foi de 0,04 na dose de biocarvão que corresponde a 80,0% para a recomendação de K_2O para a cultura do melão (Figura 7D).

O termo fotossíntese se trata da “síntese usando a luz”. As espécies vegetais autotróficas captam e utilizam os raios solares para quebrar a molécula de água, liberando O_2 , e reduzindo CO_2 , produzindo açúcares (TAIZ; ZEIGER, 2006).

As plantas necessitam de luz solar, água e gás carbônico (CO_2) para a realização da fotossíntese. As plantas absorvem água e nutrientes pelas raízes, que são conduzidos por meio de seus vasos condutores até as folhas, por meio da abertura estômática é realizada as trocas gasosas. Os estômatos regulam a entrada de CO_2 atmosférico para dentro da folha para ser realizada a fotossíntese e simultaneamente ocorre a saída de água via transpiração, sendo importantes estruturas na regulação da eficiência do uso da água pelas plantas (PACHECO; LAZZARINE; ALVARENGA, 2021).

As doses de biocarvão influenciaram de forma positiva na fisiologia das plantas por meio do aumento de variáveis que estão ligadas diretamente a produção de biomassa e desenvolvimento das plantas, como por exemplo: fotossíntese líquida, condutância estômática, transpiração e a eficiência instântanea de carboxilação. Resultados similares foram encontrados por Castro (2021) por meio da aplicação de biocarvão da casca do coco verde como atenuador do estresse salino.

A utilização da casca do coco verde proporcionou a liberação de íons potássicos absorvidos, proporcionando uma maior concentração osmótica das células guardas, deixando o ostíolo aberto para a realização das trocas gasosas (LACERDA; ENÉAS; PINHEIRO, 2007). A abertura estômática contribuiu para a entrada de CO_2 no mesófilo das folhas, elevando a concentração interna desse gás e dessa forma a fotossíntese, porém, causando um aumento tanto

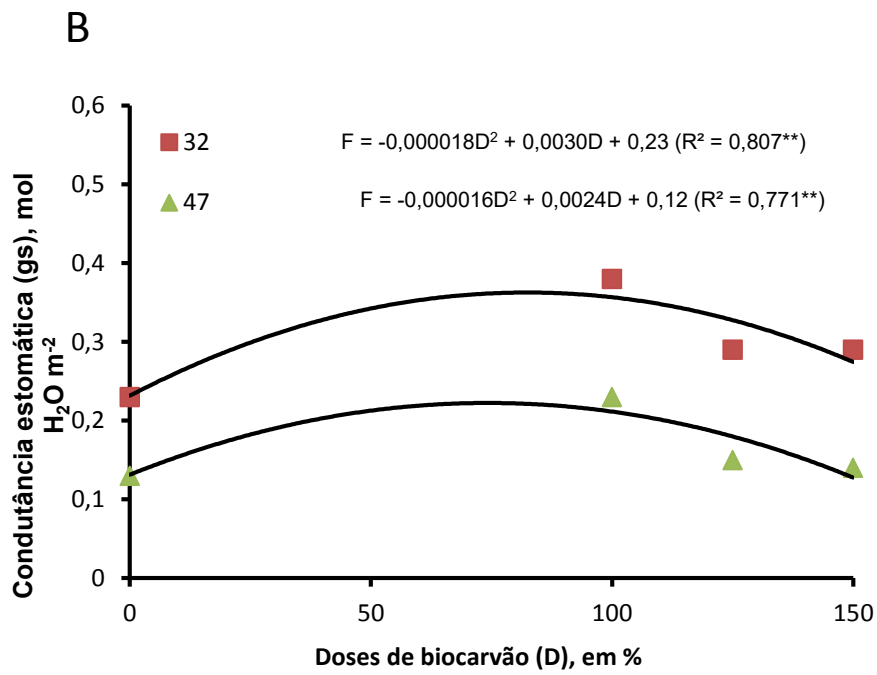
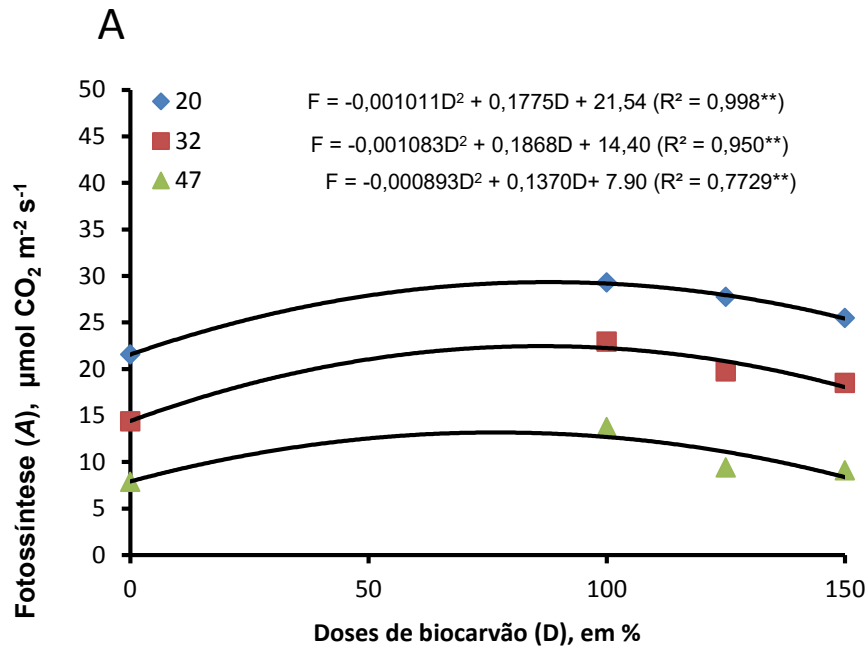
na respiração como no consumo de água (TAIZ et al., 2017).

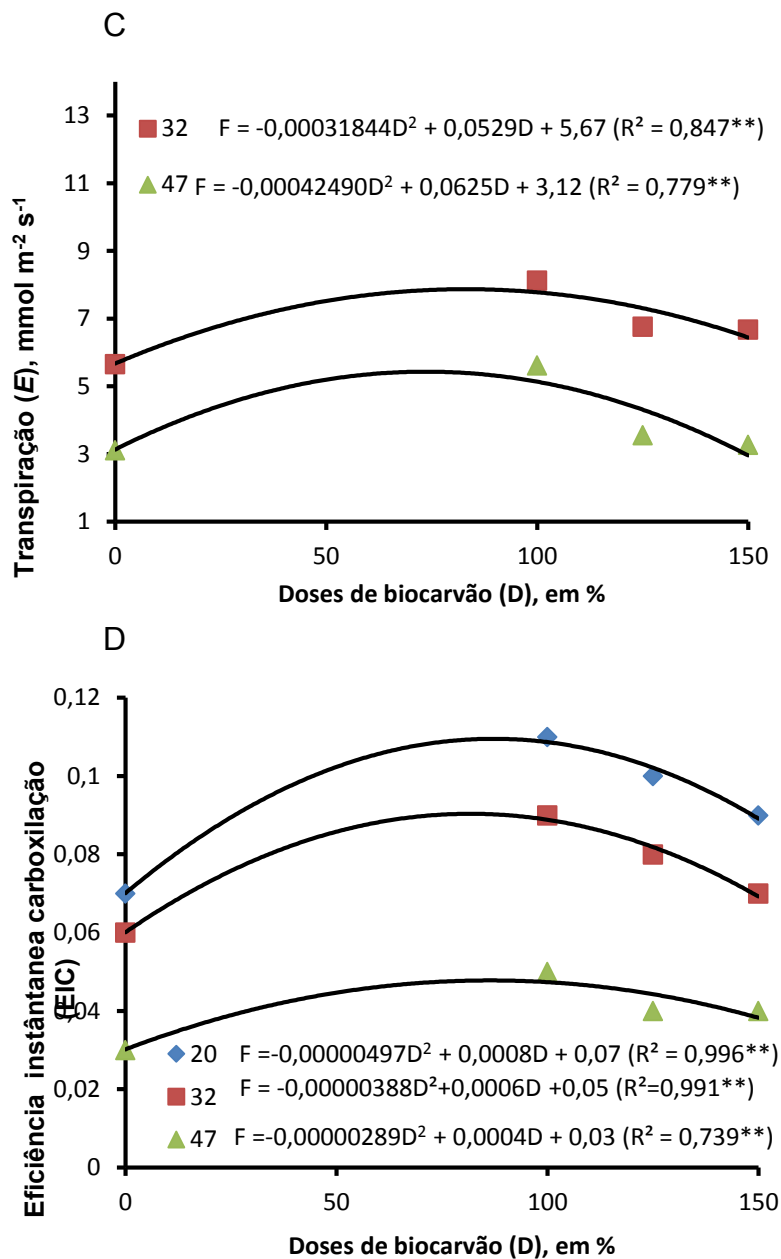
As plantas de meloeiro apresentaram valores diferentes para a variável condutância estomática ao longo do seu ciclo fenológico. Essa redução dos valores de (g_s) durante o desenvolvimento das plantas se dá pelo fato do ajuste do aparelho fotossintético, pois com o desenvolvimento da cultura ocorre um aumento na sua área foliar, bem como também, um aumento na quantidade de estômatos, proporcionando uma maior troca gasosa, a eficiência do aparelho fotossintético permite o crescimento da cultura sem desidratar as plantas (VIEIRA et al., 2017).

A variável transpiração acompanha a variável condutância estomática, pois os estômatos é a principal via de perda de água das plantas, pois a planta está realizando fotossíntese e é inevitável a perda de água durante esse processo (Filho et al., 2015; TAIZ; ZEIGER 2006).

A eficiência instantânea de carboxilação se trata da velocidade de fixação de dióxido de carbono que é absorvido e utilizado no processo de fotossíntese, este no qual, não depende só da concentração de CO_2 mais também do aceptor e da atividade enzimática (PEIXOTO, 2020).

Figura 7 – (A) Fotossíntese líquida (A), (B) condutância estomática (g_s), (C) transpiração (E) e (D) eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de melão em função das doses de biocarvão da casca de coco verde.





Fonte: Autora (2023)

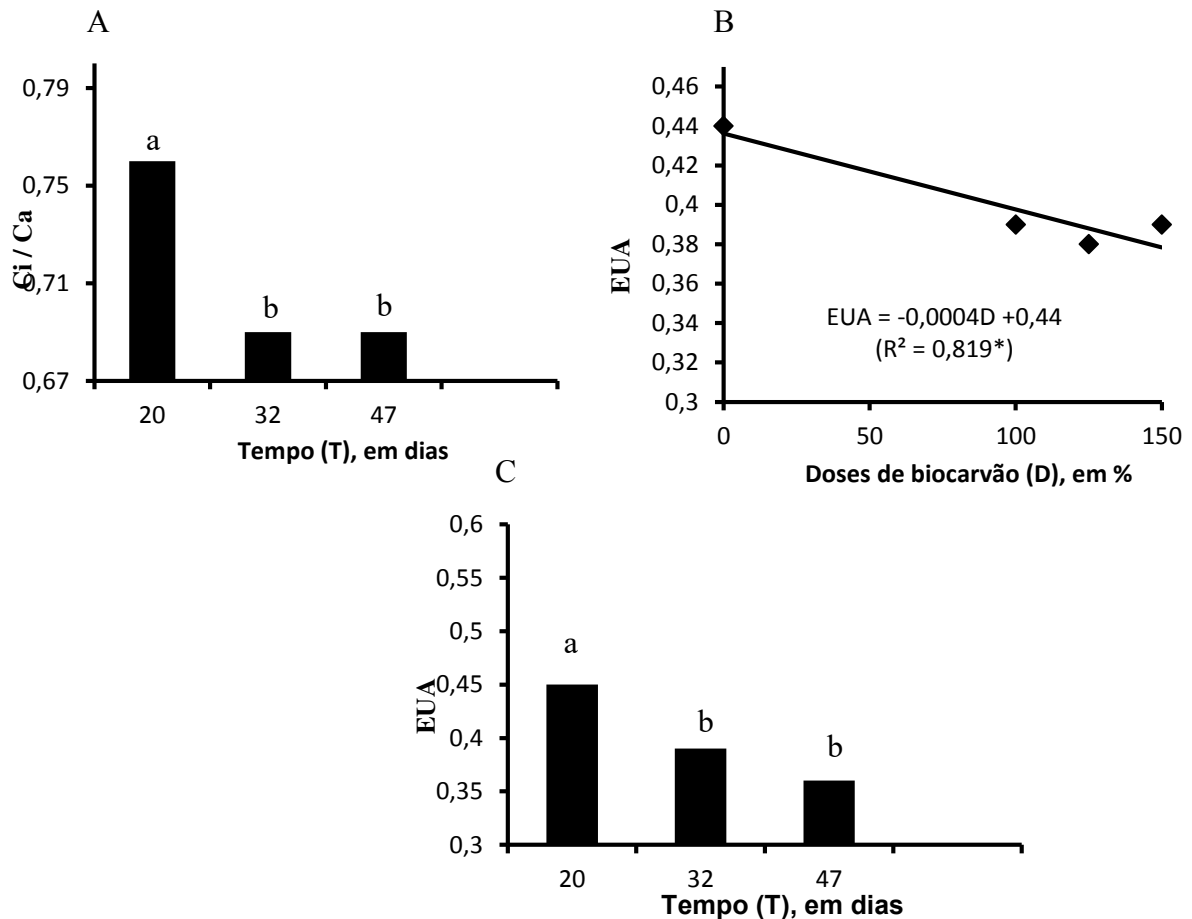
Para as variáveis razão entre concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca) e eficiência do uso da água (EUA) observou-se ajuste ao modelo polonomial de primeiro grau.

A razão entre concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca) foi mais eficiente por volta dos 40 DAS, demonstrando maior fixação de CO₂, pois quanto maior a taxa de fotossíntese, necessita-se de mais dióxido de carbono para ser fixado, dessa forma, a concentração interna no mesofilo foliar é reduzida (PEIXOTO, 2020) (Figura 8A).

Já a variável eficiência do uso da água (EUA) não foi influenciada pelas doses de

biocarvão da casca de coco verde. As doses de biocarvão da casca do coco verde promoveu a diminuição da eficiência do uso da água, as plantas que receberam a dose 100% de biocarvão apresentaram uma eficiência do uso da água de 0,40 e as que não receberam nenhuma dose apresentaram uma eficiência de 0,44 (Figura 8B). O biocarvão apresenta uma estrutura bastante poroso, disponibilizando água para a cultura (MAIA, 2010). Porém, nesse trabalho não favoreceu a detenção de água, (Figura 8C). A eficiência do uso da água se caracteriza pelo índice de fotossíntese pela transpiração (PEIXOTO, 2020).

Figura 8 – Razão entre concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca) (A) em função do tempo de avaliação e eficiência do uso da água (EUA) (B e C) em função de doses de biocarvão da casca do coco verde e do tempo de avaliação.



Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Autora (2023)

8 CONCLUSÃO

A aplicação de biocarvão de casca de coco verde ao solo proporcionou incremento na altura, no diâmetro do caule, na área foliar e favoreceu os processos fotossintéticos do meloiero. A dose de 100% da recomendação de K_2O na forma de biocarvão da casca do coco verde foi a que melhor contribuiu para o crescimento e para a eficiência fotossintética do melão Goldex F1.

REFERÊNCIAS

- ABREU, T. B. et al. Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Mossoró, v. 52, n. 1, p. 43-46, 2008.
- AGRISTAR. **Catálogo de Produtos, 2019-2020. Topseed Premium**. São Paulo: Agristar, 2019. 36 p.
- ANGELLOTE, F.; COSTA, N. D. **Sistema de Produção de Melão**. Embrapa Semiárido: Sistemas de Produção 5, Petrolina, 2010. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/clima.html#5. Acesso em: 18 de junho de 2023.
- BENINCASA, M. M. P. **Análises de crescimento de plantas: Noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018, 535 p.
- CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco verde (*Coccus nucifera L.*) para produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 321-330, 2016.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; NOZOMU, M. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- CASTRO, C. S. **Biochar da casca de coco verde como atenuador do estresse salino em soja**. 2021. Monografia (título de Engenheira Agrônoma) –Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- CELIN, E. F. et al. Agronegócio brasileiro do melão na última década. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 246-253, 2014.
- CLIMATE-DATA. **Clima Fortaleza (Brasil)**. [2023] Site. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/ceara/fortaleza-2031/>. Acesso em 2 de março de 2023.
- COSTA, N. D.; LEITE, W. N. Manejo e Conservação do Solo e da Água: **Potencial Agrícola do Solo para o Cultivo do Melão**. Embrapa: Semiárido, Barreiras, 2007. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35801/1/OPB1292.pdf>. Acesso em: 9 de junho de 2023.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, Irrigação, Hídricos e Práticas Culturais para Meloeiro no Nordeste**. Embrapa: Circular Técnica 14. Fortaleza, 2002. 21p.

DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa Solos, Documentos 132, 2. ed., Rio de Janeiro, 2011. 230p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPEL, 2008. 183 p.

FILHO, J. V. P.; BEZERRA, F. M. L.; CHAGAS, K. L.; SILVA T.C.; PERREIRA, C. C. M. S. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada Online**, v.9, n.178, 2015.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Acomputer statistical analysis sytem. Ciência e agrotecnologia, v.35,n.6,p.1039-1042, 2014.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão e mudanças climáticas**: Sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pragas de carbono e hídrica. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 304p.

FONTES, H. R. et al. Cultivo de coco. **Blog Campo & Negócios online**. Uberlândia, 17 de março de 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/cultivo-de-coco/>. Acesso em 19 de maio de 2023.

GOOGLE MAPS. **UFC, Campus do Pici**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/3%C2%B044'26.0%22S+38%C2%B034'29.3%22W/@-3.7405376,-38.5773659,17z/data=!3m1!4b1!4m4!3m3!8m2!3d-3.740543!4d-38.574791>. Acesso em 7 de maio de 2023.

GUIMARÃES, J. A. et al. **Recomendações para o manejo das principais pragas do meloeiro na região do semi-árido nordestino**. Embrapa: Circular técnica 24. Fortaleza, 2005. 9 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Produção de coco da baía**. [2021] Site. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/br>. Acesso em 15 de maio de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção agrícola-lavoura temporária** [2021] Site. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/14/0?tipo=ranking&indicador=10347&ano=2021>. Acesso em 23 de maio de 2023.

Internacional Biochar Initiative, **Sobre Biochar** [2022] Site. Disponível: <https://biochar-international.org/about-biochar/>. Acesso em 11 de junho de 2023

KÖPPEN, W. Handbuch der Klimatologie: Das geographische System der Klimate. Berlin, 1936.

LACERDA, C. F.; ENÉAS, J.; PINHEIRO, C. B. Fisiologia vegetal. Fortaleza, 2007. 352p.

LAURENTINO, L. G. S. **Influência do biocarvão na fertilidade do substrato, emergência e crescimento inicial de mudas de melão e mamão**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –Universidade Federal Campina Grande, Campina Grande, 2021.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: Science, Technology and Implementation**, 2. ed. New York, 2015.

LEHMANN, J.; SILVA Jr. J. P.; STEINTER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; CLASER, B. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central Amazon basin: fertilizer, manure and amendment. **Plant and Soil**, p. 343-357, 2003.

LUCON, I. M. **Biocarvão nos atributos físicos, químicos e produtividade do milho em solo sob clima tropical**. 2019. Tese (Doutorado em agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico, Campinas, 2019.

KATTERER, T.; ROOBROECK, D.; ANDRÉN, O.; KIMUTAI, G.; KARLTUN, E.; KIRCHMANN, H.; NYBERG, G.; VANLAUWE, B.; NOWINA, K. R. Biochar addition persistently increased soil fertility and yields in maize-soybean rotations over 10 years in sub-humid of Kenya. **Elsevier**, p. 1-9, 2019.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: FERRI, M.G. (Ed.). Fisiologia vegetal. São Paulo: Universidade de São Paulo, v.1, p.332- 349. 1985.

MAIA, C. M. B. F. **Biochar: Uma nova ferramenta no manejo de solos**. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL, 11., 2010, Colombo. Anais [...]. Paraná: Embrapa

Florestas, 2010. 7p.

MAIA, C. M. B. F.; LIMA, R. M.; GUIOTOKU, M. **Efeito da temperatura final de carbonização nas propriedades físico-químicas do biocarvão da fibra do coco.** Embrapa: Comunicado técnico 323. Colombo, 2013. 4p.

Miguel, A. A. et al. Comportamento produtivo e características pós-colheita de híbridos comerciais de melão amarelo, cultivados nas condições do litoral do Ceará. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v.32, n.3, p.756-761, 2008.

MORAIS, A. A.; MELO, R. A. C.; SILVA, J.; BRANDÃO, M.; PERREIRA, R. B.; OLIVEIRA, V. R. **Cultivo de melão nobre tipo cantaloupe em substrato sob ambiente protegido.** Embrapa: Circular técnica 166. Brasília, 2019. 42 p.

MUNIZ, L. F. et al. Classificação climática para o estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. 8p.

NEGREIROS, A. M. P. **Crescimento, produção e qualidade do melão produzido sob lithothamnium.** 2015. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2015.

NÓBREGA, I. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: Sequestro de carbono no solo.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiente) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R.; SANTOS, T. C. **Tecnologia para a Biodegradação da Casca de Coco Seco e de outros Resíduos do Coqueiro.** Embrapa: Circular técnica 46. Aracaju, 2007. 6p.

OLIVEIRA, A. R. F. **Biochar da casca do coco verde como atenuante dos efeitos da salinidade na cultura do sorgo.** 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

PACHECO, F. V.; LAZZARINE, L. E. S.; ALVARENGA, I. C. Metabolismo relacionado com a fisiologia dos estômatos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia, v.18 n.36; p. 186-2021.

PEIXOTO, C. P. **Princípios de Fisiologia vegetal: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: Pod, 2020. p. 257.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P. **Água de coco: métodos de conservação**. Embrapa – CNPAT / SEBRAE/CE. Documentos 37. Fortaleza, 2000. 40p.

ROSA, M. F. et al. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde**. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico 61. Fortaleza, 2001. 4 p.

ROSA, M. F. et al. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos 52. Fortaleza, 2002. 24p.

SALVIANO, A. M. et al. A cultura do melão. 3. ed. **rev. e atual**. Brasília: Embrapa, Coleção Plantar 76, 2017. 202p.

SILVA, H. R. et al. **Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais**. Circular Técnica, Minas Gerais, v. 20, 2000, p. 22.

SINCLAIR, T.R.; TANNER, C.B.; BENNETT, J.M. **Water use efficiency in crop production**. BioScience, v.34. n.1, p36-40, 1984.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação na cultura do melão**. Brasília: Embrapa Cocais, 2011, cap 23. p 659-687. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/908094/irrigacao-e-fertirrigacao-na-cultura-do-melao>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

VIEIRA, D. A.; CARVALHO, M. M. P.; ADAIR, S.T.; MARINHO, L.B.; MESQUITA, A. C. **Produção de matéria seca e fisiologia em meloeiro submetido ao estresse hídrico em regiões semiáridas**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085133/producao-de-materia-seca-e-fisiologia-em-meloeiro-submetido-ao-estresse-hidrico-em-regiao-semiarida>. Acesso em 5 de maio de 2023.

