

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM AGRONOMIA

WARLYTON SILVA MARTINS

EFEITOS ANTAGÔNICOS DE AUXINAS E SACAROSE EXÓGENOS SOBRE O
AMADURECIMENTO DO MELÃO AMARELO CV. ELDORADO NÃO-CLIMATÉRICO

PONTA GROSSA – PR
2021

WARLYTON SILVA MARTINS

EFEITOS ANTAGÔNICOS DE AUXINAS E SACAROSE EXÓGENOS SOBRE O
AMADURECIMENTO DO MELÃO AMARELO CV. ELDORADO NÃO-CLIMATÉRICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Curso de Mestrado da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Agricultura. Linha de Pesquisa: Fitotecnia e Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

Co-Orientador: Dr. Aducto Bellarmino de Pereira Netto

M386 Martins, Warlyton Silva
Efeitos antagônicos de auxinas e sacarose exógenos sobre o amadurecimento do melão amarelo CV. eldorado não -climatérico / Warlyton Silva Martins. Ponta Grossa, 2021.
64 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio a Ayub.
Coorientador: Prof. Dr. Aducto Bellarmino de Pereira Netto.

1. Cucumis melo l. 2. Açúcares. 3. Hormônios. 4. Maturação. I. Ayub, Ricardo Antonio a. II. Netto, Aducto Bellarmino de Pereira. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Agricultura. IV.T.

CDD: 634



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

Título da Dissertação: “**EFEITOS ANTAGÔNICOS DE AUXINAS E SACAROSE EXÓGENOS SOBRE O AMADURECIMENTO DO MELÃO AMARELO CV. ELDORADO NÃO-CLIMATÉRICO.**”.

Nome: **Warlyton Silva Martins**

Conceito

Aprovado

Reprovado

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

Prof^ª. Dr^ª. Amanda Regina Godoy Baptistiano

Prof. Dr. Aduacto Bellarmino de Pereira Netto



Documento assinado eletronicamente por **Aduacto Bellarmino de Pereira Netto, Usuário Externo**, em 14/09/2021, às 11:01, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Regina Godoy Baptistiano, Professor(a)**, em 14/09/2021, às 11:45, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Antonio Ayub, Professor(a)**, em 15/09/2021, às 15:42, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0608041** e o código CRC **DB743284**.

Ao meu pai, João Rodrigues Martins Neto e a minha mãe, Maria Pereira da Silva.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o excelso criador. Ao mestre por excelência, Jesus. Ao Espírito Santo, meu amigo consolador.

Agradeço imensamente aos meus pais, João Neto e Maria Silva, por serem quem são na minha vida, por sonharem comigo, por serem meu farol, meu porto seguro, meu braço forte.

Aos meus irmãos “de sangue”, Diego Maycon e Joyce Daniele, por todo amor e carinho. A minha irmã (do coração), Rayssa Karoliny e aos meus sobrinhos, Anna Rita, Sophia Louane, Alice Maria e Miguel. Aos singelos amigos/irmãos que são descritos no livro de Provérbios 17:17, Kayo Abrenhosa e Murilo Souza. Vocês foram essenciais nessa trajetória. O que seria de um sonho sonhado sozinho? Amo vocês! Agradeço, em nome dos citados, aos meus familiares, aos inúmeros colegas e “pouquíssimos amigos”.

Ao Caio Meyer, que veio desbravar esse sonho juntamente comigo. Que hoje também finaliza sua dissertação. Obrigado por estar comigo nesse tempo. Os céus para te recompensar, irmãozinho. Deus te abençoe poderosamente!

Agradeço ao meu orientador, Prof^o. Dr. Ricardo Ayub, por sempre cobrar de mim um posicionamento a respeito do que realmente estava fazendo “por lá”. Grato pela inspiração dedicada a mim, mesmo às vezes eu estando um “tijolinho vacilante”. Mas aconteceu como ele sempre diz: “_manda bala, a gente não pode parar!”. Não paramos, aqui estamos, mesmo quando estivemos no pavilhão da Síndrome de Burnout. Eu venci! Sou tocantinense e, também, rosalandense!

Agradeço ao meu co-orientador, Prof^o. Aducto Bellarmino, por mostrar a mim e a muitos como abordar uma pesquisa, como ser prudente e empata. Minha eterna gratidão. Os céus para lhe recompensar!

A toda equipe do LabFruti por me receberem tão bem. Em especial a Keren Maciel, Kamilla Los, Marília Stroka, Lucas Schroeder, Michelle Schemberger, Isabela Pessenti e Wilson Padilha. Agradeço, ainda, a Camila Audrey, Calistene Aparecida, Flavia Gustani, Helyemari Altaus e a todos que integram essa equipe fantástica do LabFruti.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, por ser inspiradora e por todo suporte no desenvolvimento desta pesquisa. Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e a todo corpo docente. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo subsídio.

Enfim, à ciência, por ser nossa aliada neste tempo o qual vivemos.

Obrigado Senhor pelo seu amor. Como é bom viver milagres. Minha eterna gratidão!

Pois dele, por ele e para ele são todas as coisas. A ele seja a glória para sempre! Amém.

Romanos 11:36

RESUMO

Visando compreender a maturação dos frutos climatéricos e não-climatéricos, estudos vêm sendo realizados com melão, pois esta cucurbitácea é uma planta modelo entre as plantas cultivadas, apresentando estes dois padrões de amadurecimento. Por conseguinte, buscou-se neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação exógena de auxinas, sacarose, sorbitol, ácido naftilftalâmico e ácido 2,3,5-triidobenzóico em frutos de melão amarelo cv. Eldorado não-climatérico. Para isto, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente aleatorizado, sendo realizados dois experimentos: o primeiro consistiu na aplicação de sacarose e ácido indolbutírico, ambos a 200, 250 e 300 mM e ácido naftilftalâmico (NPA) a 0,025 mM, com a aplicação de água e lanolina como controle. O segundo foi composto pelo ácido indolacético a 60 mM, sacarose e sorbitol a 200 mM e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) a 0,02 mM. Na safra de 2019/2020 empregou-se seis repetições e na de 2020/2021, quatro repetições, sendo 1 fruto por parcela. As variáveis avaliadas foram: graus-dias acumulados (GDA), parâmetros de cor, firmeza (N), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, *ratio* e pH. Para os GDA, nos dois experimentos, dentre os estágios avaliados, o período final de desenvolvimento do fruto apresentou maior requerimento térmico, não ocorrendo influência dos tratamentos. Em contrapartida, o tempo de amadurecimento dos frutos foi influenciado pelos tratamentos aplicados nas duas safras implantadas, onde as concentrações de auxina o retardaram, o TIBA também protelou o amadurecimento, porém, em menos dias que o hormônio anterior, as de sacarose, juntamente com o sorbitol, anteciparam e o NPA não influenciou. No Experimento I, a auxina aumentou os teores de firmeza e acidez titulável e diminuiu os sólidos solúveis, *ratio* e pH. Para o Experimento II, para as variáveis já citadas, a auxina e a sacarose apresentaram o mesmo comportamento antagônico no amadurecimento do melão. Os parâmetros de cor dos frutos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos nos dois anos de estudo. Deste modo, conclui-se que o uso da auxina retardou o amadurecimento, e a sacarose, o acelerou. Estes resultados fisiológicos reforçam a ação antagônica entre este hormônio e o açúcar no amadurecimento dos frutos, em que a primeira retarda enquanto a segunda acelera.

Palavras-chaves: *Cucumis melo* L., açúcares, hormônios, maturação.

ABSTRACT

Studies have been performed with melon aiming to understand the maturation of climacteric and non-climacteric fruits since this Cucurbitaceae is a model plant among the cultivated plants, presenting these two patterns of maturation. Therefore, this work aimed at evaluating the effects of exogenous application of auxins, sucrose, sorbitol, naphthylphthalamic acid and 2,3,5-triiodobenzoic acid on non-climacteric yellow melon cv. Eldorado. For this purpose, the experimental design adopted was entirely randomized and two experiments were performed: the first one consisted of the application of sucrose and indolbutyric acid, both at 200, 250 and 300 mM and naphthylphthalamic acid (NPA) at 0.025 mM with the application of water and lanolin as a control. The second experiment was composed of indoleacetic acid at 60 mM, sucrose and sorbitol at 200 mM and 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA) at 0.02 mM. Six repetitions were used in the 2019/2020 harvest season and four repetitions in the 2020/2021 harvest season with 1 fruit per plot. The variables evaluated were: accumulated degree-days (ADD), color parameters, firmness (N), soluble solids (°Brix), titratable acidity, ratio and pH. Considering ADD among the stages evaluated, in both experiments the final period of fruit development showed higher thermal requirements with no influence from the treatments. On the other hand, the ripening time of the fruits was influenced by the treatments applied in the two implemented harvests where the auxin concentrations delayed ripening together with the TIBA. However, the sucrose concentrations along with sorbitol anticipated it and the NPA didn't influence it in less days than the previous hormone. In Experiment I, auxin increased firmness and titratable acidity contents and decreased soluble solids, *ratio* and pH. In Experiment II, auxin and sucrose showed the same antagonistic behavior in the ripening of melons. The color's fruit parameters showed no significant difference between the treatments in the two years of study. Thus, it can be concluded that the use of auxin retarded ripening and sucrose accelerated it. These physiological results reinforce the antagonistic action between this hormone and sugar in the ripening of the fruits, in which the former delays while the latter accelerates it.

Keywords: *Cucumis melo* L., sugars, hormones, maturation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Plantas de melão cultivadas verticalmente através de tutoramento com fitilho..... 23
- Figura 2 - Frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido inolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) na safra de 2019/2020, na região dos Campos Gerais, Paraná..... 31
- Figura 3 - Firmeza (N) em frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P..... 32
- Figura 4 - Atributos de qualidade em frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P. A – Sólidos solúveis. B – Acidez titulável (ácido cítrico). C – *Ratio*. D – pH..... 33
- Figura 5 - Frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) na safra de 2020/2021, na região dos Campos Gerais, Paraná..... 36
- Figura 6 - Firmeza (N) em frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P..... 36
- Figura 7 - Atributos de qualidade em frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P. A – Sólidos solúveis. B – Acidez titulável (ácido cítrico). C – *Ratio*. D – pH..... 37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tratamentos do experimento I aplicados em meloeiro cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação na safra de 2019/2020, na região dos Campos Gerais, Paraná..... 24
- Tabela 2 - Tratamentos do experimento II aplicados em meloeiro cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação na safra de 2020/2021, na região dos Campos Gerais, Paraná..... 25
- Tabela 3 - Soma térmica em Graus-dia acumulados (GDA), duração (dias) dos estádios fenológicos do melão amarelo cv. 'Eldorado', cultivado em casa de vegetação na safra 2019/2020..... 29
- Tabela 4 - Resultados médios para os dias de maturação e soma térmica em graus-dia acumulados (GDA) do melão amarelo cv. Eldorado cultivado em casa de vegetação e submetido a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P..... 30
- Tabela 5 - Soma térmica em Graus-dia acumulados (GDA), duração (dias) dos estádios fenológicos do melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivado em casa de vegetação na safra 2020/2021.....34
- Tabela 6 - Resultados médios para os dias de maturação e soma térmica em graus-dia acumulados (GDA) do melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivado em casa de vegetação e submetido a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P..... 35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS E HIPÓTESE	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 A CULTURA DO MELÃO	14
3.2 PADRÃO DE MATURAÇÃO EM MELÃO	16
3.3 INFLUÊNCIA DAS AUXINAS E AÇÚCARES NA MATURAÇÃO.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 MATERIAL	23
4.2 MÉTODOS.....	24
4.2.1 Experimento I.....	24
4.2.2 Experimento pré colheita II.....	25
4.2.3 Método analítico pré-colheita.....	27
4.2.3.1 Soma Térmica em graus-dias	27
4.2.4 Métodos analíticos pós-colheita	28
4.2.4.1 Aspectos físicos dos melões	28
4.2.4.1.1 <i>Firmeza (N)</i>	28
4.2.4.1.2 <i>Cor</i>	28
4.2.4.2 pH.....	28
4.2.4.3 Acidez titulável (AT).....	28
4.2.4.4 Sólidos solúveis (SS).....	29
4.2.4.5 Relação SS/AT (“ratio”).....	29
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
5 RESULTADOS	30
5.1 MÉTODO ANALÍTICO PRÉ-COLHEITA: EXPERIMENTO I.....	30
5.1.1 Soma Térmica em graus-dias	30

5.1.2 Métodos analíticos pós-colheita	31
5.1.2.1 Aspectos físicos dos melões	32
5.1.2.1 Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH.....	33
5.2 MÉTODO ANALÍTICO PRÉ-COLHEITA: EXPERIMENTO II.....	35
5.2.1 Soma Térmica em graus-dias	35
5.2.2. Métodos analíticos pós-colheita	36
5.2.2.1 Aspectos físicos dos melões	36
5.2.2.2 Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH.....	38
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A – VARIÁVEIS NÃO SIGNIFICATIVA - EXPERIMENTO I.....	55
APÊNDICE B – VARIÁVEIS NÃO SIGNIFICATIVAS - EXPERIMENTO II	58
ANEXO A – VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO PERÍODO DE CULTIVO – EXPERIMENTO I	61
ANEXO B – VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO PERÍODO DE CULTIVO – EXPERIMENTO II.....	63

1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) representa a fruta mais exportada no Brasil, com aumento de 39% no volume de exportação no primeiro semestre de 2019 em relação ao mesmo período do ano anterior (ABRAFRUTAS, 2020). Por trazer ampla diversificação no cenário agrícola, o seu cultivo tem desencadeado o desenvolvimento socioeconômico (MEDEIROS *et al.*, 2012).

Pertencente à Família Cucurbitaceae, o melão é uma planta modelo entre as plantas cultivadas, por apresentar padrões de amadurecimento climatérico e não-climatérico dentro da mesma espécie, o que tem favorecido estudos para compreensão dos agentes envolvidos no processo de maturação desses frutos, tais como açúcares, hormônios vegetais, dentre outros (PECH *et al.*, 2008; SCHEMBERGER *et al.*, 2020).

Os hormônios vegetais são substâncias formadas por pequenas moléculas produzidas pela planta e que em pequenas concentrações, geram mudanças metabólicas nas células. Um dos principais hormônios é a auxina, pois a concentração do seu conteúdo endógeno pode melhorar e/ou até cessar o seu desenvolvimento e é um dos principais responsáveis pela transição do desenvolvimento inicial do fruto para o amadurecimento, que é retardado pelas auxinas, as quais reprimem os principais genes relacionados a este processo (DEVOGHALAERE *et al.* 2012; MEDINA-PUCHE *et al.*, 2016; TADIELLO *et al.*, 2016).

Embora a ação dos hormônios afete diretamente a maturação, os açúcares também desempenham um papel fundamental na maturação de frutos (DAI *et al.*, 2011). Alguns estudos, incluindo abordagens baseadas em metabolismo de açúcares, relataram o comportamento do teor de açúcar durante o crescimento e amadurecimento dos frutos, pois o acúmulo de açúcar solúvel determina a doçura do fruto na colheita, um parâmetro essencial da qualidade do fruto e também pode acelerar o amadurecimento (JIA *et al.*, 2011; QIN *et al.*, 2016; JULIUS *et al.*, 2017; VALLARINO *et al.*, 2018).

Nesta perspectiva, em frutos de melão, devido à falta da compreensão quanto a diferenciação de maturação entre os dois grandes grupos (climatéricos e não-climatéricos), surge a necessidade de avaliar o comportamento do melão sob aplicação de auxina e sacarose.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESE

Este trabalho objetiva aferir os efeitos da aplicação exógena de auxinas, inibidores do transporte destas, sorbitol e sacarose sobre a maturação não-climatérica do melão amarelo cv. Eldorado.

Como objetivos específicos, têm-se:

- Analisar os efeitos da ação da aplicação exógena de auxinas, ácido indolbutírico (AIB), ácido indolacético (AIA) e inibidores do transporte de auxinas, ácido naftilftalâmico (NPA), ácido 2,3,5-triodobenzóico (TIBA), sacarose e sorbitol sobre as variáveis físico-químicas, como coloração, firmeza, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio* e pH do melão amarelo cv. Eldorado;

- Avaliar os efeitos do acúmulo de graus dias na duração do período de maturação dos frutos de melão amarelo cv. Eldorado;

- Verificar se há relação entre os tratamentos utilizados e os graus dias acumulados.

Para a hipótese, esperamos que:

- ✓ A aplicação exógena de auxinas retarde o amadurecimento e os demais apresente uma maturação mais rápida.
- ✓ A sacarose e auxina poderão apresentar efeito antagônico sobre o amadurecimento de frutos de melão amarelo não-climatérico.
- ✓ Quanto aos graus-dias, espera-se que com maior tempo para a maturação fisiológica, maior o será acúmulo deles.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A CULTURA DO MELÃO

O meloeiro é uma espécie polimórfica pertencente à família *Cucurbitaceae* tendo como centro primário de origem as regiões tropicais do continente africano (BLANCA *et al.*, 2011). Há inúmeras evidências quando se retrata ao seu lugar de origem, sendo primariamente a Ásia tropical e, como centro secundário de origem a Índia, Irã, sul da Antiga União Soviética e China (KYRIACOU *et al.*, 2018).

Áreas especuladas como centro de origem do meloeiro apresentam características tropicais e com condições edafoclimáticas de regiões semiáridas, semelhantes às encontradas nos polos agrícolas da região Nordeste brasileira. Isso justifica parte do sucesso do cultivo e, consequentemente, do agronegócio do melão nessa região do Brasil. Atualmente, seu cultivo está concentrado principalmente nas regiões de clima quente (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O melão é cultivado em várias regiões, porém a região nordeste destaca-se produzindo cerca de 96% do melão produzido. A produção é de 559.102 toneladas, sendo uma das espécies de maior expressão econômica e social para a região, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Os estados brasileiros que mais se destacam na produção do fruto são: Rio Grande do Norte (356.705 toneladas), responsável por 59,5% da produção nacional, Ceará (68.866 toneladas), Bahia (56.888 toneladas), Pernambuco (54.481 toneladas) e Piauí (23.648 toneladas) (IBGE, 2020).

Conforme a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados, a exportação de melão brasileiro referente ao primeiro semestre de 2020 foi de 75.498.341 kg de frutos, gerando uma rentabilidade de US\$ 43.782,82. No estado do Paraná, em 2018 a área plantada foi de 318 hectares, sendo que a produção se concentrou em torno de 3.457 toneladas, com produtividade de 10.871 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2018). Atualmente, representa a fruta mais exportada no país, com aumento de 39% no volume de exportação no primeiro semestre de 2019 em relação ao mesmo período do ano anterior (ABRAFRUTAS, 2019).

O melão tipo amarelo, do grupo *Inodorus* (não-climatérico) é o mais plantado no Brasil para consumo interno e exportação, sendo a região nordeste responsável por 95% da produção até o ano de 2017. Na região, também há demanda crescente do cultivo de melões tipo “nobre”, como Pele de Sapo, Gália e Charentais os quais têm sido requeridos pelos consumidores brasileiros e pelo mercado externo, principalmente pelos países europeus (COSTA, 2017).

O consumo do fruto é predominantemente na forma *in natura*, em diferentes formas, por ser uma fonte rica de fibras, betacaroteno (Provitamina A), vitaminas C e do complexo B,

apresentando propriedades calmantes, refrescantes, estimulantes, alcalinizantes, mineralizantes, oxidantes, diuréticas e laxativas (GOMES, 2007; BRASIL, 2010). Na saúde humana há evidências da sua recomendação no controle da gota, do reumatismo, do artrismo, da obesidade, da colite, da atonia intestinal, da prisão de ventre, das afecções renais, da litíase renal e da nefrite (COSTA, 2008).

O melão é uma planta pertencente à família *Cucurbitaceae*, classificada dentro da divisão *Magnoliophyta (Spermatophyta)*, Classe *Magnoliopsida (Campanulales)*, Subclasse *Dileniidae (Dicotyledone)*, Ordem *Violales* (GARCIA-MAS *et al.*, 2012)

A espécie *Cucumis melo* pode ser dividida em 19 grupos botânicos entre selvagens e domesticados. Essa classificação é feita com base em características fenotípicas independentes, as quais determinam a distribuição em alguns subgrupos. Dentre os grupos mais cultivados no Brasil, estão o *Cantalupensis* e o *Inodorus*, os quais classificam os diferentes tipos de melões como, por exemplo, Cantaloupe e Amarelo, respectivamente (PITRAT, 2017).

Na variedade *inodorus* os frutos são inodoros, não-climatéricos apresentando casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde-escura. A casca dessa variedade possui razoável resistência à compressão e perda de água, conferindo longa vida útil pós-colheita devido ser espessa e firme (PITRAT, 2017). Sua polpa exibe uma coloração variando entre branca e verde-clara apresentando em si um elevado teor de açúcares, porém não é aromática. No que tange aos fatores médios de produtividade, os frutos apresentam peso médio de 1 kg a 2 kg (MENEZES *et al.*, 2000; BRASIL, 2003). Além disso, os frutos geralmente não se destacam do pedúnculo, quando maduros (FONTES; PUIATTI, 2005).

Frutos da variedade *cantalupensis* possuem acentuado aroma, mais doces que os inodoros e são climatéricos, porém, apresentam baixa conservação pós-colheita e possuem grande diversidade de coloração da polpa. Os frutos apresentam formas esféricas, ligeiramente achatados, com polpa de espessura e cor variável. No que tange aos fatores médios de produtividade, apresentam peso médio de 1 kg a 1,5 kg (BRASIL, 2003; SALVIANO *et al.*, 2017).

O melão é uma olerícola que é consumido como fruta. Planta de caráter herbáceo, diplóide, que apresenta crescimento rasteiro com inúmeras ramificações. O meloeiro é uma planta anual com frutos bastante variados em relação ao tamanho, como também em relação ao seu formato que pode ser achatado, redondo ou cilíndrico. A casca apresenta diversas características distintas podendo ser lisa, ondulada ou rendilhada e de diversas cores como

branca, preta, amarela, verde, marrom. A coloração da polpa (branca, verde, salmão ou vermelha) vai depender do grupo de maturação (AKRAMI; ARZANI, 2019).

Esta cultura apresenta um sistema radicular superficial, com pouca percepção de raízes adventícias, apresentando baixa capacidade de regeneração quando danificado. Possui caule herbáceo com crescimento rasteiro ou prostrado, com apresentação de nós com gemas, onde ocorre o desenvolvimento da gavinha, folha e novo caule ou ramificação (ESTERAS *et al.*, 2013).

As folhas desta cultura apresentam tamanho variável, alternadas, simples, ásperas, providas de pelos, limbo orbicular, reniforme, pentalobadas, com as margens denteadas. Nas axilas das gemas saem caules secundários que se espalham horizontalmente pelo chão ou verticalmente quando suportados por tutores. A partir desses caules secundários, podem surgir caules terciários (KIRKBRIDE, 1993; MCCREIGHT *et al.*, 1993; MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2018).

As estruturas reprodutivas do meloeiro são constituídas de flores amarelas constituídas por cinco pétalas. Podem ser observadas flores imperfeitas (apenas um órgão sexual em uma flor) e perfeitas ou hermafroditas (órgãos masculino e feminino na mesma flor) em pontos diferentes da planta. As masculinas estão dispostas em arranjos contendo de 3 a 5 flores, e as femininas ou hermafroditas isoladamente, geralmente em ramos secundários e terciários curtos. As masculinas aparecem, cerca de 7 a 10 dias antes, e em número muito maior que as femininas (OBANDO-ULLOA *et al.*, 2008).

Salviano *et al.* (2017), caracterizam o fruto dessa cultura como uma baga carnuda (pepônio) pois apresenta diferentes variações quanto ao seu tamanho, coloração, aspecto e forma. Devido aos diferentes grupos botânicos de melão há variações nas suas características organolépticas, principalmente relacionadas ao sabor (doce, picante, insípido), físicas (forma, peso, linhas de sutura da casca) e aromáticas (ESTERAS *et al.*, 2013).

3.2 PADRÃO DE MATURAÇÃO EM MELÃO

A maturação é um processo complexo no qual ocorre alterações bioquímicas, fisiológicas e características sensoriais dos frutos, como sabor, cor, aroma e textura (CHEN; QIN; TIAN, 2020). Em melão, este processo apresenta padrões diferentes dentro da espécie, caracterizando-os como climatéricos e não-climatéricos (DAI *et al.*, 2011).

Frutos climatéricos são caracterizados quando o amadurecimento vem acompanhado por um distinto aumento na atividade respiratória. O menor valor observado na atividade

respiratória é chamado de "mínimo pré-climatérico" e o pico respiratório designado "máximo climatérico" é seguido por um declínio na atividade respiratória, chamado de pós-climatérico (SALADIÉ *et al.*, 2015).

Os frutos não-climatéricos não possuem e/ou não apresentam aumentos na taxa respiratória e na produção de etileno. A respiração desses frutos geralmente apresenta decréscimo gradual durante o amadurecimento, não produzindo ésteres voláteis, permanecendo firmes quando maduros e não ocasionando a abscisão da planta-mãe (PECH *et al.*, 2008).

Quanto ao cultivo do melão destaca-se a produção de cultivares de dois grandes grupos: *Cantaloupensis* (como melão gaúcho), considerados nobres e são aromáticos, climatéricos, apresentam baixa conservação pós-colheita e exigem manuseio diferenciado (melão Charentais e Védraçais) e *Inodorus* (como o melão amarelo), sendo os mais plantados e apresentam maiores tamanhos, cor de casca mais uniforme, pouco aroma, não são climatéricos, possuem resistência às condições de transporte e têm maior vida útil pós-colheita (PARIS *et al.*, 2017).

Do grupo *Inodorus*, as cultivares mais plantadas são Pele de Sapo e Amarelo (maior preferência nacional pelos consumidores e produtores). O melão amarelo é um dos tipos de *Cucumis melo* mais relevantes da produção brasileira. É caracterizado por plantas andromonóicas, com pelos longos no ovário e frutos de peso médio com formato redondo. Os frutos desse tipo possuem a casca amarela, polpa esbranquiçada, teor de açúcar entre 8 e 12° Brix e um ciclo de produção entre 65 e 75 dias (PITRAT, 2017).

Além de sua importância econômica, o melão tem sido considerado uma planta modelo e foco atraente para o estudo do desenvolvimento e amadurecimento de frutos (GARCIA-MAS *et al.*, 2012) que norteiam pesquisas no sentido de mensuração dos processos fisiológicos das plantas, como a determinação sexual, biologia vascular e maturação dos frutos (AYUB *et al.*, 1996; SCHEMBERGER *et al.*, 2020).

A maturação de frutos pode estar relacionada entre açúcares e alguns hormônios que contribuem para o crescimento dos frutos e, por consequência, podem atuar no amadurecimento de frutos não-climatéricos, as quais têm sido alvo de muitos estudos nessa linha de pesquisa. Os frutos, conforme aborda Zhang *et al.* (2020), em seu ciclo de crescimento e desenvolvimento, passam basicamente por cinco fases: a) crescimento b) maturação; c) maturação fisiológica; d) amadurecimento e; e) senescência (FUENTES; FIGUEROA; VALDENEGRO, 2019).

A maturação é considerada uma melhoria em uma série de processos, que compreende desde a ocorrência no estágio final de desenvolvimento do fruto até o estágio inicial de senescência. No entanto, hormônios também podem estar intimamente ligados ao

amadurecimento e ao crescimento de frutos não climatéricos, como o ácido abscísico (ABA), citocininas, giberelinas e as auxinas (TERIBIA; TIJERO; MUNNÉ-BOSCH, 2016).

3.3 INFLUÊNCIA DAS AUXINAS E AÇÚCARES NA MATURAÇÃO

A utilização comercial das auxinas como hormônio vegetal é relatada desde a década de 50, conforme aborda Taiz e Zeiger (2004), apontando que seu principal uso inclui no estudo de frutas, sendo responsável pelo crescimento e alongamento celular (BERLETH e SACHS, 2001), divisão celular em cultura de tecido, tropismo e dominância apical, inibição da abscisão de folhas e frutos (SERRANI *et al.*, 2007).

O ácido indol-3-acético (IAA) é a principal auxina encontrada e identificada em diversas partes das plantas, seja em meristemas, primórdios foliares, tecidos vasculares jovens e órgãos reprodutivos (BOHN-COURSEAU, 2010). Os efeitos direto das auxinas em plantas estão diretamente relacionados as suas vias de biossíntese.

Em *Arabidopsis*, a sintetização a partir do aminoácido triptofano, que é convertido em ácido indol-3-pirúvico para posterior formação de AIA, é a rota predominante desse hormônio vegetal. A síntese da auxina pode ser dependente e pode ocorrer por três vias diferentes: a rota do ácido indolpirúvico que é utilizada pela maioria das espécies vegetais, a rota da triptamina e a rota da indolacetaldoxima, que é caracterizada nas famílias das *Brássicas* e *Poáceas* (DEVOGHALAERE *et al.*, 2012).

Existe ainda a via de formação de AIA independente do triptofano. Como substrato, o antralinato é utilizado nesta via (TAN *et al.*, 2020). Após a sua produção, o hormônio é transportado através de tecidos vegetais, cujo mecanismo de distribuição é essencial para o controle temporal e espacial dos níveis de ácido-indol-3-acético. As proteínas que controlam o seu transporte são as AUX/LAX, e sua direção as PIN-FORMED (PIN) (ZHANG *et al.*, 2020).

O movimento das auxinas em plantas é caracterizado de três maneiras eficientes, através do floema, pelo qual possibilita o deslocamento do hormônio em grandes quantidades e por longas distâncias; de forma passiva e de célula a célula (transporte polar que permite um determinado controle do conteúdo hormonal que entra e sai da célula) (ZAZÍMALOVÁ *et al.*, 2007).

O conhecimento dos papéis fisiológicos da auxina nas plantas é derivado de estudos sobre como as plantas respondem ao excesso de auxina exógena. Entretanto, um aspecto igualmente importante da biologia da auxina é caracterizar os defeitos de desenvolvimento causados pela deficiência de auxina, que não podem ser alcançados sem uma compreensão clara

das vias biossintéticas da auxina (ZHAO, 2010), sendo reportado que a síntese desse em hormônio nas mais diversas fases da planta se dá no meristema caulinar, folhas jovens, sementes e frutos em expansão, conforme destaca (ABU-ZAITOON *et al.*, 2012).

Contudo, a aplicação exógena de auxinas em plantas pode surtir diversos efeitos, variando conforme a dose utilizada, uma vez que concentrações baixas tendem a promoção do crescimento, e concentrações mais elevadas podem causar fitotoxidez (GROSSMANN *et al.*, 1996), além de regularem a partição de assimilados e promover o atraso no amadurecimento de frutos (PÉREZ-LLORCA *et al.*, 2019).

Pérez-Llorca *et al.* (2019) demonstraram que o conteúdo endógeno do ácido indolacético (IAA) é particularmente alto na produção de frutos e durante os estágios iniciais do desenvolvimento do crescimento. Decorrida o pico de produção após as quantidades de IAA tendem a declinar antes do início do amadurecimento, tanto em frutas climatéricas quanto em frutas não-climatéricas com algumas exceções, como pêssegos e algumas variedades de ameixa (GREENE, 2006).

O constante equilíbrio da auxina é fundamental para a expansão dos frutos, no entanto, essa sinalização de auxina é complexa, pois não apenas a presença de auxina pode gerar uma resposta de desenvolvimento, mas concentrações diferentes podem causar respostas diferentes (TAN *et al.*, 2020). Devoghalaere *et al.* (2012) verificaram que o crescimento celular aumentado com quantidades mais baixas de auxina injetada e o crescimento do fruto é, pelo menos em parte, limitado pela concentração de auxina, pois a aplicação de elevadas doses pode melhorá-lo e/ou até cessar o seu desenvolvimento.

A auxina pode regular a expressão gênica de codificadores de enzimas correspondentes a atividades de pigmentação, estresse ou defesa, ao metabolismo da parede celular e de ácidos graxos, à síntese de sabor e aroma (aldeído, éster, e a biossíntese de terpeno). Essas enzimas participam do processo de amadurecimento de frutos, e genes correlatos às mesmas podem ser regulados por repressores de auxina e de amadurecimento, bem como pode ocorrer a indução de alguns genes por auxina e a regulação pelo desenvolvimento inicial médio (BUSATO *et al.*, 2017).

Friml (2010) descreve que existe a possibilidade de a auxina influenciar diretamente o amadurecimento por meio da interação e até mesmo da alteração do conjunto de receptores de etileno expressos no tecido em amadurecimento, surtindo diversos efeitos metabólicos, tais como a degradação de amido e acúmulo de sacarose. Em frutas como tomates (LI *et al.*, 2016) ou bananas (CHOUDHURY *et al.*, 2008), que geralmente apresentam conteúdo IAA reduzido

antes do início do amadurecimento, mostram um atraso no amadurecimento quando IAA ou análogos são aplicados exogenamente, enquanto frutas como pêssegos, cujo conteúdo de IAA aumenta progressivamente até amadurecer completamente, mostram amadurecimento acelerado quando as auxinas são aplicadas (TADIELLO *et al.*, 2016).

Em algumas frutas não-climatéricas, como a cereja e a uva, a auxina também parece modular a biossíntese de outros hormônios vegetais e, assim, controlar os processos de amadurecimento das frutas. Trabalhando com cereja doce, Teribia, Tijero e Munné-Bosch (2016) relataram uma correlação negativa no processo entre o conteúdo de IAA e antocianina, indicando que o acúmulo de antocianina começa quando o conteúdo de IAA diminui.

Para observarem os índices relacionados ao amadurecimento, como parâmetros fisiológicos e molecular, Jia *et al.* (2017) trabalharam com aplicação diferentes concentrações de ABA, sacarose e auxina em uva. Os autores concluíram que auxina pode influenciar de diversas maneiras o acúmulo de açúcar nos frutos, os compostos voláteis, o teor de antocianinas e a firmeza dos frutos. Observaram ainda que a auxina bloqueou os níveis de expressão de genes relacionados ao amadurecimento, e, como consequência, bloqueou o acúmulo de ABA para regular o processo de desenvolvimento do fruto.

No entanto, ainda há poucos detalhes sobre quais são os passos dessas vias afetadas pelos hormônios em frutos não-climatéricos e sua relação com o acúmulo de açúcares no processo de maturação.

Embora exista uma estreita relação dos hormônios vegetais, estudos recentes mostram que alguns açúcares parecem exercer papel importante na indução do processo de amadurecimento. Na regulação do amadurecimento a sacarose é uma potencial molécula sinalizadora para induzir o amadurecimento na pré e pós-colheita (LI *et al.*, 2016; ZHAO *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2019).

Na fase de desenvolvimento, frutos de melões tendem a apresentar maiores demandas de suprimentos por fotoassimilados, para que acumulem carboidratos em seus tecidos (LIU *et al.*, 2016). Diferenças na composição dos açúcares solúveis de grupos e variedades de melão devem-se além do manejo e do clima, principalmente à ação distinta das enzimas catalizadoras de reações envolvendo a sacarose, seja por características genéticas ou pelo resultado da interação genótipo x ambiente (LEIDA *et al.*, 2015; ARGYRIS *et al.*, 2017).

A sacarose, glicose e frutose são os principais açúcares solúveis, contribuindo com mais de 90% do teor de açúcares solúveis totais na fase de desenvolvimento do melão. A sacarose é o açúcar predominante no melão na maturidade, podendo chegar até 50% dos açúcares solúveis

totais, na proporção aproximada de 25% para glicose e 25% para frutose, observando que os altos níveis de sacarose transmitem doçura ao melão (BURGUER *et al.*, 2003; BURGUER; SCHAFFER, 2007).

Ao considerar o acúmulo de sacarose em frutos de melão na fase de desenvolvimento, a sua atuação no desenvolvimento do fruto é determinada pela via metabólica de carboidratos. Com o objetivo de estudar o efeito dos açúcares no desenvolvimento do morango, Jia *et al.* (2011) injetando açúcar (glicose 50 mM, frutose 50 mM, sacarose 50 mM) em morangos verdes (16 dias após a floração), concluíram que a sacarose atuou como um sinal na ativação da biossíntese de ABA. O resultado da ação da sinalização hormonal levou a um aumento de açúcar e antocianinas, promovendo assim a maturação.

Recentemente, em comparação com o controle com manitol, a aplicação exógena de sacarose (50 mM) em morangos, após a colheita, acelerou o acúmulo de antocianinas derivadas da pelargonidina, ativou a via da fenilalanina e aumentou o teor de açúcar (LI *et al.*, 2019). Estudando o papel da sacarose sintase na maturação do morango, Zhao *et al.* (2017) concluíram que, ao silenciarem o gene FaSS1 (gene da sacarose sintase) observaram uma diminuição do teor de sacarose e antocianinas da fruta, bem como o aumento da dureza, indicando atraso significativo no tempo de maturação.

Em frutos de tomate, Li *et al.* (2016) observaram também que a sacarose, quando aplicada exogenamente, regulou ativamente a expressão de genes relacionados à biossíntese do etileno. Os efeitos observados pelos autores foram atribuídos pelo aumento da expressão de genes-chave envolvidos no sistema de biossíntese de etileno autocatalítico (ACS2) e no aumento da expressão de genes do receptor de etileno. Os resultados indicaram que o açúcar estimulou o amadurecimento do tomate ao mediar seu próprio metabolismo (LI *et al.*, 2016).

Em uvas, Jia *et al.* (2017) ao estudarem a aplicação de açúcar (sacarose e glicose a 16 mM), concluíram que especialmente a sacarose resultou em um aumento no teor de antocianinas da fruta, aumento no peso seco, maior promoção do acúmulo de açúcar, diminuição na dureza e aumento nos compostos voláteis. Os resultados obtidos pelos autores foram fortemente semelhantes aos obtidos com a aplicação do ABA (100 e 200 μ M). Os autores também relataram que a sacarose reduziu o conteúdo do hormônio auxina, que por sua vez retarda a maturidade (JIA *et al.*, 2017).

Embora sejam escassos os estudos relacionados ao desempenho do amadurecimento do melão amarelo, Schemberger *et al.* (2020), demonstram que a atuação de açúcares e as enzimas associadas ao metabolismo deles pode implicar na maturação do melão amarelo. Ao utilizarem

interação proteína-proteína *in silico*, esses autores verificaram a correlação entre a sacarose e fatores de resposta de auxina, assim como a auxina responsiva, em estádios finais do amadurecimento desses frutos. Tais achados servem como instrumentos para caracterizar o comportamento da maturação do melão amarelo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e no Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Fruticultura – LabFruti, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) (Quadro 1).

Quadro 1 – Duração do ciclo fenológico do meloeiro cultivado em experimentos em casa de vegetação, no ano de 2019 a 2021, na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. 2021.

Experimento	Ciclo fenológico
Safra 2019/2020	13/09/2019 a 24/01/2020
Safra 2020/2021	25/08/2020 a 08/02/2021

Fonte: O autor.

4.1 MATERIAL

Cultivares de melão Eldorado (melão amarelo, grupo *Inodorus*, não-climatérico) foram escolhidos como genótipo para a pesquisa.

Para implantação dos experimentos, utilizou-se substrato comercial + solo, na proporção 1:2. Três sementes do melão Eldorado foram semeadas em vasos de quatro litros. Transcorridos quinze dias, fez-se o raleio das plantas emergidas.

As plantas foram cultivadas através de condução vertical e tutoramento, sendo irrigadas manualmente durante todo ciclo vegetativo.

O manejo de adubação e controle de pragas e doenças foram realizados conforme exigências da cultura (Figura 1).

Figura 1 - Plantas de melão cultivadas verticalmente através de tutoramento com fitilho.



Fonte: O autor.

Nas plantas, foram desbrotados os ramos secundários até o sexto/sétimo nó, permitindo então o crescimento de pelo menos dois ramos laterais. Posteriormente, realizou-se a desbrota até os 12°-15° nós. A partir da emissão das primeiras flores nos ramos estabelecidos, estas foram polinizadas manualmente, de forma cruzada, durante a manhã para garantia da viabilidade do pólen.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Experimento I

O primeiro experimento foi realizado no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020.

Adotou-se o Delineamento Inteiramente Aleatorizado, consistindo em nove tratamentos com seis repetições, sendo dois frutos por repetição (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos do experimento I aplicados em meloeiro cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação na safra de 2019/2020, na região dos Campos Gerais, Paraná. Ponta Grossa – PR, 2019.

Tratamento	Concentrações (mM)
T1: Água (controle)	-
T2: Pasta de Lanolina (controle)	-
T3: Sacarose I	200
T4: Sacarose II	250
T5: Sacarose III	300
T6: Ácido indolbutírico (AIB) I	200
T7: Ácido indolbutírico (AIB) II	250
T8: Ácido indolbutírico (AIB) III	300
T9: Ácido Naftilftalâmico (NPA)	0,025

Fonte: O autor.

Neste primeiro estudo, consistiu na aplicação usual *in vivo* aos 30 dias após a polinização (D.A.P) de diferentes concentrações de sacarose, auxina e NPA em pré-colheita em meloeiro cv. 'Eldorado', com os seguintes tratamentos: T1: 10 mL injetado no mesocarpo do fruto; T2: 10g dissolvidas em 10 mL de metanol e aplicadas sobre a superfície do fruto; T3: produto diluído em 10 mL de água e aplicado via injeção no mesocarpo do fruto; T4: produto diluído em 10 mL de água e aplicado via injeção no mesocarpo do fruto; T5: produto diluído em 10 mL de água e aplicado via injeção no mesocarpo do fruto; T6: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10g) sobre a superfície do fruto; T7: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10g) sobre a superfície do fruto; T8: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10g) sobre a superfície do fruto; T9: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10g) sobre a superfície do fruto aos 30 dias após a polinização (D.A.P).

Depreende-se a Tabela 1, como controle negativo da ação da injeção da sacarose foi utilizado um tratamento com a injeção de água; para a ação do modo de aplicação exógena de auxina via pasta de lanolina, foi utilizado um tratamento com aplicação exógena de lanolina sem compostos; para a ação direta da auxina, foi utilizado um tratamento com o NPA (ácido naftilftalâmico, o qual atua na inibição do transporte de auxina, bloqueando as proteínas PIN-FORMED (ZHANG *et al.*, 2020).

Neste primeiro estudo, consistiu na aplicação usual *in vivo* aos 30 dias após a polinização (D.A.P) de diferentes concentrações de sacarose, auxina e NPA em pré-colheita em meloeiro cv. 'Eldorado'.

4.2.2 Experimento pré colheita II

O segundo experimento foi realizado no período de agosto de 2020 a fevereiro de 2021. Adotou-se o Delineamento Inteiramente Aleatorizado, consistindo em cinco tratamentos com quatro repetições, sendo 1 fruto por repetição (Tabela 2), em detrimento a exímia quantidade de material biológico.

Tabela 2 - Tratamentos do experimento II aplicados em meloeiro cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação na safra de 2020/2021, na região dos Campos Gerais, Paraná. Ponta Grossa – PR, 2020.

Tratamento	Concentrações (mM)
T1: Controle	-
T2: Ácido indolacético (AIA)	60
T3: Ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA)	0,02
T4: Sacarose	200
T5: Sorbitol	200

Fonte: O autor.

Neste segundo estudo, consistiu na aplicação usual *in vivo* aos 30 dias após a polinização (D.A.P) de diferentes concentrações de sacarose, auxina e NPA em pré-colheita em meloeiro cv. ‘Eldorado’, com os seguintes tratamentos: T1: controle absoluto (sem aplicação de tratamento e colhido aos 45 D.A.P); T2: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10 g) sobre a superfície do fruto; T3: produto incorporado e aplicado via pasta de lanolina (10g) sobre a superfície do fruto; T4: produto dissolvido em 10 mL de água e aplicado via injeção no mesocarpo do fruto; T5: produto dissolvido em 10 mL de água e aplicado via injeção no mesocarpo do fruto aos 30 dias após a polinização (D.A.P).

Depreende-se a Tabela 2, como controle negativo da ação da injeção da sacarose, foi utilizado um tratamento com a injeção de sorbitol, que geralmente é definido como uma referência para o tratamento com açúcar exógeno para excluir a influência da pressão osmótica, por isso foi definido como um controle para o tratamento com sacarose (LI *et al.*, 2016). Para a ação direta da aplicação da auxina, foi utilizado um tratamento com o TIBA (ácido 2,3,5-triidobenzóico, dissolvido em 10g de lanolina), o qual também atua na inibição do transporte de auxina, bloqueando as proteínas PIN-FORMED (ZHANG *et al.*, 2020).

Neste segundo estudo, consistiu na aplicação usual *in vivo* aos 30 dias após a polinização (D.A.P) de concentrações específicas de sacarose, sorbitol, auxina e TIBA em pré-colheita em meloeiro cv. ‘Eldorado’.

Em ambos os experimentos, as concentrações de sacarose e auxina foram definidas com base na literatura. A concentração mínima foi baseada no estudo realizado por Jia *et al.* (2013), no qual injetou-se 50 mM em morangos *in vivo* (ligados à planta), baseados pelo peso do fruto. Por outro lado, a concentração máxima foi definida com base em outro estudo realizado em

tomates, nos quais foi injetada (em frutos pós-colheita) uma solução contendo 500 mM de sacarose (LI *et al.*, 2016).

Após a aplicação dos tratamentos nos frutos e ao atingirem a maturação plena, amostras de frutos de cada tratamento foram coletadas e imediatamente analisadas quanto as características fisiológicas pós-colheita, sendo também parte do mesocarpo congelado em nitrogênio líquido e armazenado em freezer -80°C para futuras análises metabólicas e moleculares.

O quantitativo de frutos nos dois experimentos foi de 74 frutos.

4.2.3 Método analítico pré-colheita

4.2.3.1 Soma Térmica em graus-dias

A divisão do ciclo vegetativo do meloeiro na presente pesquisa foi feita em quatro estádios, de acordo Borges *et al.*, (2015), consistindo em: inicial (IN) e vegetativo (VG), sendo considerados os dias em que 50% das plantas atingiram estes estádios de desenvolvimento; frutificação (FR) e maturação (MT), sendo considerados os dias de mudanças na coloração da casca dos frutos (passagem do verde opaco para o amarelo brilhante) em 50% dos frutos do conjunto por tratamento.

Os dados de temperatura mínima e máxima diária do ar, durante o período experimental na casa de vegetação, foram coletados por um método de verificação diária de temperatura do ar, adaptado por Barbosa e Teixeira (2019).

Com os dados de temperatura máxima, média e mínima do ar, fez-se a caracterização das exigências térmicas durante o ciclo da cultura pelo método dos graus-dias acumulados (GDA) conforme a metodologia de Villa Nova *et al.* (1972), conforme a Equação 1.

$$\text{GDA} = \sum_i^n [(T_{\text{max}} + T_{\text{min}})/2 - T_b] \quad (1)$$

Onde:

T_{max}: temperatura (°C) máxima diária do ar;

T_{min}: temperatura (°C) mínima diária do ar; e

T_b: temperatura basal da cultura do meloeiro (12°C).

Para os cálculos, adotou-se os valores de temperatura basal inferior e superior iguais a 12 °C e 35 °C (LIMA *et al.*, 2009), respectivamente.

4.2.4 Métodos analíticos pós-colheita

4.2.4.1 Aspectos físicos dos melões

4.2.4.1.1 Firmeza (N)

A firmeza dos frutos foi determinada com auxílio de um penetrômetro com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro. Em cada fruto, através da resistência de penetração, após a retirada do exocarpo foram tomadas em conjunto de duas medições, na região mediana de ambos os lados.

Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

4.2.4.1.2 Cor

A determinação da coloração da casca foi obtida por meio do uso do colorímetro digital modelo Croma Meter CR-400/410 Minolta, através do espaço de cor CIELAB definido pela Commission Internationale de l'Eclairage, através dos parâmetros L* (luminosidade), a* (coordenada verde/vermelho: -a indica tons de verde e +a tons de vermelho), b* (coordenada azul/amarelo: -b referente a tons de azul e +b tons de amarelo) e ângulo Hue, apontado como o verdadeiro valor da coloração do fruto. O ângulo Hue será calculado através da equação $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ quando $a^* > 0$ e $b^* > 0$ e pela equação $h^\circ = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*)$ quando $a^* < 0$ ou $b^* > 0$.

4.2.4.2 pH

O pH foi determinado por potenciometria utilizando um pHmetro (modelo pH 21 pH/mV meter, da Hanna Instruments), com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0. Após a trituração da polpa em liquidificador industrial, 5 mL do suco da polpa foi acondicionada em béquer e diluída em 45 mL de água destilada para imersão do eletrodo na amostra (AOAC, 2002).

4.2.4.3 Acidez titulável (AT)

A acidez total titulável (AT) foi determinada em duplicata utilizando-se 5mL da amostra de suco, ao qual se adicionou 45 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína alcoólica à 1%. Em seguida, procedeu a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH à 0,1 N previamente padronizada, até a coloração levemente rósea, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A acidez total foi expressa em porcentagem de ácido cítrico.

4.2.4.4 Sólidos solúveis (SS)

Os conteúdos de sólidos solúveis totais foram determinados diretamente no suco homogeneizado através de leitura em refratômetro manual modelo DIGIT, sendo avaliadas três amostras do suco por repetição, com os resultados expressos em °Brix.

4.2.4.5 Relação SS/AT (“ratio”)

A relação SS/AT, também conhecida como *ratio* foi calculada através da razão entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Empregou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 0,05% de probabilidade.

Os dados foram submetidos às análises de componentes principais (ACP) a partir da matriz de correlação. O software utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2020), utilizando o pacote ExpDes.pt e FactoMineR.

5 RESULTADOS

5.1 MÉTODO ANALÍTICO PRÉ-COLHEITA: EXPERIMENTO I

5.1.1 Soma Térmica em graus-dias

As variáveis climáticas, para o meloeiro, influenciam grandemente os processos fisiológicos, os quais são determinantes para o crescimento, desenvolvimento e produtividade dessa cucurbitácea (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012). Dentre esses fatores abióticos, a temperatura desponta como decisiva para a obtenção de bons resultados da cultura, ocorrendo da germinação de sementes até a colheita e tendo sua faixa ótima no intervalo de 20 a 35 °C (MEDEIROS *et al.*, 2007).

No Anexo A, encontra-se ilustrada a variação de temperatura do ar para o período de cultivo. Observa-se que os valores diários de temperatura máxima foram superiores a 25 °C, alcançando até 34,40 °C, estando abaixo da temperatura basal superior de 35 °C. Não foram observadas temperaturas mínimas abaixo da temperatura basal inferior (12 °C) no período.

Para completar seu ciclo, cada vegetal precisa de uma quantidade constante de energia térmica, sendo esta comumente expressa em graus-dia e auxilia na definição de cada estágio de desenvolvimento, baseada na soma térmica diária necessária para cada fase fenológica (MORAIS *et al.*, 2010; RENATO *et al.*, 2013). Para o experimento I, a disponibilidade térmica no período foi de aproximadamente 2.988,035 °C, e a quantidade de graus-dia acumulados pela cultura foi de 1.380,02 para um de ciclo 134 dias (Tabela 3).

Tabela 3 - Soma térmica em Graus-dia acumulados (GDA), duração (dias) dos estádios fenológicos do melão amarelo cv. 'Eldorado', cultivado em casa de vegetação na safra 2019/2020. Ponta Grossa - PR, 2019-2020.

Estádio Fenológico	GDA (°C)	Duração (dia)
Inicial	96,55	17
Vegetativo	284,33	29
Frutificação	740,67	65
Maturação	258,47	23
Total	1380,02	134

Fonte: O autor.

Em relação a duração dos subperíodos de desenvolvimento da planta, o subperíodo Inicial foi menor, tanto em soma térmica (96,55 °C) quanto em dias (17 dias). O estágio vegetativo acumulou cerca de 284,33 °C com uma duração de 29 dias, seguido da maturação

com 258,47 °C, com duração de 23 dias do calendário civil. O estágio fenológico que acumulou maior soma térmica foi observado na frutificação, com 740,67 °C em um montante de 65 dias.

Depreende-se da Tabela 4 que houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos para os dias de maturação, no entanto, não houve diferença estatística para os graus-dia acumulados (GDA).

Tabela 4 - Resultados médios para os dias de maturação e soma térmica em graus-dia acumulados (GDA) do melão amarelo cv. Eldorado cultivado em casa de vegetação e submetido a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P. Ponta Grossa – PR, 2019-2020. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($P<0,05$).

Níveis de tratamento	¹ Dias de Maturação	GDA (°C)*
Água	42,16 bc	936,10 a
Lanolina	42,56 bc	948,01 a
Sac 200	43,33 bc	878,47 a
Sac 250	38,66 d	891,07 a
Sac 300	42,16 bc	896,37 a
AIB 200	46,16 a	982,51 a
AIB 250	45,89 a	990,14 a
AIB 300	46,83 a	1078,08 a
NPA	43,33 bc	982,14 a
C.V (%)	2,99	8,14

*Soma térmica em graus-dias acumulados de Villa Nova *et al.* (1972).

Fonte: O autor.

Tratamentos AIB 200, AIB 250 e AIB 300 não diferiram estatisticamente entre si e proporcionaram as maiores médias, retardando a maturação fisiológica dos frutos de 3,5 a 9,17 dias em relação aos demais tratamentos. Em consequência da exigência de maiores dias para maturação plena, constatou-se uma maior necessidade de soma térmica para maturação nesta época com o tratamento AIB 300 que, numericamente, apresentou maior acúmulo de GDA em 1078,08 °C.

Frutos controle e os tratamentos Sac 200, Sac 300 e NPA não apresentaram diferenças estatísticas entre si para os dias de maturação nem para o acúmulo de GDA. A menor média encontrada para os dias de maturação foi observada no tratamento Sac 250, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Os frutos mostraram-se mais precoces quanto à maturação, alcançando em torno de 38,66 dias para a maturidade fisiológica.

5.1.2 Métodos analíticos pós-colheita

5.1.2.1 Aspectos físicos dos melões

Quando considerados os tratamentos utilizados no estudo, não houve diferença significativa para a Luminosidade (L^*), Coordenada verde/vermelho (a^*), Coordenada azul/amarelo (b^*), Cromaticidade (C^*) e $^{\circ}$ Hue. Para luminosidade, os valores encontrados foram de 61,24 a 77,25 e croma, 36,58 a 45,38. Para a^* e b^* , os intervalos foram de 1,25 a 3,44 e de 36,43 a 45,25. No $^{\circ}$ Hue, as médias foram de 85,37 a 88,26, evidenciando que todos os frutos apresentaram o exocarpo amarelo (Figura 2) (Apêndice A).

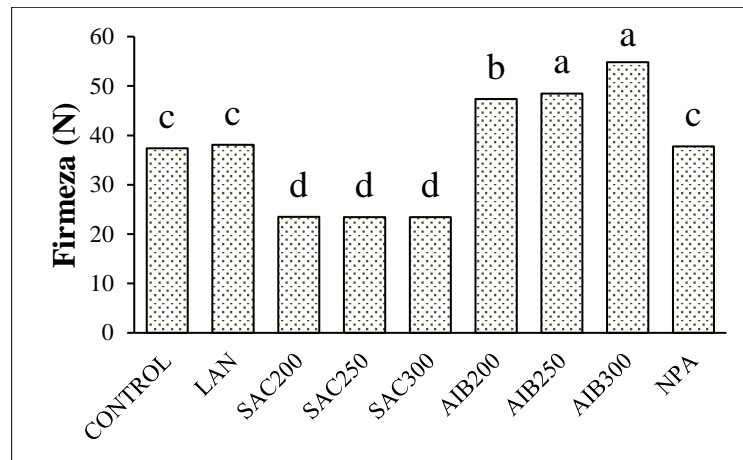
Figura 2 – Frutos de melão amarelo cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido inolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) na safra de 2019/2020, na região dos Campos Gerais, Paraná.



Fonte: O autor.

Na Figura 3 encontra-se os atributos de firmeza. Após a realização do teste de Tukey ($p > 0,05$), foi possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos.

Figura 3 - Firmeza (N) em frutos de melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



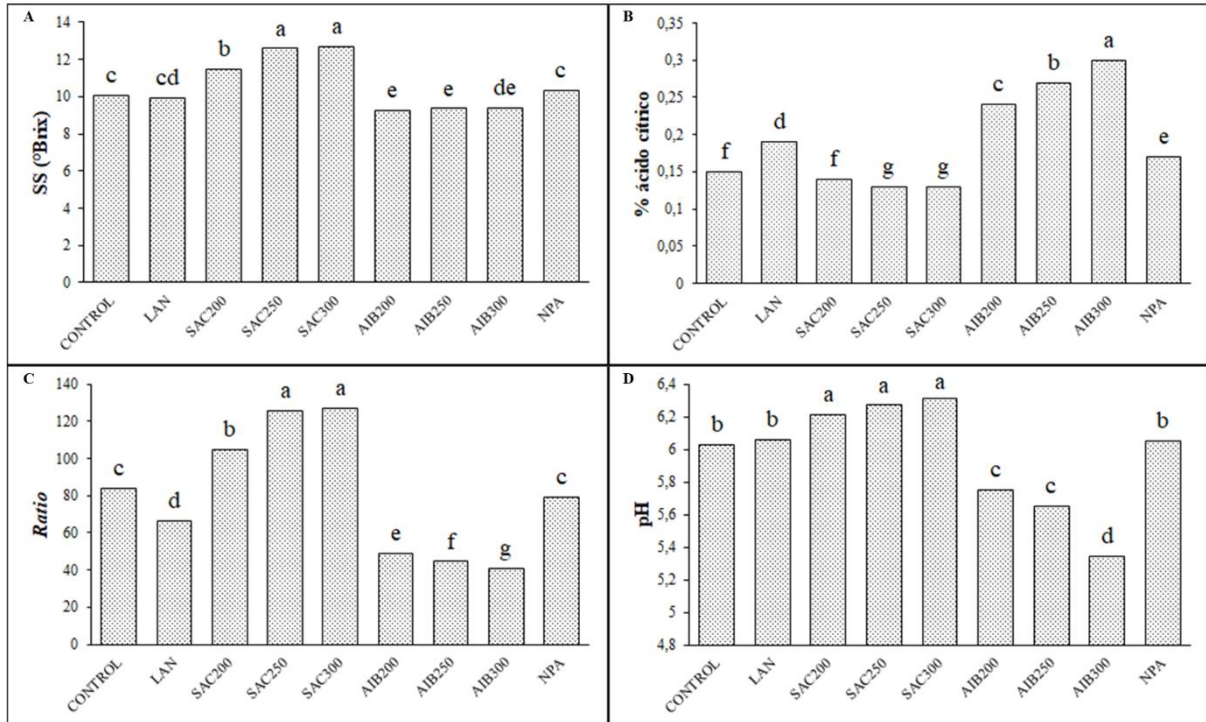
Fonte: O autor.

Melões tratados com auxina apresentaram maiores valores, com médias de 47,39 a 54,79 N, até 133,94% acima dos demais. Observou-se que o uso de sacarose em todas as concentrações apresentou efeito inverso a auxina, proporcionando menores médias, 23,42 a 23,49 N. O tratamento com NPA não diferiu dos tratamentos controle, não exercendo influência sobre a firmeza dos frutos.

5.1.2.1 Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH

Todas as variáveis físico-químicas do experimento I apresentaram diferença significativas ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados (Figura 4).

Figura 4 – Atributos de qualidade em frutos de melão amarelo cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftilftalâmico (NPA) aplicados aos 30 D.A.P. A – Sólidos solúveis. B – Acidez titulável (ácido cítrico). C – *Ratio*. D – pH. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



Fonte: O autor.

Os valores de sólidos solúveis (Figura 4A), durante o desenvolvimento dos frutos, variaram entre 9,28 e 12,71 °Brix. Tratamentos com sacarose, que apresentaram os maiores teores de SST, diferiram entre si. Os melões, submetidos ao tratamento com 250 e 300 mM de sacarose, que se igualaram pelo teste de Tukey, apresentaram maiores teores de SST, de 12,58 e 12,71 °Brix, respectivamente. As concentrações de AIB não diferiram entre si, tendo as menores médias para esta variável que os demais tratamentos, proporcionando aos melões 9,28, 9,35 e 9,36 °Brix, nesta mesma ordem. A aplicação de NPA não diferiu dos frutos controle.

As maiores porcentagens para a acidez titulável (Figura 4B) foram proporcionadas pelas concentrações, em valores crescentes, de auxina 200, 250 e 300 mM, apresentando respectivamente, 0,19, 0,21 e 0,23 % de ácido cítrico, valores que diferiram entre si pelo teste de média. A relação SS/AT (Figura 4C), que apresenta maior representatividade que a medição isolada de açúcares ou acidez, variou de 40,62 a 127,10. Como consequência principalmente do aumento na AT, obtidas nos tratamentos com aplicação exógena de AIB, o *ratio* teve uma diminuição decrescente significativa com o aumento da concentração do hormônio, aferindo

para os frutos sob 200, 250 e 300 mM de AIB, 48,84; 44,52 e 40,62, respectivamente. Os tratamentos com sacarose apresentaram maiores médias para esta variável, tendo aumento crescente de acordo com as concentrações – mesmo com sacarose 250 e 300 mM não diferindo entre si – gerando índices de 105; 125,80 e 127,10. O inibidor do transporte de auxina não diferiu do grupo controle, podendo ser observadas mudanças pouco representativas.

Para o pH (Figura 4D), frutos tratados com sacarose não diferiram entre si e se sobressaíram aos demais tratamentos, apresentando maiores valores de pH de 6,21; 6,27 e 6,31, concordante com as menores médias de ATT. A aplicação de AIB ocasionou frutos mais ácidos que os demais tratamentos com as concentrações deste hormônio, em ordem crescente, gerando pH 5,75; 5,65 e 5,34. Frutos tratados com NPA não diferiram estatisticamente aos do controle.

5.2 MÉTODO ANALÍTICO PRÉ-COLHEITA: EXPERIMENTO II

5.2.1 Soma Térmica em graus-dias

No experimento II, a variação da temperatura do ar encontra-se ilustrada no Anexo B. Não foram encontradas, para o período de cultivo, temperaturas abaixo ou superior das basais exigidas pela cultura, tendo sido aferida temperatura mínima de até 13,5 °C e máxima de 29,6 °C.

A quantidade de graus-dia acumulados pela cultura foi de 1335,48 para um de ciclo 136 dias (Tabela 5). No subperíodo Inicial, a soma térmica e número de dias foram de 67,3 e 7, respectivamente. No estágio vegetativo, houve acúmulo de 443,1 GDA em 60 dias, na frutificação e maturação, esses valores foram de 437,68 GDA e 47 dias para o primeiro, e 187,4 GDA e 22 dias, para o segundo.

Tabela 5 - Soma térmica em Graus-dia acumulados (GDA), duração (dias) dos estádios fenológicos do melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivado em casa de vegetação na safra 2020/2021. Ponta Grossa - PR, 2020-2021.

Estádio Fenológico	GDA (°C)	Duração (dia)
Inicial	67,3	7
Vegetativo	443,1	60
Frutificação	437,68	47
Maturação	187,4	22
TOTAL	1135,48	136

Fonte: O autor.

Conforme a Tabela 6, pode-se observar que houve diferença significativa a 5 % entre os tratamentos somente para os dias de maturação.

Tabela 6 - Resultados médios para os dias de maturação e soma térmica em graus-dia acumulados (GDA) do melão amarelo cv. 'Eldorado' cultivado em casa de vegetação e submetido a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triiodobenzoico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P. Ponta Grossa – PR, 2020-2021. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($P < 0,05$). **Fonte:** O autor.

Níveis de tratamento	¹ Dias de Maturação	GDA (°C)*
Controle	44 bc	866,10 a
Ácido indolacético (AIA)	56 a	937,12 a
Ácido 2,3,5-triiodobenzoico (TIBA)	45,5 b	986,56 a
Sacarose	41,25 c	1032,41 a
Sorbitol	41,75 c	1037,76 a
C.V (%)	3,23	10,21

*Soma térmica em graus-dias acumulados de Villa Nova *et al.* (1972).

Fonte: O autor.

O tratamento com AIA, assim como na safra anterior, retardou a maturação fisiológica dos frutos, necessitando de 56 dias para alcançar a maturação completa. Os frutos tratados com sacarose e sorbitol não apresentaram diferenças estatísticas entre si para os dias de maturação, acelerando em aproximadamente 15 dias quando comparados ao AIA, mas não diferiram do controle. A aplicação de TIBA não diferiu do controle, alcançando a maturação em 45,5 dias e estando entre os outros tratamentos.

5.2.2. Métodos analíticos pós-colheita

5.2.2.1 Aspectos físicos dos melões

Quanto aos parâmetros de cor, assim como o primeiro experimento, também não apresentaram diferenças estatísticas (Apêndice B). Para luminosidade (L^*), os valores encontrados foram de 56,26 a 77,96 e croma, 43,27 a 68,31. Para Coordenada verde/vermelho (a^*), Coordenada azul/amarelo (b^*), os intervalos foram de 5,83 a 10,68 e de 42,5 a 67,24. No $^{\circ}$ Hue, as médias foram de 62,42 a 81,05, mostrando que todos os frutos apresentaram o exocarpo amarelo (Figura 5).

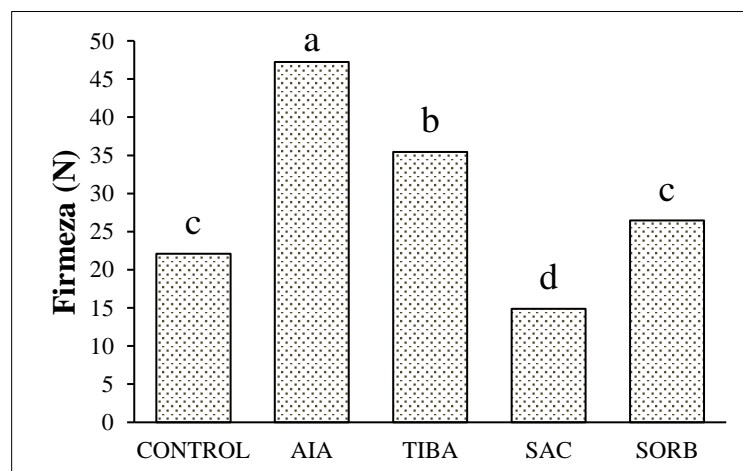
Figura 5 – Frutos de melão amarelo cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triodobenzóico (TIBA) na safra de 2020/2021, na região dos Campos Gerais, Paraná.



Fonte: O autor.

Na Figura 6 encontra-se os atributos de firmeza. Após a realização do teste de Tukey ($p > 0,05$), foi possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos.

Figura 6 - Firmeza (N) em frutos de melão amarelo cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triodobenzóico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



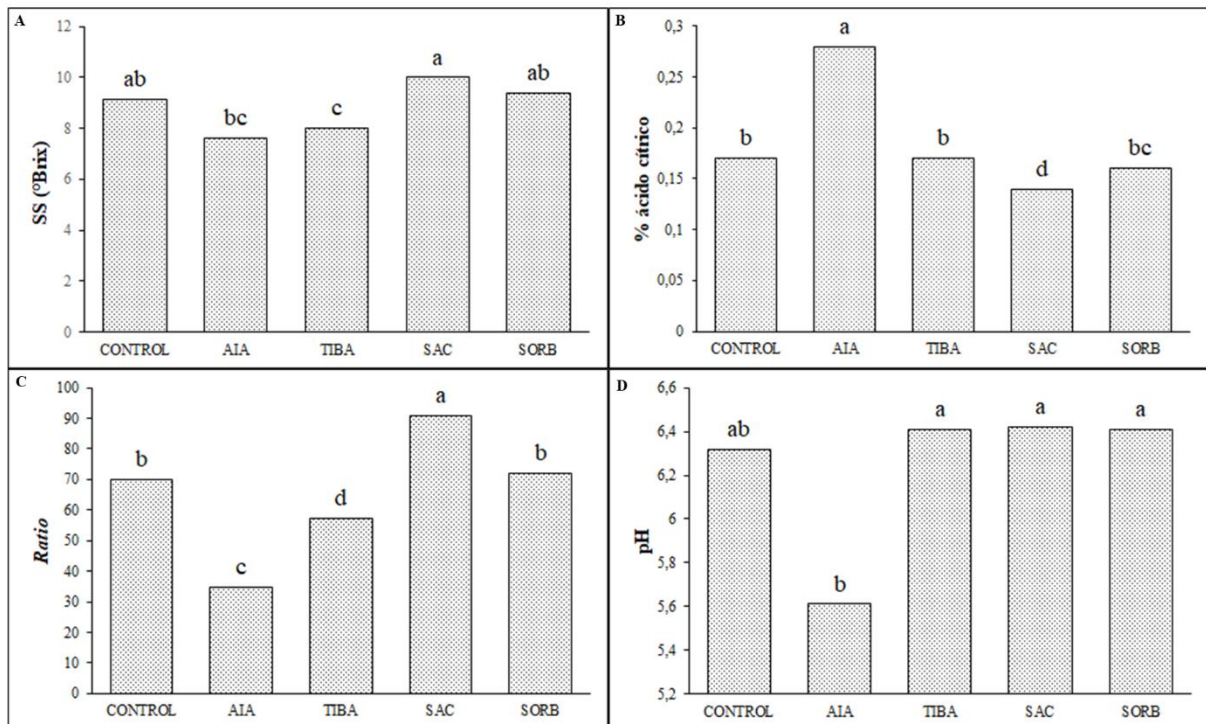
Fonte: O autor.

Mostrando a capacidade de retardar o amolecimento pelo desarranjo das estruturas da parede celular primária e da lamela média do fruto (Figura 6), o AIA proporcionou maior firmeza dos melões, superando em 32,37 N, a sacarose, tratamento de menor média, que propiciou firmeza de 14,88 N. O TIBA, com 35,43 N, ocasionou firmeza entre esses dois tratamentos, e o sorbitol, com 26,45 N, não diferiu do controle.

5.2.2.2 Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH

Todas as variáveis físico-químicas do experimento II apresentaram diferença significativas ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados (Figura 7).

Figura 7 – Atributos de qualidade em frutos de melão amarelo cv. ‘Eldorado’ cultivados em casa de vegetação e submetidos a tratamento pré-colheita com sacarose, sorbitol, ácido indolacético (AIA) e ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) aplicados aos 30 D.A.P. A – Sólidos solúveis. B – Acidez titulável (% ácido cítrico). C – *Ratio*. D – pH. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



Fonte: O autor.

Para os teores de SS (Figura 7A), a sacarose apresentou a maior média, alcançando 10 °Brix, mas não diferiu do sorbitol e controle, tendo um acúmulo de 24,68% a mais que TIBA, o qual apresentou a menor média. Este não diferiu estatisticamente do AIA, com estes últimos tratamentos propiciando valores de 9,37, 9,15, 8,02 e 7,62 °Brix, respectivamente.

Em se tratando da AT (Figura 7B), os valores vão de acordo com os SS, uma vez que este último aumenta com a redução da primeira. A sacarose permitiu o maior gasto dos ácidos orgânicos, quando comparada a auxina e ao TIBA, com todos estes proporcionando valores de 0,11, 0,22 e 0,14 %, respectivamente. O referente hormônio proporcionou maior acúmulo de ácido cítrico, com um aumento de 100% em relação ao glicídio usado neste experimento. Já o sorbitol, situou-se entre o inibidor de auxina e a sacarose, contudo não diferiu dos outros do controle.

Para o *ratio* (Figura 7C), aferiu-se a maior disparidade de valores para os tratamentos. Devido ao menor gasto de ácidos orgânicos, os melões tratados com AIA apresentaram a menor média, com 34,63, comportamento inverso aos frutos com sacarose, que alcançando o índice de 90,90, superou todos os demais tratamentos. O TIBA, também diferiu do controle, com *ratio* médio de 57,28. A aplicação do sorbitol não interferiu nesta variável, uma vez que não diferiu do controle e alcançou a média de 72,07.

Uma vez que os frutos podem apresentar capacidade tamponante, as médias de pH (Figura 7D) não apresentaram grandes diferenças, ficando entre 5,61 e 6,32. A auxina, com 5,61, apresentou menor média que a sacarose, TIBA e sorbitol, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si, com nenhum desses diferindo do controle, proporcionando médias de pH de 6,42, 6,41, 6,41 e 6,32, nesta ordem.

6 DISCUSSÃO

Para o meloeiro, as variáveis climáticas são de extrema importância, uma vez que influenciam o crescimento, desenvolvimento e produtividade dessa cucurbitácea. A temperatura apresenta-se como fator decisivo, uma vez que para completar seu ciclo, os vegetais têm limites de temperatura, que se não respeitados, acionarão dispositivos metabólicos, como exemplo, a paralisação de suas atividades fisiológicas se ocorrerem temperaturas abaixo da basal inferior (MORAIS *et al.*, 2010; SCHMIDT *et al.*, 2017). Observa-se no Apêndice A, que as temperaturas que ocorreram em casa de vegetação foram adequadas para o desenvolvimento da cultura, não paralisando então, o desenvolvimento desta.

Para os GDA – em ambos os experimentos avaliados, observado nas Tabelas 3 e 5 – dentre os estádios fenológicos, observou-se que o subperíodo Inicial foi o mais curto, tal fato está relacionado com o fato de a temperatura do solo ser maior nessa época, favorecendo as sementes a completarem suas necessidades térmicas e emergirem neste período.

Nos dois experimentos, dentre os estágios avaliados, o período final de desenvolvimento do fruto apresentou maior requerimento térmico, uma vez que há uma exigência de maiores dias para maturação plena. Já a discrepância de 244,54 GD entre os anos de estudo pode ser explicado pela ocorrência de maiores temperaturas no primeiro experimento. A superioridade da soma térmica dos graus-dias na fase de frutificação, na presente pesquisa, está amplamente proporcional a duração do ciclo da cultura, observando relações diretas com as temperaturas registradas no período observado de setembro de 2019, quando os ciclos fenológicos são mais longos, cujo acúmulo de graus-dias foi superior a janeiro de 2020.

Os valores de soma térmica de nossa pesquisa estão condizentes aos encontrados por Bento (2018), que avaliando a demanda hídrica e crescimento do meloeiro em relação aos graus-dia acumulado, obteve uma média de 1079,38 GD para dois experimentos até o ciclo final da cultura. Franco (2017) estudando o efeito da aplicação de lithothamnium e cobertura morta no solo em melancia, relata que esta cucurbitácea atingiu maturidade em 65 dias após a semeadura, totalizando 1.391 GD.

Resultados divergentes foram reportados por Pereira *et al.* (2017), que ao avaliarem os graus-dias na cultura do melão na região de Petrolina – PE, concluíram que o ciclo do melão amarelo foi de 70 dias, acumulando na totalidade 1.012,96 graus-dias, divergindo com os achados na presente pesquisa, 1380,02 graus-dias. Os mesmos autores observaram que nos estádios fenológicos inicial, vegetativo, frutificação e maturação foram de 153,30, 294,84, 310,44 e 254,38 °C, respectivamente.

Na região Nordeste, maior região produtora de melão do Brasil, Borges *et al.* (2015) ao avaliarem a duração dos estádios fenológicos do meloeiro nesta região, observaram a duração de 22, 19, 18 e 09 dias para os estádios fenológicos inicial, vegetativo, frutificação e maturação, respectivamente, totalizando 68 dias para o ciclo completo da cultura.

Para Costa (2017), as condições climáticas, de substrato e da cultivar são fatores imprescindíveis na condição da duração de cada estágio fenológico das culturas. Nas condições do presente experimento, observa-se oscilação de temperatura nos estádios iniciais do cultivo, observando uma temperatura média abaixo de 20 °C. Assim, enfatiza-se que a cultura do meloeiro é intimamente exigente em condições térmicas, por ser uma cultura tipicamente de clima quente e apresenta melhor desenvolvimento e produção em temperaturas acima de 20 °C (MENDES *et al.*, 2010).

O tempo de amadurecimento dos frutos, listado nas Tabelas 4 e 6, foi influenciado pelos tratamentos aplicados nas duas safras implantadas, tendo um mesmo comportamento: as concentrações de auxina o retardaram, o TIBA, como inibidor do transporte polar de auxina, também protelou o amadurecimento, porém, em menos dias que o hormônio anterior, as de sacarose, juntamente com o sorbitol, anteciparam.

No melão, o amadurecimento apresenta diferentes padrões, caracterizando-o como climatérico e não-climatérico. A maturação dos frutos está relacionada com açúcares e alguns hormônios, sendo que para o processo de maturação dos frutos climatéricos, há a ação direta do etileno, já para os não climatéricos, o amadurecimento apresenta ser intimamente ligado a outros hormônios, como o ácido abscísico, citocininas, giberelinas e as auxinas (AYUB *et al.*, 1996; FUENTES; FIGUEROA; VALDENEGRO, 2019; STROKA; SCHEMBERGER; AYUB, 2021; TERIBIA; TIJERO; MUNNÉ-BOSCH, 2016).

Salienta-se que na maturação dos frutos não-climatéricos, o ácido abscísico, o etileno e os brassinosteroides, atuam como promotores de maturação, enquanto auxinas, citocininas, giberelinas, jasmonatos e poliaminas, agem como inibidores, construindo um controle hormonal extremamente complexo, devido a interação destes. Os processos individuais do amadurecimento, a exemplo do amolecimento, acúmulo de açúcar e formação de compostos aromáticos, podem estar sob controle hormonal específico, trazendo outras vias para a visão global do processo de maturação, como explicado por Fortes *et al.* (2015) em um estudo com bagas de uva.

Medina-Puche e seus colaboradores ainda complementam os autores supracitados, ao realizarem análise de expressão em morango e concluírem que a auxina e o ácido abscísico são

os principais hormônios responsáveis pela transição do desenvolvimento inicial do fruto para o amadurecimento. As auxinas evitam o amadurecimento, reprimindo os principais genes relacionados ao amadurecimento; enquanto o ABA regula a expressão da grande maioria dos genes envolvidos no amadurecimento (MEDINA-PUCHE *et al.*, 2016), reafirmando Ayub *et al.* (1996), que mostraram que a síntese de açúcar é independente do etileno.

Nos primeiros estágios do desenvolvimento do fruto, conforme Suran-Soria *et al.* (2020), as auxinas promovem a expansão e o alongamento celular, reprimindo o acúmulo de sacarose e estimulando sua degradação pela invertase em glicose e frutose, que também são necessárias para o crescimento do fruto. Os autores elucidam que durante o amadurecimento, a sacarose pode ativar vários genes que aumentam os níveis de ABA, etileno e suprime outros hormônios, bem como de alguns genes, promovendo o processo de amadurecimento dos frutos. Além disso, a sacarose por si só pode promover o amadurecimento da fruta.

Com relação a associação da auxina e sacarose com o ABA tem-se descrito que a auxina diminui os níveis deste (JIA *et al.*; 2011; FORTES *et al.*, 2015). Já os açúcares são moléculas sinalizadoras que atuam na ativação da biossíntese de ABA e este por sua vez, ocasiona um aumento de açúcares, promovendo assim, o amadurecimento. Dois estudos utilizados para o embasamento teórico do presente trabalho, mostram que aplicação de sacarose em morango, fruto também não-climatérico, influencia na atuação do ABA no processo de maturação. Relata-se que há envolvimento do gene FaNCED1 na maturação, devido ao aumento nos níveis de sacarose, a qual promoveria a sinalização desse gene e desta forma, aumentando o nível de ABA (JIA *et al.*, 2011; JIA *et al.*, 2013).

Outro aspecto a ser levado em consideração é a possibilidade da correlação da auxina com a síntese de sacarose observado no estudo de Chen *et al.* (2016). Como já discutido anteriormente este hormônio suprime a expressão da sacarose sintase em morango, e conseqüentemente pode acarretar diminuição da concentração da sacarose no fruto que é um fato metabólico condicionante de desencadeamento da maturação como observado no presente estudo.

Em relação as variáveis físico-químicas, no Experimento I, podemos observar que para a firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH - dados graficamente expostos nas Figuras 3 e 4 – a aplicação de auxina e sacarose ocasionou mudanças nos frutos. O hormônio aumentou os teores da primeira e terceira variável e diminuiu as demais, com o açúcar aplicado proporcionando comportamento inverso. Logo, podemos supor que o uso da auxina retardou o amadurecimento, e a sacarose, acelerou.

Estes resultados fisiológicos reforçam a ação antagônica entre auxina e a sacarose no amadurecimento dos frutos, em que a primeira retarda enquanto a segunda acelera (JIA *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2019). Entretanto, é importante ressaltar que este processo é complexo e determinado por diversos fatores, principalmente pela ação de outros fitormônios, a exemplo do etileno e ácido abscísico, o que resulta em modificações no metabolismo e consequentemente nas características fisiológicas dos frutos durante o amadurecimento (AYUB *et al.*, 2016; JIA *et al.*, 2017). Inúmeras pesquisas confirmaram que o metabolismo do açúcar, com ênfase na sacarose, é um processo chave no desenvolvimento do fruto, promovendo tanto seu próprio acúmulo quanto impulsionando o amadurecimento (RUAN *et al.*, 2012; TOGNETTI *et al.*, 2013).

Quanto a firmeza que foi aumentada pela auxina e diminuída pela sacarose, pode ser explicada pelo fato da primeira estimular o crescimento vegetal, aumentando a extensibilidade da parede celular, e pela segunda induzir a síntese de ácido abscísico, o qual inibe o crescimento vegetal, causando um decréscimo na extensibilidade. Em se tratando da tendência de aumento do teor de sólidos solúveis e redução da acidez titulável, pode ser devido à degradação da reserva de sacarose e polissacarídeos e consumo de ácidos orgânicos no ciclo de Krebs, devido à respiração para produção de energia (VALERO; SERRANO, 2010).

Para o fato de a aplicação da auxina ter deixado os frutos com menor pH, tem-se a teoria do crescimento ácido como uma explicação. Pressupõe-se que este hormônio promova a síntese de novas ATPases ou a ativação destas já existentes na membrana plasmática. Assim, como essas enzimas bombeiam prótons, que geram a saída de H^+ do citoplasma para a parede celular, proporcionam uma acidificação (VIEIRA, 2010).

Os resultados aqui aferidos corroboram com os de Chen *et al.* (2016) que, ao estudarem o perfil de transcriptoma de frutos de morango pós-colheita em resposta a auxina exógena, verificaram que esta atrasou o amadurecimento do fruto. Ao nível molecular, este estudo demonstrou que a ação deste hormônio atrasa a despolimerização da pectina e degradação de componentes da parede celular devido à supressão de alguns genes destas vias como pectato liase, b-D-xilosidade, endoglucanase, b-galactosidade e endo 1,3 (4)-b-glucanase. Além disso, foi verificada sua atuação na supressão da expressão do gene da sacarose sintase a qual seu produto proteico converte sacarose em UDP-glicose e frutose em uma reação que é reversível. É importante destacar também que o conteúdo de auxina diminui antes do início do amadurecimento em algumas frutas não-climatéricas para que haja o início da síntese do ABA (JIA *et al.*, 2016).

Afirmando com os efeitos da injeção exógena de sacarose no presente estudos, Jia *et al.* (2013) constataram que o crescimento e o desenvolvimento dos frutos estão intimamente relacionados às mudanças no conteúdo de sacarose. Desse modo, a sacarose exógena e seu análogo não metabolizável turanose induziram o acúmulo de ABA nas frutas que, conseqüentemente, acarretou aceleração do processo de amadurecimento das frutas de morango. Esses mesmos autores ao injetarem sacarose em frutos de morango no estágio verde, puderam observar que os frutos começaram a ficar vermelhos em apenas quatro dias após a suplementação com sacarose, observando resposta antagônica em frutos tratados com manitol por apresentarem coloração branca.

Trabalhos com morango, tomate e uva demonstram que a aplicação exógena de sacarose pode gerar maior concentração de açúcares e, conseqüentemente, menor firmeza (FORTES *et al.*, 2015; JIA *et al.*; 2011; LI *et al.*, 2016). Li *et al.* (2017), que observaram o aumento do teor de certos ácidos orgânicos e manutenção da acidez do tomate, quando estes foram submetidos a atuação da auxina exógena nos pigmentos e no perfil do metabólito primário em pós-colheita, também reafirmam os resultados obtidos em nossa pesquisa.

Outrossim, para o Experimento II, mostramos também que para as variáveis já citadas e demonstradas nas Figuras 6 e 7, a auxina e a sacarose apresentaram o mesmo comportamento antagônico no amadurecimento do melão, reafirmando nossas suposições.

Em se tratando do sorbitol, sabe-se que este é absorvido pelas células do parênquima por meio do transportador de sorbitol e, uma vez no citosol, o catabolismo desse poliálcool resulta da atividade de sorbitol desidrogenase dependente de NAD⁺ (NAD⁺-SDH) e sorbitol oxidase (SOX), que o convertem em ácido orgânico ou amido, sendo preferencialmente convertido em frutose, acarretando assim em maior acúmulo de açúcares no fruto (KIM *et al.*, 2015), explicando então o fato de que apesar de não diferenciar do controle, acompanhou o comportamento da sacarose, acarretando em um amadurecimento acelerado se comparado a auxina. O TIBA também apresentou comportamento similar, pois este é um regulador de crescimento que age inibindo o transporte polar da auxina, competindo com ela pelo sítio de ligação no transportador de efluxo na membrana plasmática (BUZZELLO, 2010).

Os intervalos encontrados para firmeza, nos dois experimentos, foram de 14,88 a 54,78 N, com a sacarose proporcionando o menor valor no Experimento II, mostrando que com exceção deste resultado, os demais se mostraram superiores ao mínimo exigido no momento da colheita, que é de 22 N (PEREIRA *et al.*, 2021) e aos obtidos por Cavalcante Neto *et al.* (2020) para o melão 'Glacial' de 23,62 N, híbrido que vem sendo testado e apresentado bons

resultados. Já Pereira *et al.* (2021) aferiram valores de 15,10 a 36,10 N estudando a produção e qualidade de melões sob diferentes arranjos do sistema de irrigação e coberturas do sol. Aroucha *et al.* (2018) aplicando um bioestimulante vegetal composto de extratos de agave (*Yucca shidigera*) e micronutrientes minerais com ação semelhante às citocininas, aferiram valores entre 15,22 a 16,37 N para melão cultivar ‘Goldex’ e ‘Iracema’.

Para o teor de sólidos solúveis, que se encontrou no intervalo de 7,62 a 12,71 °Brix, sabe-se que para o mercado interno e externo é necessário Brix de no mínimo 10°, logo, a aplicação de auxina, TIBA e sorbitol não geraram estes resultados. Para o melão, Pereira *et al.*, 2021 aferiram valores variando de 9,93 a 10,43 °Brix, resultado similar ao encontrado por Simões *et al.* (2016), de 9,20 a 10,70 °Brix, em testes de lâminas de irrigação por gotejamento, na presença ou não de filme plástico enterrados em diversas profundidades do solo. No tocante a acidez titulável, os valores foram de 0,11 a 0,23%, resultados abaixo do obtido por Pereira *et al.* (2021) que obtiveram valor mínimo de 0,99% e aproximados de Reis *et al.* (2017), que aferiram um intervalo de 0,2 a 0,23% em melões submetidos a diferentes lâminas de irrigação e aplicação de bioestimulante a base de cinetina, ácido Giberélico e ácido Indol-butírico.

Para o pH, os valores encontrados em nossa pesquisa foram de 5,34 a 6,42. Valores similares aos encontrados por Aroucha *et al.* (2018), que aferiram 5,48 a 5,73. Reis *et al.* (2017) também encontraram um valor médio de 5,62 com CV 4,79%. Para os parâmetros de cor, a luminosidade encontrada de 56,26 a 77,96, está próxima aos preditos pela Embrapa (2017), que determina um padrão de $69,76 \pm 0,66$. Já os demais parâmetros, encontramos intervalos de 36,58 a 68,31 para croma, 1,25 a 10,68 para a*, 42,5 a 67,24 para b* e °hue 62,42 a 88,26. Sabe-se que b* positivo indica a cor do fruto para o amarelo, mostrando que os frutos colhidos apresentavam boa cor do exocarpo.

7 CONCLUSÃO

O uso de auxinas retardou e a sacarose acelerou o amadurecimento dos frutos de melão. Estes resultados fisiológicos reforçam a ação antagônica entre este hormônio e o açúcar no amadurecimento dos frutos, em que a primeira retarda enquanto a segunda acelera.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Estatística de Exportações de Frutas no Primeiro Semestre de 2019**. 2019. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/>>. Acesso em: 27 out. 2019.
- ABRAFRUTAS. **Estatística de exportações de frutas no primeiro trimestre de 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2020/04/23/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-tres-trimestres-de-2020/>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- ABU-ZAITOON, Y. M. *et al.* A large increase in IAA during development of rice grains correlates with the expression of tryptophan aminotransferase OsTAR1 and a grain-specific YUCCA. **Physiologia Plantarum** 146, 487–499, 2012.
- AKRAMI, M.; ARZANI, A. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. **Sci Rep** 9, 7249, 2019.
- ARGYRIS, J. M. *et al.* QTL analyses in multiple populations employed for the fine mapping and identification of candidate genes at a locus affecting sugar accumulation in melon (*Cucumis melo* L.). **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1679, 2017.
- AROUCHA, E. M. *et al.* Pre-harvest application of plant biostimulant on the quality and shelf-life of yellow melon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 252, 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington: AOAC, 17^a Edição, p. 1115, 2002.
- AYUB, R. *et al.* Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. **Nature Biotechnology**, v. 14, n. 7, p.862-866, jul. 1996.
- BAKER, J. T.; REDDY, V. R. Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. **Annals of Botany**, v. 87, n. 5, p. 605-613, 2001.
- BERLETH, T.; SACHS, T. The morphogenesis: long distance coordination and local patterning. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 4, p. 57-62, 2001.
- BLANCA, J. M. *et al.* Melon transcriptome characterization. SSRs and SNPs discovery for high throughput genotyping across the species. **Plant Genome**. 2011.
- BOHN-COURSEAU, I. Auxin: A major regulator of organogenesis. **Comptes Rendus Biologies**, v. 333, n. 4, p. 290-296, 2010.
- BORGES, V. P. *et al.* Energy balance and evapotranspiration of melon grown with plastic mulch in the Brazilian semiarid region. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 5, p. 385-392, Out. 2015.
- BORNHOFEN, E. *et al.* Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 46-55, 2015.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. **Melão**. Brasília, DF, 12 p., 2003.

BRASIL. Secretaria de Agricultura e Pecuária (SEAGRI). Frutas na Alimentação, 2010. Disponível em: <http://www.seagri.ce.gov.br/siga/frutasnaalimentacao.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

BURGER, Y.; SCHAFFER, A. A. The contribution of sucrose metabolism enzymes to sucrose accumulation in Cucumis. **J Amer Soc Hort Sci** 132:704–712, 2007.

BURGER, Y.; SA'AR, U.; DISTELFELD, A.; KATZIR, N. Development of Sweet Melon (Cucumis melo L.) Genotypes Combining High Sucrose and Organic Acid Content. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 128:537-540, 2003.

BUSATTO, N. *et al.* The peach RGF/GLV signaling peptide pCTG134 is involved in a regulatory circuit that sustains auxin and ethylene actions. **Front. Plant Sci.** 2017.

BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônômico da cultura da soja cultivar, CD 214 RR**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2010. Bibliografia: f. 108 – 114.

CAVALCANTE, J. G. *et al.* Potential of parents and hybrids experimental of the yellow melon. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.

CHEN, J. *et al.* Transcriptome profiling of postharvest strawberry fruit in response to exogenous auxin and abscisic acid. **Planta**, v. 243, n. 1, p. 183-197, 2016.

CHEN, Tong; QIN, G.; TIAN, S. Regulatory network of fruit ripening: current understanding and future challenges. **New Phytologist**, v. 228, n. 4, p. 1219-1226, 2020.

CHOUDHURY, S. R.; ROY, S.; SENGUPTA, D. N. Characterization of transcriptional profiles of MA-ACS1 and MA-ACO1 genes in response to ethylene, auxin, wounding, cold and different photoperiods during ripening in banana fruit. **J. Plant Physiol.**, 2008.

COSTA, N. D. (Ed). **A cultura do melão**. Brasília: Embrapa semiárido p. 24-43, 2017.

COSTA, N. D. **Cultivo do melão**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, Coleção Plantar, v. 60, p. 191, 2008.

DAI, N. Cloning and Expression Analysis of a UDP-Galactose/Glucose Pyrophosphorylase from Melon Fruit Provides Evidence for the Major Metabolic Pathway of Galactose Metabolism in Raffinose Oligosaccharide Metabolizing Plants. **Plant Physiology**, v. 142, n. 1, p. 294–304, 2006.

DAI, N. *et al.* Metabolism of soluble sugars in developing melon fruit: A global transcriptional view of the metabolic transition to sucrose accumulation. **Plant Molecular Biology**, v. 76, n. 1–2, p. 1–18, 2011.

DE OLIVEIRA, F. I. C. *et al.* A cultura do melão. **Embrapa Agroindústria Tropical- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

DEVOGHALAERE, F. *et al.* A genomics approach to understanding the role of auxin in apple (*Malus x domestica*) fruit size control. **BMC Plant Biology**, Auckland, v. 12, n. 7, p. 1-5, 2012.

DURAN-SORIA, S. *et al.* Sugar Signaling During Fruit Ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 2020.

ESTERAS, C. *et al.* SNP genotyping in melons: genetic variation, population structure, and linkage disequilibrium. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 126, n. 5, p. 1285-1303, 2013.

FEI, Liuying *et al.* Exogenous application of sucrose promotes postharvest ripening of kiwifruit. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 245, 2020.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. **Cultura do melão**. In: FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. 1. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 407-428.

FORTES, A. M.; TEIXEIRA, R. T.; AGUDELO-ROMERO, P. Complex interplay of hormonal signals during grape berry ripening. **Molecules**, v. 20, n. 5, p. 9326-9343, 2015.

FRANCO, J. E. A. **Produção e qualidade de frutos de melancia em solo sob aplicação de lithothamnium e cobertura morta**. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciência Agrárias, Teresina-PI, 2017.

FRIML, J. Subcellular trafficking of PIN auxin efflux carriers in auxin transport. **European Journal of Cell Biology**, v. 89, n. 2–3, p. 231–235, fev. 2010.

FUENTES, L; FIGUEROA, C. R; VALDENEGRO, M. Recent advances in hormonal regulation and cross-talk during non-climacteric fruit development and ripening. **Horticulturae**, v. 5, n. 2, p. 45, 3 jun. 2019.

GARCIA-MAS, J. *et al.* The genome of melon (*Cucumis melo* L.). **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 109, n. 29, p. 11872-11877, 2 jul. 2012.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Nobel, 13ª Edição, 2007.

GONÇALVES, M. A. *et al.* Crescimento e Desenvolvimento. In: ANTUNES, L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2016, p. 56-58.

GREENE, D.W. Effect of auxin inhibitors on fruit growth and fruit set of ‘mcintosh’, ‘delicious’ and ‘golden delicious’ apples. **Acta Hort.** 727, 225-262, 2006.

GROSSMANN, K. *et al.* Induction of abscisic acid is a common effect of auxin herbicides in susceptible plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 149, n. 3–4, p. 475-478, 1996.

HAREL-BEJA, R. *et al.* A genetic map of melon highly enriched with fruit quality QTLs and EST markers, including sugar and carotenoid metabolism genes. **Theor Appl Genet** 121:511–33, 2010.

IBGE. **Área plantada, produção e produtividade de melão no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 03 ago. 2020.

IBGE. **Área plantada, produção e produtividade de melão no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#resultado>. Acesso em: 03 ago. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo, 4ª Edição, v. 1, p.533, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo, 4ª Edição, versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&or. Acesso em 14 jul. 2020.

JIA, H. *et al.* Abscisic acid and sucrose regulate tomato and strawberry fruit ripening through the abscisic acid-stress-ripening transcription factor. **Plant biotechnology journal**, v. 14, n. 10, p. 2045-2065, 2016.

JIA, H. *et al.* Abscisic acid plays an important role in the regulation of strawberry fruit ripening. **Plant physiology**, v. 157, n. 1, p. 188-199, 2011.

JIA, H. *et al.* Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening. **New Phytologist**, v. 198, n. 2, p. 453-465, 2013.

JIA, M. *et al.* A FERONIA-like receptor kinase regulates strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) fruit ripening and quality formation. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1099, 2017.

JULIUS, B. T. *et al.* Sugar transporters in plants: new insights and discoveries. **Plant and Cell Physiology**, v. 58, n. 9, p. 1442-1460, 2017.

KIM, H. *et al.* Non-climacteric ripening and sorbitol homeostasis in plum fruits. **Plant Science**, v. 231, p. 30-39, 2015.

KIRKBRIDE JUNIOR, J. H. **Biosystematics monograph of the genus Cucumis (Cucurbitaceae): botanical identification of cucumbers and melons**. North Carolina: Parkway, 1993. 159 p.

LEIDA, C. *et al.* Variability of candidate genes, genetic structure and association with sugar accumulation and climacteric behavior in a broad germplasm collection of melon (*Cucumis melo* L.). **BMC genetics**, v. 16, n. 1, p. 28, 2015.

LI, D. H. *et al.* Effect of exogenous sucrose on anthocyanin synthesis in postharvest strawberry fruit. **Food Chemistry**. Volume 289, 15. Pages 112-120, 2019.

LI, D. *et al.* Exogenous sucrose treatment accelerates postharvest tomato fruit ripening through the influence on its metabolism and enhancing ethylene biosynthesis and signaling. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 38, n. 9, p. 225, 2016.

- LI, J. *et al.* Comprehensive RNA-Seq analysis on the regulation of tomato ripening by exogenous auxin. **PLoS On.**, 2016.
- LI, J. *et al.* Effects of exogenous auxin on pigments and primary metabolite profile of postharvest tomato fruit during ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 219, p. 90-97, 2017.
- LIMA, E. M. C. *et al.* Crescimento e produção de melão cultivado em ambiente protegido e irrigado por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 449-457, 2009.
- MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Chemical composition and bioactive compounds of Cucumis melo L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environment Protection**, United Kingdom, v. 113, n. 1, p. 68-77, 2018.
- MCCREIGHT, J. D.; NERSON, H.; GRUMET, R. **Melon, Cucumis melo L.** In: KALLOS, G.; BERGH, B.O. (Ed.). Genetic improvement of vegetable crops. New York: Pergamon, 1993.
- MEDEIROS, J. F. *et al.* Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 792-797, 2006.
- MEDINA-PUCHE, L. *et al.* Extensive transcriptomic studies on the roles played by abscisic acid and auxins in the development and ripening of strawberry fruits. **Functional & integrative genomics**, v. 16, n. 6, p. 671-692, 2016.
- MENDES, A. M. S. *et al.* Sistema de produção de melão. **Petrolina: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/iEmbrapaSemiarido>**, 2010.
- MENEZES, J. B. *et al.* **Característica do melão para exportação.** In: ALVES, R. E. (Org.) Melão: pós-colheita. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 13-22.
- MOING, Annick *et al.* Comparative metabolomics and molecular phylogenetics of melon (Cucumis melo, Cucurbitaceae) biodiversity. **Metabolites**, v. 10, n. 3, p. 121, 2020.
- MORAIS, E. R. C. de; MAIA, C. E.; NEGREIROS, M. Z. de; ARAÚJO JÚNIOR, B. B. de. Crescimento e produtividade do meloeiro Torreon influenciado pela cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 301-308, 2010.
- OBANDO-ULLOA, J. M. *et al.* Climacteric or non-climacteric behavior in melon fruit: 1. Aroma volatiles. **Postharvest Biol Technol** 49:27-37, 2008.
- OHKAWA, W. *et al.* Metabolic process of the ¹⁴C-sugars on the translocation pathways of cucumber plants. **Scientia Horticulturae**, v. 124, n. 1, p. 46-50, 2010.
- PARIS, H. S. *et al.* Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. **Encyclopedia Of Applied Plant Sciences**, p.209-217, 2017.
- PECH, J. C. *et al.* Climacteric fruit ripening: Ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. **Plant Science**, v. 175, n. 1-2, p. 114-120, 2008.

PEREIRA, W. de B. *et al.* Graus-dia em diferentes fases fenológicas para a cultura do melão em Petrolina-PE. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017.

PEREIRA, W. de B. *et al.* Produção e Qualidade de Melões Sob Diferentes Arranjos do Sistema de Irrigação e Coberturas do Solo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 285-294, 2021.

PÉREZ-LLORCA, M. *et al.* Biosynthesis, metabolism and function of auxin, salicylic acid and melatonin in climacteric and non-climacteric fruits. **Frontiers in plant science**, v. 10, 2019.

PITRAT, M. Melon Genetic Resources: Phenotypic Diversity and Horticultural Taxonomy. In: GRUMET, R; KATZIR, N; GARCIA-MAS, J. **Genetics and Genomics of Cucurbitaceae**. Springer, 2017. p. 25-60.

QIN, G. *et al.* A tomato vacuolar invertase inhibitor mediates sucrose metabolism and influences fruit ripening. **Plant Physiology**, v. 172, n. 3, p. 1596-1611, 2016.

REIS, D. S. *et al.* Pós-colheita do melão cultivado com lâminas de irrigação e doses bioestimulante em Juazeiro, BA. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Jornada de integração da pós-graduação da Embrapa Semiárido, 2, 2017, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

RENATO, N. S. *et al.* Influência dos métodos para obter uma alta prevalência de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.4, p.382-388, 2013.

RUAN, Y. Signaling role of sucrose metabolism in development. **Molecular Plant**, v. 5, n. 4, p. 763-765, 2012.

SALADIÉ, M. *et al.* Comparative transcriptional profiling analysis of developing melon (*Cucumis melo* L.) fruit from climacteric and non-climacteric varieties. **BMC genomics**, v. 16, p. 440, 2015.

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

SANTOS, F. A. A. Investigação metabolômica da maturação do morango (*Fragaria x Ananassa*, cultivar Camiño Real) por RMN HR-MAS. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Química. Curitiba, 2015.

LIU, Y. H.; OFFLER, C. E.; RUAN, Y. L. Cell wall invertase promotes fruit set under heat stress by suppressing ROS-independent cell death. **Plant Physiol.** 172, 163–180, 2016.

SCHEMBERGER, M. O. *et al.* Transcriptome profiling of non-climacteric ‘yellow’ melon during ripening: insights on sugar metabolism. **BMC genomics**, v. 21, p. 1-20, 2020.

SERRANI, J.C. *et al.* Effect of gibberellin and auxin on parthenocarpic fruit growth induction in the cv. Micro-Tom of tomato. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 26, p. 211-221, 2007.

SIMÕES, W. L. *et al.* Uso de filmes plásticos no solo para o cultivo de meloeiro irrigado. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 5, n. 1, p. 23-29, 2016.

STROKA, M. A.; SCHEMBERGER, M. O.; AYUB, R. A. Sugar Metabolism in Climacteric and Non-Climacteric Melon. **Annual Plant Reviews online**, p. 243-262, 2021.

TAN, Shutang *et al.* The lipid code-dependent phosphoswitch PDK1–D6PK activates PIN-mediated auxin efflux in Arabidopsis. **Nature plants**, v. 6, n. 5, p. 556-569, 2020.

TADIELLO A. *et al.* On the role of ethylene, auxin and a GOLVEN-like peptide hormone in the regulation of peach ripening. **BMC Plant Biol.**, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre, Artmed, 2004, 719p.

TEAM, R. Core. 2020. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**: Available at: <https://www.R-project.org/>. [Google Scholar], 2019.

TERIBIA N., TIJERO V., MUNNÉ-BOSCH S. Linking hormonal profiles with variations in sugar and anthocyanin contents during the natural development and ripening of sweet cherries. **N. Biotechnol.** 33 824–833, 2016.

TOGNETTI, J. A.; PONTIS, H. G.; MARTÍNEZ-NOËL, G. M. A. Sucrose signaling in plants: a world yet to be explored. **Plant Signal., Behav.** 8, e23316. 2013.

UCHIDA, N. *et al.* Chemical hijacking of auxin signaling with an engineered auxin–TIR1 pair. **Nature chemical biology**, v. 14, n. 3, p. 299, 2018.

VALERO, D.; SERRANO, M. **Postharvest biology and technology for preserving fruit quality**. CRC press, 2010.

VALLARINO, J. G. *et al.* Genetic diversity of strawberry germplasm using metabolomic biomarkers. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2018.

VIEIRA, E. L. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis:EDUFMA, 2010. 230p.

VILLA NOVA, N.A. A. *et al.* **Estimativa de graus dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP. (Caderno de ciência da terra, n.30). 1972. 8p.

ZHANG, Xu *et al.* Comparative N-glycoproteome analysis provides novel insights into the regulation mechanism in tomato (*solanum lycopersicum* L.) during fruit ripening process. **Plant Science**, v. 293, p. 110413, 2020.

ZAŽÍMALOVÁ, E. *et al.* Polar transport of the plant hormone auxin – the role of PIN-FORMED (PIN) proteins. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 64, n. 13, p. 1621–1637, jul. 2007.

ZHAO, C. *et al.* Sucrose synthase *FaSSI* plays an important role in the regulation of strawberry fruit ripening. **Plant Growth Regulation** v. 81, n. 1, p. 175-181, January, 2017.

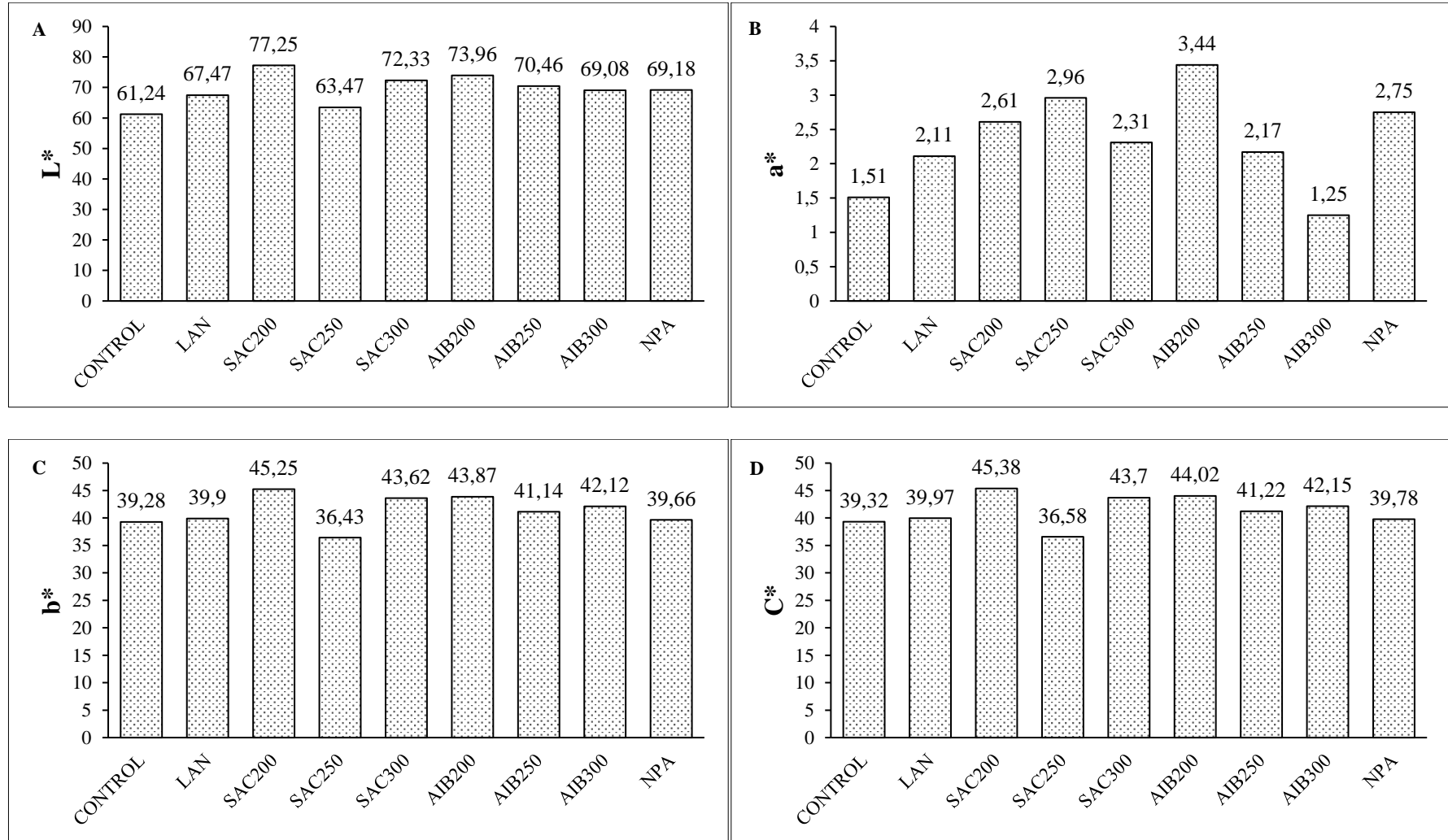
ZHANG, J. *et al.* Strigolactones inhibit auxin feedback on PIN-dependent auxin transport canalization. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2020.

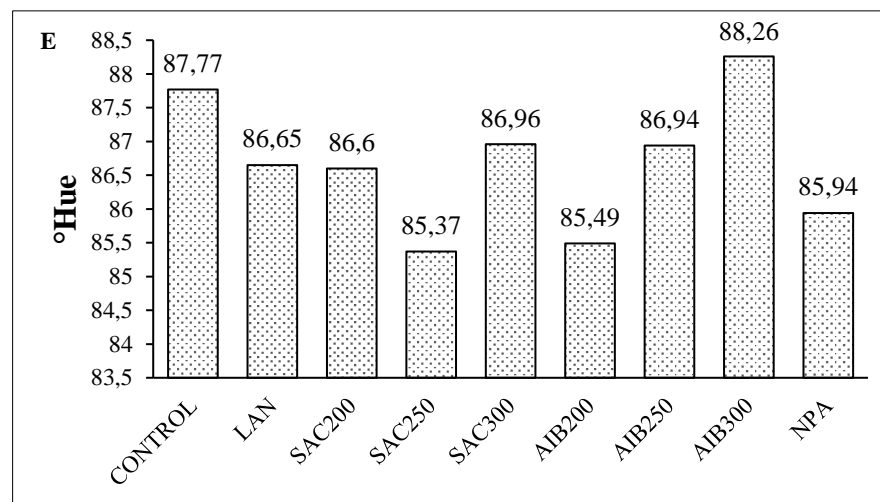
ZHU, X. *et al.* Transcriptomic analysis reveals key factors in fruit ripening and rubbery texture caused by 1-MCP in papaya. **BMC plant biology**, v. 19, n. 1, p. 1-22, 2019.

ZUFELLATO-RIBAS, K. C. RODRIGUES, J. D. Estaquia: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Grupo GEPE, UFPR/Curitiba, 2001.

APÊNDICE A – VARIÁVEIS NÃO SIGNIFICATIVA - EXPERIMENTO I

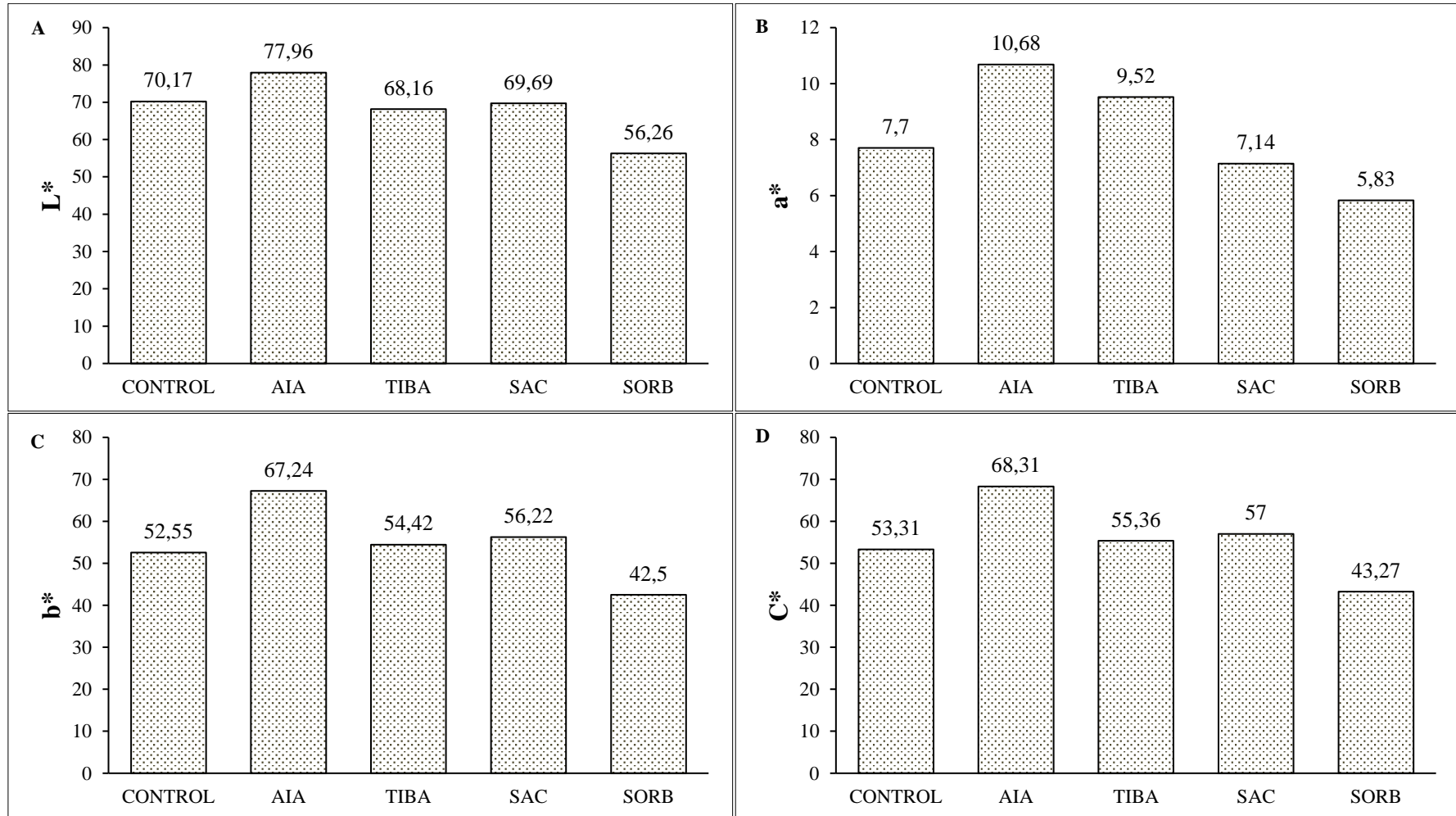
Figura 1 – A) Luminosidade (L*). B - Coordenada verde/vermelho (a*). C - Coordenada azul/amarelo (b*). D – Cromaticidade (C*) e E – Ângulo Hue.

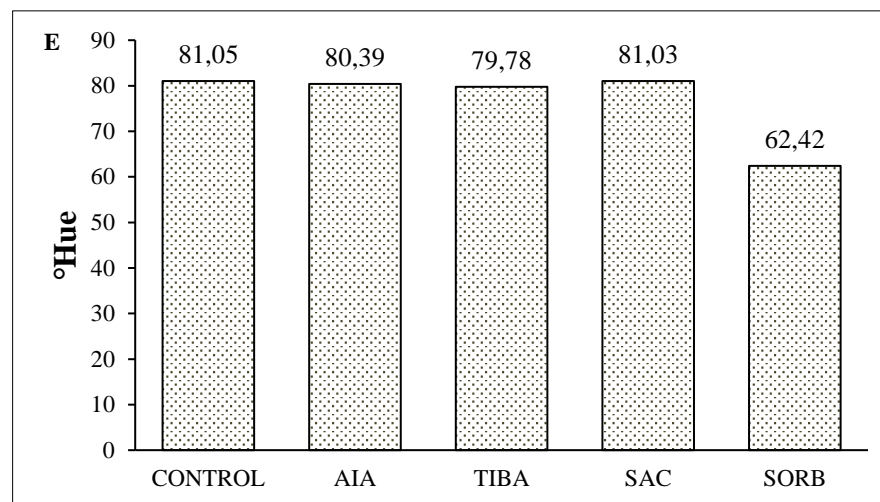




APÊNDICE B – VARIÁVEIS NÃO SIGNIFICATIVAS - EXPERIMENTO II

Figura 1 – A) Luminosidade (L*). B - Coordenada verde/vermelho (a*). C - Coordenada azul/amarelo (b*). D – Cromaticidade (C*) e E – Ângulo Hue.





**ANEXO A – VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO PERÍODO DE CULTIVO –
EXPERIMENTO I**

Figura 1 - Variação da temperatura do ar, durante o período de outubro a dezembro de 2019 na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, 2020. **Fonte:** Basf (2020).

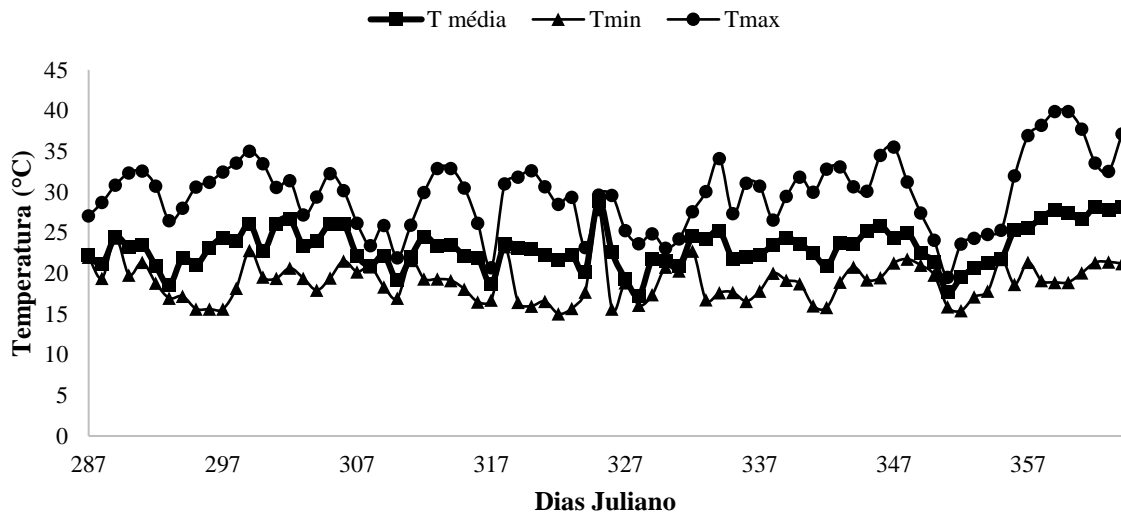
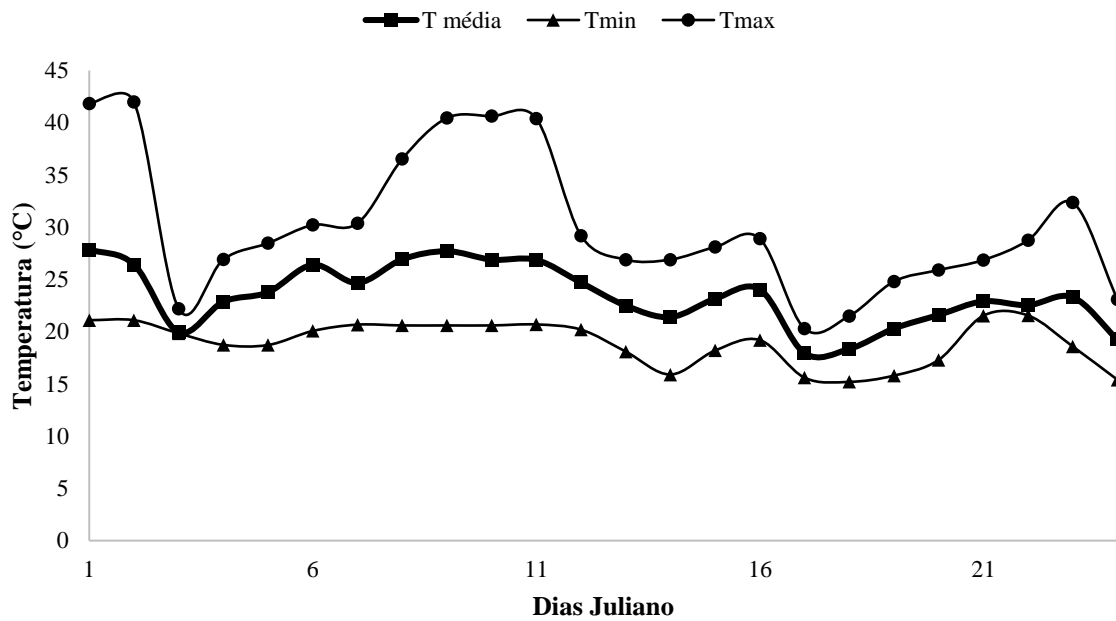


Figura 2 - Variação da temperatura do ar, durante o período de janeiro de 2020 na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, 2020. **Fonte:** Basf (2020).



**ANEXO B – VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO PERÍODO DE CULTIVO –
EXPERIMENTO II**

Figura 1 - Variação da temperatura do ar, durante o período de setembro a dezembro de 2020 na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, 2021. **Fonte:** Basf (2021).

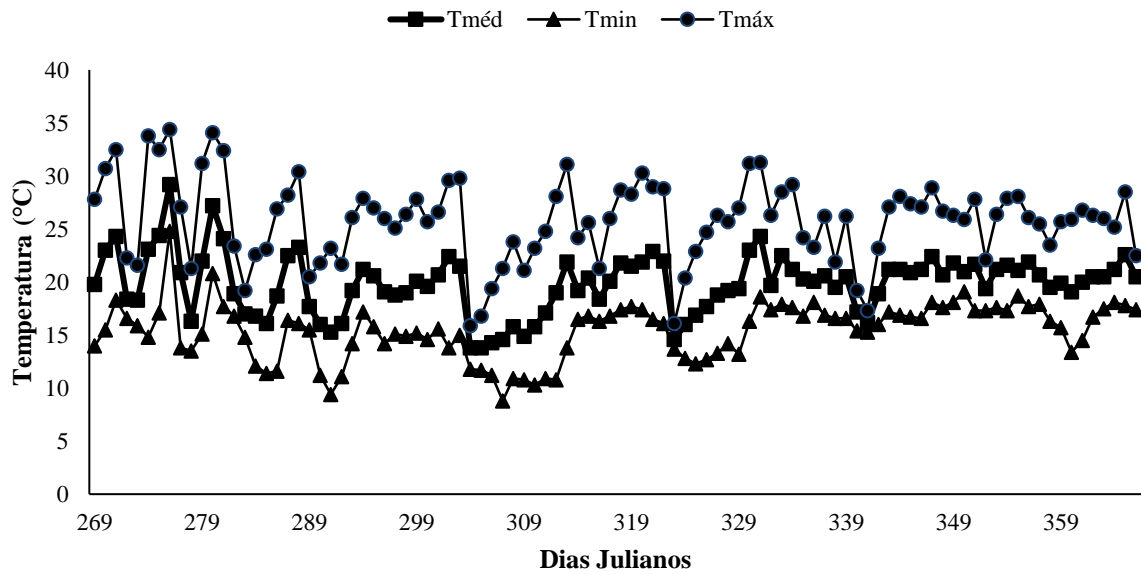


Figura 2 - Variação da temperatura do ar, durante o período de janeiro a fevereiro de 2021 na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, 2021. **Fonte:** Basf (2021).

