



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL**

**GISELE LOPES DOS SANTOS**

**FITOMASSA DA PLANTA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA DE ABÓBORA PRODUZIDA COM APLICAÇÃO  
DE CITOCININA E AUXINA**

**POMBAL-PB  
2019**

GISELE LOPES DOS SANTOS

**FITOMASSA DA PLANTA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA DE ABÓBORA PRODUZIDA COM APLICAÇÃO  
DE CITOCININA E AUXINA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Francisco Hevilásio Freire Pereira

**POMBAL-PB  
2019**

S237f

Santos, Gisele Lopes dos.

Fitomassa da planta e caracterização físico – química de abóbora produzida com aplicação de citocinina e auxina / Gisele Lopes dos Santos. – Pombal, 2019.

70 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira".

Referências.

1. Cultura da abóbora. 2. Hormônios sintéticos. 3. Frutificação partenocárpica. 4. Translocação de solutos. I. Pereira, Francisco Hevilásio Freire. II. Título.

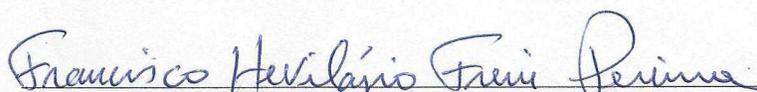
CDU 635.621(043)

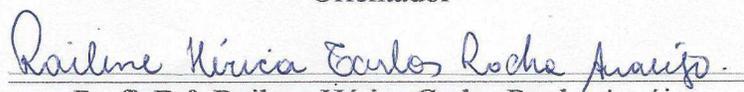
GISELE LOPES DOS SANTOS

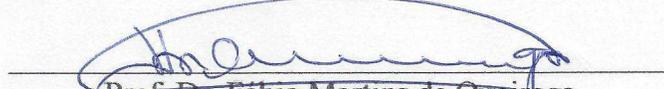
**FITOMASSA DA PLANTA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA DE ABÓBORA PRODUZIDA COM APLICAÇÃO  
DE CITOCININA E AUXINA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada: em 18 de Fevereiro de 2019.

  
Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira  
(PPGHT/CCTA/UFCG)  
Orientador

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Railene Hérica Carlos Rocha Araújo  
(CCTA/UFCG)  
Examinadora Interna

  
Prof. Dr. Fábio Martins de Queiroga  
(UFERSA/Terra Santa)  
Examinador Externo

*A Deus e família.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu amado Deus, minha infinita gratidão pelo dom da vida e por tantas bênçãos recebidas, em especial por mais esta etapa concluída;

A meus pais Rita Lopes dos Santos e Marcos Antônio dos Santos, meu esposo Rodolfo Batista Fernandes e demais familiares, por todo o apoio;

Ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical da Universidade Federal de Campina Grande e seu corpo docente, pela oportunidade e conhecimento compartilhado;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo, que foi de fundamental importância à trajetória e conclusão dessa etapa;

Ao professor Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira pelos ensinamentos, paciência e dedicação dados a minha pessoa, muito obrigada;

A Joice, pela sua amizade, atenção e incentivo, levarei você para sempre no meu coração como exemplo de profissional e pessoa;

A todos meus colegas de turma, pelos momentos de alegria divididos e também a Valéria, Agda, Diógenes e Whashington, que me ajudaram durante a condução do experimento seja de forma direta ou indireta;

Para finalizar reconheço que esse trabalho não é somente uma conquista minha, mas de todos aqueles que trilharam comigo durante essa jornada.

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

<b>CAPÍTULO I: Pigmentos foliares, crescimento e acúmulo de massa seca de abóbora com frutificação induzida por citocinina e auxina.....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 1.</b> Aplicação dos hormônios sintéticos via ovário (A), via foliar (B) e proteção das flores (C), em plantas de abóbora. UFCG, Pombal-PB, 2019.....	<b>27</b>
<b>FIGURA 2.</b> Clorofila <i>a</i> (A), clorofila <i>b</i> (B), clorofila total (C) e carotenoides (D) de folhas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.....	<b>31</b>
<b>FIGURA 3.</b> Área foliar (A), número de folhas (B), diâmetro do caule (C) e número de ramos (D) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.....	<b>32</b>
<b>FIGURA 4.</b> Comprimento da haste principal (A) e comprimento da raiz (B) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.....	<b>34</b>
<b>FIGURA 5.</b> Massa seca de folhas (A), massa seca de ramos (B), massa seca da raiz (C) e massa seca total (D) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.....	<b>35</b>
<b>FIGURA 6.</b> Massa seca de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção de hormônios.....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO II Caracterização físico-química de frutos de abóbora atlas com frutificação induzida por citocinina e auxina.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 1.</b> Massa fresca de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	<b>52</b>

<b>FIGURA 2.</b> Comprimento de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	53
<b>FIGURA 3.</b> Diâmetro do bojo (A e B) e do pescoço (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	54
<b>FIGURA 4.</b> Aspectos visuais de frutos de abóbora submetidos a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e via foliar. UFPG, Pombal-PB, 2019.....	55
<b>FIGURA 5.</b> Espessura da polpa no bojo (A e B) e no pescoço (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	56
<b>FIGURA 6.</b> Firmeza da polpa de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	57
<b>FIGURA 7.</b> Sólidos solúveis (A e B) e acidez titulável (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	58
<b>FIGURA 8.</b> Potencial hidrogeniônico de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	59
<b>FIGURA 9.</b> Açúcares totais de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.....	60

- FIGURA 10.** Vitamina C de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal..... 60
- FIGURA 11.** Carotenoides (A e B) e amido (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal..... 61

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>CAPÍTULO I Pigmentos foliares, crescimento e acúmulo de massa seca de abóbora com frutificação induzida por citocinina e auxina</b> .....	21
<b>TABELA 1.</b> Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças. UFCG, Pombal-PB, 2019.....	27
<b>TABELA 2.</b> Média dos dados climáticos durante a condução do experimento. UFCG, Pombal-PB, 2019.....	28
<b>TABELA 3.</b> Resumo da análise de variância para clorofila <i>a</i> ( <i>Ca</i> ), clorofila <i>b</i> ( <i>Cb</i> ), clorofila total ( <i>CT</i> ), carotenoides ( <i>CAR</i> ), área foliar ( <i>AF</i> ), número de folhas ( <i>NF</i> ), diâmetro do caule ( <i>DC</i> ), número de ramos ( <i>NR</i> ), comprimento da haste principal ( <i>CHP</i> ), comprimento da raiz ( <i>CR</i> ), massa seca das folhas ( <i>MSF</i> ), massa seca dos ramos ( <i>MSRS</i> ), massa seca da raiz ( <i>MSR</i> ) e massa seca total ( <i>MST</i> ), para plantas de abóbora submetidas a diferentes proporções hormonais aplicadas via ovário e via foliar. UFCG, Pombal-PB, 2019.....	30
<b>APÊNDICES</b> .....	67
<b>TABELA 1.</b> Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Interação entre proporções hormonais 0/0, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0% e vias de aplicação).....	68
<b>TABELA 2.</b> Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Isoladamente para a aplicação via ovário das proporções hormonais 0/0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%).....	69
<b>TABELA 3.</b> Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Isoladamente para a aplicação via foliar das proporções hormonais 0/0, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%).....	70

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL</b> .....	ix
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>2.1. A Cultura da Abóbora</b> .....	13
<b>2.2. Reguladores vegetais</b> .....	14
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	17
<b>CAPITULO I: Pigmentos foliares, crescimento e acúmulo de massa seca de abóbora com frutificação induzida por citocinina e auxina</b> .....	21
<b>RESUMO</b> .....	22
<b>ABSTRACT</b> .....	23
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	24
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>2.1. Pigmentos foliares</b> .....	28
<b>2.2. Variáveis de Crescimento</b> .....	28
<b>2.3. Análise Estatística</b> .....	29
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>CAPITULO II: Caracterização físico-química de frutos de abóbora atlas com frutificação induzida por citocinina e auxina</b> .....	42
<b>RESUMO</b> .....	43
<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	45
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	46
<b>2.1. Crescimento dos Frutos</b> .....	47
2.1.1. Massa fresca do fruto .....	47
2.1.2. Comprimento do fruto, diâmetro do bojo e do pescoço .....	47
<b>2.2. Qualidade dos Frutos</b> .....	47
2.2.1. Espessura da polpa no bojo e pescoço .....	48
2.2.2. Firmeza da polpa .....	48
2.2.3. Sólidos Solúveis e Acidez Titulável .....	48
2.2.4. Potencial hidrogeniônico .....	48
2.2.5. Açúcares Totais .....	48
2.2.6. Vitamina C .....	49
2.2.7. Carotenoides .....	49
2.2.8. Amido .....	49
<b>2.3. Análise Estatística</b> .....	50
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64
<b>APÊNDICES</b> .....	67

## RESUMO GERAL

SANTOS, G.L.dos. **Fitomassa da planta e caracterização físico-química de abóbora produzida com aplicação de citocinina e auxina.** 2019. 70p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

A cultura da abóbora é de grande expressão econômica e social no Brasil. No entanto, o seu potencial produtivo inicial, assim como na maioria das curcubitáceas, é dependente de uma adequada polinização. Os hormônios sintéticos são utilizados com o intuito de incrementar o rendimento das culturas, destacando-se aqueles que atuam no estímulo à frutificação como citocininas e auxinas. Sabendo-se que a cultura da abóbora depende de agentes polinizadores e que estes hormônios podem colaborar com a frutificação partenocárpica, objetivou-se por meio deste estudo induzir a frutificação em abóbora por meio de diferentes formas de aplicação na planta e combinações de citocinina CPPU e auxina AIB. O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, entre os meses de Março a Junho de 2018. As sementes de abóbora Atlas foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células para produção de mudas e após atingirem duas folhas definitivas, foram transplantadas em vasos com capacidade de 2 L, preenchidos com fibra de coco e substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> na proporção 3:1. Os tratamentos foram constituídos de seis proporções associadas dos reguladores de crescimento, correspondendo a 0/0 (testemunha); 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% das concentrações 2,5 e 10,0 mg L<sup>-1</sup> de CPPU/AIB, respectivamente, e de duas formas de aplicação: via ovário e foliar. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Aos 72 dias após o transplantio (DAT) foram realizadas análises de pigmentos foliares, de crescimento e acúmulo de massa seca nas plantas: clorofilas *a*, *b*, total e carotenoides das folhas, área foliar, número de folhas, diâmetro do caule, número de ramos, comprimento da haste principal e raiz, massa seca de folhas, ramos, raízes, frutos e total, foram também avaliadas as características de crescimento e qualidade dos frutos: massa fresca, diâmetro do bojo, diâmetro do pescoço, espessura da polpa no bojo e no pescoço, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, potencial hidrogeniônico, açúcares totais, vitamina C, carotenoides e amido. Concluiu-se que a proporção 50/50% por via foliar eleva o conteúdo de carotenoides nas folhas. As proporções 25/75 e 50/50% aplicadas por via foliar foram as que mais favoreceram parâmetros de crescimento das plantas. O uso da 0/100% via ovário estimula o crescimento e acúmulo de massa da raiz, mas não promove a frutificação. As proporções 50/50% via foliar e 75/25% via ovário, respectivamente, foram as que mais incrementaram o crescimento e parâmetros de qualidade dos frutos. A aplicação do CPPU via foliar em maior concentração na proporção (100/0%) diminui características de qualidade como: vitamina C, carotenoides e amido.

**Palavras-chave:** *Cucurbita moschata* Duch. Hormônios. Frutificação partenocárpica. Translocação de solutos. Relação fonte-dreno.

<sup>1</sup>Orientador: Prof<sup>o</sup>. Francisco Hevilásio Freire Pereira, CCTA/UFCG

## GENERAL ABSTRACT

SANTOS, G.L.dos. **Phytomass of the plant and physical-chemical characterization of pumpkin produced with application of cytokinin and auxin**. 2019. 70p. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

The culture of the pumpkin is of great economic and social expression in Brazil. However, its initial productive potential, as in most curcubitaceae, is dependent on proper pollination. Synthetic hormones are used in order to increase the yield of crops, especially those that act to stimulate fruiting, such as cytokinins and auxins. Since it is known that the pumpkin culture depends on pollinating agents and that these hormones can collaborate with parthenocarpic fruiting, it was objectified by means of this study induce fruiting in squash by means of different forms of application in the plant and combinations of cytokinin CPPU and auxin AIB. The work was carried out in the premises of the Agro-Food Science and Technology Center, Federal University of Campina Grande, Campus Pombal-PB, between the months of March and June 2018. Atlas pumpkin seeds were sown in Styrofoam trays of 128 cells for the production of seedlings and after reaching two final leaves, were transplanted in pots with a capacity of 2 L, filled with coconut fiber and Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> commercial substrate in the proportion 3: 1. The treatments were composed of six proportions associated with the growth regulators, corresponding to 0/0 (control); 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% of the concentrations 2.5 and 10.0 mg L<sup>-1</sup> of CPPU/AIB, respectively, and of two forms of application: via ovary and foliar. The experimental design was a randomized block design, with four replications. At 72 days after transplanting (DAT), leaf pigment, growth and dry matter accumulation analyzes were performed in the plants: chlorophyll a, b, total and leaf carotenoids, leaf area, leaf number, stem diameter, number of leaves roots, root and root length, dry mass of leaves, branches, roots, fruits and total, the fruit growth and quality characteristics were also evaluated: fresh mass, bore diameter, neck diameter, and neck, firmness, soluble solids, titratable acidity, hydrogenation potential, total sugars, vitamin C, carotenoids and starch. It was concluded that the proportion 50/50% by foliar raises the content of carotenoids in the leaves. The proportions 25/75 and 50/50% applied by foliar route were the ones that favored plant growth parameters. The use of 0/100% via ovary stimulates the growth and accumulation of root mass, but does not promote fruiting. The proportions 50/50% via foliar and 75/25% via ovary, respectively, were the ones that increased the growth and fruit quality parameters. The application of CPPU via foliar in higher concentration in proportion (100/0%) decreases quality characteristics such as vitamin C, carotenoids and starch.

**Keywords:** *Cucurbita moschata* Duch. Hormones. Parthenocarpic fruiting. Translocation of solutes. Source-drain relationship.

<sup>1</sup>Mentor: Prof<sup>o</sup>. Francisco Hevilásio Freire Pereira, CCTA/UFPG

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) pertence à família das cucurbitáceas, sendo amplamente cultivada e consumida no Brasil, em especial na região Nordeste, onde apresenta importância econômica e também social, considerando-se a geração de empregos diretos e indiretos pela demanda de mão-de-obra desde o cultivo até a comercialização (RESENDE et al., 2013).

Com um mercado cada vez mais exigente, cresce a busca por variedades com características satisfatórias que atendam as exigências tanto do consumidor quanto do produtor tais como melhoria na qualidade e integridade de frutos (tamanho, formato, boas características de textura da polpa e sabor) e cultivos tolerantes a doenças e pragas (AMARO et al., 2014). Desta forma, têm-se optado intensamente pelo melhoramento genético, como é o caso da hibridização, com obtenção de híbridos F1 para preservação de características desejáveis (SANTOS et al., 2011).

A abóbora “Atlas” é um exemplo de híbrido F1 com características preservadas da variedade butternut squash. Entretanto, o crescimento natural e o bom rendimento dos frutos são dependentes da emissão inicial de grande número de flores associada a polinização bem sucedida. Problemas na polinização podem diminuir a qualidade dos frutos e aumentar o número de flores abortadas (TAJIRI, 2015).

Os fitohormônios compostos por citocininas e auxinas por sua vez, são substâncias endógenas reguladoras de muitos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas. Estão envolvidos em atividades de biossíntese, inativação, transporte e sinalização, além de que interagem na regulação dos meristemas apicais, na padronização da raiz, na organogênese, na filotaxia da parte aérea e sobre a formação de órgãos florais femininos (SCHALLER et al., 2015).

Os reguladores vegetais sintéticos são compostos com ação similar aos fitohormônios e podem ser utilizados como influenciadores na expressão do sexo da maioria das plantas, aumentando ou diminuindo a produção de flores masculinas e femininas, com seus efeitos variando de acordo com a concentração aplicada, espécie vegetal utilizada, estágio de desenvolvimento e condições ambientais (PRAJAPATI et al., 2015; KAUR et al., 2018).

As citocininas podem colaborar na indução da frutificação, por favorecer o estabelecimento de drenos na planta e promover a remobilização de assimilados (TAIZ et

al., 2017). Quanto às auxinas, evidências sugerem que por sua produção ocorrer também no pólen, endosperma e embrião de sementes em desenvolvimento, esta esteja diretamente envolvida na formação de frutos (FIGUEIREDO et al., 2015). O uso de regulador vegetal do grupo das auxinas vem sendo adotado na produção assexuada, que quando pulverizados na flor aberta, diretamente sobre o pistilo, asseguram a formação do fruto pelo processo denominado de partenocarpia, sem necessidade de polinização por insetos (FERREIRA et al., 2017).

Segundo Susila et al. (2013) e Amin et al. (2013), dentre as substâncias sintéticas pertencentes ao grupo das citocininas e das auxinas estão o [N-(2-cloro-piridil)-N-fenilureia] - CPPU ou forchlorfenuron e o ácido indol-3-butírico (AIB), respectivamente. Essas substâncias podem induzir o crescimento de plantas e o desenvolvimento de frutos. Rodrigues et al. (2011), relatam que o CPPU tem proporcionado aumento de produção e melhoria da qualidade em: kiwi, maçã, pera e uva. Cato et al. (2013), trabalhando com a cultura do tomateiro também observaram que a aplicação de regulador AIB promoveu significativo aumento no acúmulo de matéria seca em raízes e matéria fresca e seca de frutos.

Desta forma, considerando-se que os reguladores vegetais sintéticos podem ser utilizados como alternativa na busca pela otimização da frutificação, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da citocinina CPPU e da auxina AIB, em diferentes proporções e formas de aplicação sobre o crescimento de plantas e indução da frutificação em abóbora Atlas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A Cultura da Abóbora

O gênero cucurbita integra 24 espécies, das quais três se destacam e são comumente cultivadas: *Cucurbita maxima* representada pelas morangas, *Cucurbita pepo* conhecida como abobrinhas e *Cucurbita moschata* que compreende as abóboras (LIMA et al., 2016). A abóbora é originária da América Central e foi uma das primeiras olerícolas produzidas pelos Incas e Maias, chegando ao Brasil no século XIX, onde são conhecidas popularmente em algumas regiões como abóbora de leite ou jerimum de leite. As evidências mostram que 2.000 anos a.C., já se cultivavam as mesmas nas Américas e a palatabilidade das sementes foi a principal atração dos primeiros coletores responsáveis pela domesticação (RAMOS et al., 2010).

Esta é uma planta herbácea e anual de crescimento rasteiro, nos quais normalmente as ramas se alongam, os caules são providos de gavinhas e de raízes adventícias, com florescimento do tipo monóico, por produzir flores masculinas e femininas na mesma planta (MARCELINO e MARCELINO, 2012).

São consideradas de clima quente, com temperaturas para o desenvolvimento e frutificação variando de 20 a 27 °C (FERREIRA et al., 2017). No Brasil, são cultivados numerosos genótipos de abóboras, que diferem entre si pelo formato, coloração da casca e da polpa, firmeza, teor de amido, sabor, tamanho e maneiras de consumo do fruto. Devido a variabilidade desta espécie há garantia de adaptabilidade as mais diversas condições edafoclimáticas (SALES et al., 2015).

Na região Nordeste apresenta grande aceitação, sendo os frutos utilizados para elaboração de diversos pratos e doces, que podem ser caseiros ou industrializados. Além do valor econômico e alimentar, o cultivo de abóboras, tem grande importância social na geração de empregos diretos e indiretos, por requerer mão-de-obra, desde o cultivo até a comercialização (RESENDE et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo dados do Ceagesp (2018) estados da região Nordeste são responsáveis por 24,1% da produção nacional, sendo os maiores produtores: Bahia, Maranhão e Pernambuco. A valorização da abóbora torna-se crescente em todos estados do Brasil, principalmente em relação ao aumento do consumo e a possibilidade de exportar para mercados da comunidade europeia.

Variedades locais dispõem de grande expressão no mercado nacional, porém, suas características como falta de padronização no formato e na produtividade dos frutos desperta o interesse por espécies melhoradas (SANTOS et al., 2015). De acordo com Ribeiro (2016), a cultura em questão possui reprodução sexuada por alogamia e apresentam grandes flores, peculiaridades estas que facilitam a hibridação. A hibridação é um processo que envolve a expressão genética e dar origem à geração F1 que está fundamentada na combinação de características qualitativas e/ou quantitativas como: maior uniformidade, vigor da planta, homeostase, resistência genética a patógenos, aumento de qualidade e produtividade (SANTOS et al., 2011).

A abóbora Atlas é um híbrido F1 que preserva características da variedade butternut integrante da espécie *Cucurbita moschata* Duch., desenvolvido por programas de melhoramento da Sakata Seed America, onde, segundo Tajiri (2015), caracteriza-se por ser uma planta de rama mais curta, possibilitando o melhor aproveitamento de área e facilidade no manuseio durante o cultivo, apresenta casca de coloração creme, textura e sabor mais delicado, precocidade (ciclo médio em torno de 95 dias a partir da semeadura), uniformidade e menores tamanhos de frutos. Todavia, o bom rendimento deste é dependente do desenvolvimento inicial de um grande número de flores, juntamente com a correta polinização por parte dos agentes polinizadores. A inadequada polinização pode diminuir a qualidade dos frutos e aumentar o número de flores abortadas.

## **2.2. Reguladores vegetais**

A aplicação de reguladores vegetais ou de crescimento, aos quais são denominados compostos sintéticos, similares aos fitormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno) vem sendo adotada no manejo fitotécnico de determinadas culturas. Essas substâncias agem modificando a morfologia e a fisiologia da planta e podem ser utilizados com a finalidade de aumentar a produção e melhorar características de qualidade de frutos (MATOS et al., 2017).

A indução da frutificação em abóbora pode ser feita pelo uso correto de reguladores vegetais, eliminando a necessidade de plantio de cultivares polinizadoras ou problemas relativos à atividade de insetos polinizadores (FERREIRA et al., 2017). Nesse sentido, estudos vem sendo desenvolvidos com o objetivo de avaliar o efeito dos reguladores na indução da frutificação de diversas espécies frutíferas. É o caso daqueles que pertencem ao grupo das auxinas, que pulverizadas sobre as flores femininas,

diretamente no gineceu asseguram a formação de frutos. Comportamento semelhante também pode ser obtido através de substâncias com atividade citocinínica que regulam a divisão celular e, quando aplicadas nas flores antes da fecundação garantem o crescimento do fruto por meio de estímulo ao metabolismo local (PEREIRA et al., 2012; TAIZ et al., 2017).

Os reguladores pertencentes aos grupos das citocininas e auxinas têm sido uma das alternativas utilizadas de manejo fitotécnico na viticultura, com objetivo de melhorar as características dos cachos, como aumento do tamanho e raleio das bagas, produção de bagas maiores, atraso na maturação, melhoria na pós-colheita e na fertilização das flores (CAMILI et al., 2013).

Inoue et al. (2018), sugerem que a citocinina sintética CPPU, em particular, é conhecida por ser um composto que promove o crescimento e alargamento dos frutos. Conforme Medeiros (2013) melancieiras ‘Crimson Sweet’ e “Extasy”, tratadas com a concentração de  $2,5 \text{ mg L}^{-1}$  do CPPU aplicada de forma exógena no ovário das flores durante a antese por dois dias consecutivos, proporcionou maior número de frutos comercializáveis por planta e maior produção total, além de maior condutância estomática, taxa fotossintética e acúmulo de massa seca no fruto.

Estudos afirmam ainda que apesar do CPPU promover o crescimento dos frutos em diversas espécies, sua ação é concentrada no órgão alvo de aplicação, devido a sua baixa translocação (PETRI et al., 2016). Para melão tem-se recomendado a aplicação diretamente no ovário durante a antese com doses correspondentes a  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , bem como, para maçã entre o estágio de queda de pétalas e 18 dias depois. Em cultivares de manga também foi verificado que a aplicação de CPPU a  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , 14 dias após o florescimento, aumentou o número de frutos por inflorescência, a massa dos frutos e a área foliar (BOTELHO et al., 2005).

El-Shraiy e Hegazi (2010) ao analisarem a influência do CPPU no crescimento e rendimento em plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.), relataram que a aplicação via foliar desse regulador de crescimento na concentração  $20 \text{ mg L}^{-1}$  favoreceu significativamente parâmetros de crescimento da planta quando comparada a testemunha.

O CPPU aplicado na dose de  $20 \text{ mg L}^{-1}$  em macadâmia através de pulverização foliar durante o desenvolvimento do fruto, acelerou a mobilização de carboidratos e aumentou a sua acumulação em brotos e frutos (ZENG et al., 2016).

Pesquisas com ácido parachlorophenoxyacético (p-CPA), um regulador vegetal do grupo das auxinas aplicado em *Cucumis melo* L., afirmam aumento de peso de frutos,

melhoria na tonalidade da casca e teores de açúcares totais, contudo, se aplicado em altas concentrações e em época inadequada para a produção, reduzem a firmeza de frutos (KOHATSU, 2007).

Trabalhos efetuados com abóbora e pepino, sobre a produção de frutos partenocárpicos com o uso de outro ácido do grupo das auxinas: o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), demonstraram a possibilidade da obtenção de frutos com qualidade. A utilização de 2,4-D na dose 225,0 mg L<sup>-1</sup> em abóboras do tipo “Tetsukabuto” resultou em aumento do peso médio dos frutos colhidos e refletiu no acréscimo na produtividade da cultura de 123,8% com a dose de 212,8 mg L<sup>-1</sup> (PEREIRA et al., 2012; FERREIRA et al., 2017). Cavallante et al. (2017), constataram maior firmeza em frutos de melancia com o uso da mesma substância.

Entre as auxinas sintéticas utilizadas, o ácido indol-3-butírico (AIB) é uma substância com maior fotoestabilidade e apresenta ação localizada, além, de menor sensibilidade à degradação biológica (DUTRA et al., 2012). O AIB vem se mostrado eficiente quanto ao crescimento de plantas, por induzir o enraizamento de estacas como afirmado por Shahab et al. (2013) e Mehta et al. (2017), contudo, são escassos trabalhos com o mesmo envolvendo a frutificação.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, G.B.; PINHEIRO, J.B.; LOPES, F.L.; CARVALHO, A. D. F.; MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, N.J. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóbora híbrida do tipo japonesa**. (Circular técnica 137) Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. 20p.

AMIN, A. A.; GHARIB, F.A.; ABOUZIENA, H.F.; DAWOOD, M.G. Role of indole-3-butyric acid or/and putrescine in improving productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.16, n.24, p.1894–903, 2013.

BOTELHO, R.V.; KERNISKI, S.; MERCER, R.M.; POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L. Efeitos do CPPU na frutificação do kiwi cv. Bruno na região de Guarapuava, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p.243–246, 2005.

CAMILI, E.C.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Giberelina, citocinina e auxina na qualidade química de bagas de uva “superior seedless”. **Bioscience Journal**, v.29, n.6, p.1761–1770, 2013.

CATO, S.C.; MACEDO, W.R.; PERES, L.E.P.; CASTRO, P.R.C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p.549–553, 2013.

CAVALCANTE, R.R.; TAVARES, A.T.; MENDES, F.C.; CERQUEIRA, F.B.; NASCIMENTO, I. R. Características pós-colheita de frutos partenocárpicos de melancia obtidos com uso de 2,4-D. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.10, n.1, p.51–57, 2017.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Abóboras**. Disponível em: < <http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/noticias/abobora>>. Acesso em: 25 de Setembro de 2018.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q.; OLIVEIRA, J.C. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.424–429, 2012.

EL-SHRAIY, A.M.; HEGAZI, A.M. Influence of JA and CPPU on growth, yield and  $\alpha$ -amylase activity in potato plant (*Solanum tuberosum* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n.2, p.160-170, 2010.

FERREIRA, T.A.; OLIVEIRA, C.R.; CHAVES, P.P.N.; MILHOMENS, K.K.B.; BARROS, H.B.; NASCIMENTO, I.R. Indução da frutificação partenocárpica de frutos em híbrido de abóbora japonesa com 2,4-d sob condições de temperatura elevada. **Nucleus**, v.14, n.1, p.145–152, 2017.

FIGUEIREDO, D.D.; BATISTA, R.A.; ROSZAK, P.J.; KÖHLER, C. Auxin production couples endosperm development to fertilization. **Nature Plants**, v.1, n.12, p.1–6, 2015.

INOUE, Y.; HIRANO, A.; MURATA, I.; KOBATA, K.; KANAMOTO, I. Assessment of the Physical Properties of Inclusion Complexes of Forchlorfenuron and  $\gamma$ -Cyclodextrin Derivatives and Their Promotion of Plant Growth. **ACS Omega**, v.3, n.10, p.13160–13169, 2018.

KAUR, P.; MAL, D.; SHEOKAND, A.; SHWETA.; SINGH, L.; DATTA, S. Role of plant growth regulators in vegetable production: a review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.6, p.2177–2183, 2018.

KOHATSU, D.S. **Efeito dos reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

LIMA, G.K.L.; QUEIRÓZ, M.A.; SILVEIRA, L.M. Rescue of *Cucurbita* spp. germplasm in Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, v.29, n.1, p.257–262, 2016.

MARCELINO, J.S.; MARCELINO, M. S. **Dossiê Técnico: Cultivo de abóboras**. Paraná, PR: SBRT-Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2012. 22p.

MATOS, J.P.; CORREIA, E.C.S.S.; MONTEIRO, R. N. F.; DOMINGUES NETO, F. J.; SILVA, D. P. da. Floração e rendimento de frutos da abobrinha italiana “Daiane” sob aplicação de regulador vegetal e fertilizante foliar. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.11, n.1, p.107–115, 2017.

MEDEIROS, J.E. **Aplicação da citocinina CPPU na indução da frutificação partenocárpica em melancieiras diploide e triploide**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

MEHTA, S.K.; SINGH, K.K.; HARSANA, A.S. Effect of IBA concentration and time of planting on rooting in pomegranate (*Punica granatum*) cuttings. **Journal of Medicinal Plants Studies**, v.6, n.1, p.250–253, 2018.

OLIVEIRA, J.M.S.P.; NASCIMENTO, A.L.S.; VITÓRIA, M.F.; RAMOS, S.R.R.; SILVA, A.V.C. Alterações em abóbora após cocção. **Nucleus**, v.13, n.2, p.167–172, 2016.

PEREIRA, A.M.; SILVA, G. D.; ALMEIDA, R. R.P.; SILVA, A.B.; QUEIROGA, R.C. F. Frutificação de abóbora Tetsukabuto sob aplicação de doses de 2, 4-D na época seca em Pombal- PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.4, p. 38–43, 2012.

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis, SC: Epagri, 1ª ed., 2016. 145p.

PRAJAPATI, S.; JAMKAR, T.; SINGH, O. P.; RAYPURIYA, N.; MANDLOI, R.; JAIN, P.K. Plant growth regulators in vegetable production: an overview. **Plant Archives**, v.15, n.2, p.619–626, 2015.

RAMOS, S.R.R.; LIMA, N.R.S.; ANJOS, J. L.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I.

- R.; SOBRAL, L.F.; CURADO, F.F. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju, SE: EMBRAPA, 1ª ed., 2010. 33p.
- RESENDE, G.M.; BORGES, R.M.E.; GONÇALVES, N.P.S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.3, p.504–508, 2013.
- RIBEIRO, M.R.F. **Seleção de populações de abóbora menina brasileira portadora do alelo “bush” com elevado potencial produtivo**. 2016. 37f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- RODRIGUES, A.; ARAUJO, J.P.C.; GIRARDI, E.A.; SCARPARE, F.V.; SCARPARE FILHO, J.A. Aplicação de AG e CPPU na qualidade da uva ‘Itália’ em Porto Feliz-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.1–7, 2011.
- SALES, M.A.L.; MOREIRA, F.J.C.; RIBEIRO, A.A.; MONTEIRO, R.N.F.; SALES, F. A.L. Potencial das sementes de abóbora submetidas a diferentes períodos de embebição. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, n.4, p.289–297, 2015.
- SANTOS, F.F.B.; RIBEIRO, A.; SIQUEIRA, W.J.; MELO, A.M.T. de. Desempenho agrônômico de híbridos F1 de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.3, p.304–310, 2011.
- SANTOS, J.O.; RODRIGUES, R.; LEAL, N.R.; SUDRÉ, C.P.; FERREIRA, R.T.; LIMA, F.H. Estabilidade fenotípica em abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.4, p.498–503, 2015.
- SCHALLER, G. E.; BISHOPP, A.; KIEBERC, J. J. The yin-yang of hormones: cytokinin and auxin interactions in plant development. **The Plant Cell**, v.27, n.5, p.44–63, 2015.
- SHAHAB, M.; AYUB, G.; RAHMAN, A.; RASHID, A.; JAMAL, A.; ALI, J. Assessment of IBA (Indole Butyric Acid) levels and planting time for rooting and growth of alstonia cuttings. **Journal of Natural Sciences Research**, v.3, n.14, p.59–67, 2013.
- SILVA, P. P.; FREITAS, R. A.; CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; NASCIMENTO, W. M. Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.2, p. 210– 214, 2014.
- SUSILA, T.; AMARENDER REDDY, S.; RAJKUMAR, M.; PADMAJA, G.; RAO, P.V. Studies on exogenous application of CPPU and GA on yield, fruit quality characters and seedlessness in watermelon. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.9, n.2, p.132–136, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed, 6ª ed., 2017. 888p.
- TAJIRI, N.S. **Atlas F1 Hybrid Butternut Squash: Technical bulletin ref. SAKATA Seed Southern Sudamerica (Pty) Ltd**. Disponível em: <<http://mcdonaldseeds.co.za/wp-content/uploads/2015/11/ATLAS.pdf>>. Acesso em: 10 de Setembro de 2018.

ZENG, H.; YANG, W.; LU, C.; LIN, W.; ZOU, M.; ZHANG, H.; WAN, J.; HUANG, X. Effect of CPPU on carbohydrate and endogenous hormone levels in young macadamia fruit. **Journal Plos One**, v.11, n.7, p.1–12, 2016.

## **CAPITULO I**

### **PIGMENTOS FOLIARES, CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MASSA SECA DE ABÓBORA COM FRUTIFICAÇÃO INDUZIDA POR CITOCININA E AUXINA**

## RESUMO

Tem-se verificado que os hormônios pertencentes aos grupos das citocininas e auxinas interferem na síntese dos pigmentos fotossintéticos e na relação fonte-dreno em plantas. Sendo assim, objetivou-se avaliar a influência de hormônios sintéticos em diferentes formas de aplicação sobre pigmentos foliares, crescimento e acúmulo de massa em plantas de abóbora. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, de Março a Junho de 2018. Sementes de abóbora “Atlas” foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células para formação de mudas. Após atingirem duas folhas definitivas, foram transplantadas em vasos com capacidade de 2 L, preenchidos por fibra de coco e substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® na proporção 3:1. Os tratamentos foram constituídos de seis proporções dos reguladores de crescimento, correspondendo a 0/0 (testemunha); 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% das concentrações 2,5 e 10,0 mg L<sup>-1</sup> de CPPU/AIB, respectivamente, e de duas formas de aplicação: via ovário e foliar. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Aos 72 dias após o transplantio (DAT) foram realizadas as mensurações das variáveis estudadas, constatando-se que a proporção 50/50% por via foliar reduz a clorofila *a* e total e eleva o conteúdo de carotenoides. As proporções 25/75 e 50/50% aplicadas por via foliar foram as que mais favoreceram parâmetros de crescimento das plantas. O uso da 0/100% via ovário estimula o crescimento e acúmulo de massa da raiz, mas não promove a frutificação. O acúmulo de massa do fruto foi elevado pelos tratamentos 50/50% via foliar e 75/25% via ovário.

**Palavras-chave:** *Cucurbita moschata* Duch. Forchlorfenuron. Ácido indolbutírico. Associação hormonal. Desenvolvimento vegetativo.

## ABSTRACT

It has been verified that the hormones belonging to the cytokinin and auxin groups interfere in the synthesis of the photosynthetic pigments and in the source-drain relation in plants. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of synthetic hormones in different forms of application on foliar pigments, growth and mass accumulation in pumpkin plants. The work was developed in the Center of Science and Technology Agro-alimentary, of the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal-PB, of March and June 2018. "Atlas" pumpkin seeds were sown in Styrofoam trays of 128 cells for seedling formation. After reaching two definitive leaves, they were transplanted in pots with a capacity of 2 L, filled by coconut fiber and commercial substratum Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> in the ratio 3:1. The treatments were composed of six proportions of the growth regulators, corresponding to 0/0 (control); 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% of the 2.5 and 10.0 mg L<sup>-1</sup> concentrations of CPPU/AIB, respectively, and of two forms of application: via ovary and foliar. The experimental design was a randomized block design, with four replications. At 72 days after transplanting (DAT) the measurements of the studied variables were carried out, showing that the proportion 50/50% foliar route reduces chlorophyll a and total and raises the content of carotenoids. The proportions 25/75 and 50/50% applied by foliar route were the ones that favored plant growth parameters. The use of 0/100% via ovary stimulates the growth and accumulation of root mass, but does not promote fruiting. The fruit mass accumulation was elevated by treatments 50/50% via foliar and 75/25% via ovary.

**Keywords:** *Cucurbita moschata* Duch. Forchlorfenuron. Indolbutírico acid. Hormonal association. Vegetative development.

## 1. INTRODUÇÃO

No manejo fitotécnico têm-se buscado estratégias para melhor incrementar o rendimento de espécies agrícolas. Os reguladores vegetais ou de crescimento são compostos similares aos fitormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno) que possuem ação direta sobre a morfologia e fisiologia de plantas e podem ser utilizados com a finalidade de aumentar a produção e melhorar características de qualidade (MATOS et al., 2017).

Citocininas e auxinas possuem ação direta sobre o crescimento da planta e sua respectiva massa, por estimularem a divisão e alongamento das células (NEUMANN et al., 2017). Ambos interagem na regularização da organogênese, onde a auxina participa da iniciação do órgão e a citocinina modula a sua distribuição tanto no caule quanto nas raízes. Podem ainda agir antagonicamente, controlando a ramificação da parte aérea, pois a auxina inibe a expressão de genes que regulam a síntese de citocininas e aumentam a expressão de genes envolvidos na sua degradação (DURBAK et al., 2012).

Os referidos hormônios também afetam as relações fonte-dreno, ou seja, auxinas influenciam na mobilização de carboidratos das folhas e ápice caulinar e estimulam a translocação de assimilados para os órgãos dreno, e as citocininas elevam a força dos drenos, devido a estimulação do crescimento e capacidade de utilização da sacarose (regulando as enzimas sucrolíticas), além de favorecer o aumento da área foliar e a atividade fotossintética da fonte (ALBACETE et al., 2014).

O forchlorofenuron (CPPU) é uma substância que tem atividade de citocinina, com ação concentrada no órgão alvo de aplicação, devido a sua baixa translocação e é conhecido por ser um composto que promove o crescimento e alargamento de frutos (PETRI et al., 2016; INOUE et al., 2018). El-Shraiy e Hegazi (2010) ao analisarem a influência deste no crescimento e rendimento de plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.) relataram que a aplicação via foliar na concentração 20 mg L<sup>-1</sup> favoreceu significativamente parâmetros de crescimento da planta quando comparada à testemunha.

O ácido indol-3-butírico (AIB), pertencente ao grupo de auxinas sintéticas, dispõe de maior fotoestabilidade, com ação localizada e apresenta menor sensibilidade a degradação biológica, este tem se mostrado eficiente quanto ao crescimento de plantas, por induzir o enraizamento (DUTRA et al., 2012; MEHTA et al., 2018). De acordo com Schaller et al. (2015), mais estudos devem ser exercidos para determinação de como

esses hormônios interagem uns com os outros para promover e manter o desenvolvimento das plantas e frutos.

Com base nessas afirmações objetivou-se avaliar a influência de hormônios sintéticos em diferentes formas de aplicação sobre pigmentos foliares, crescimento e acúmulo de massa em plantas de abóbora.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 3 de Março a 30 de Junho de 2018 nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB. O município de Pombal está situado na região Oeste do Estado da Paraíba, sob as coordenadas geográficas 06°46' S, 37°48' O e altitude de 148 m (BELTRÃO et al., 2005). O clima dessa região é classificado de acordo com Alvares et al. (2013) como semiárido quente e seco, com evaporação média anual de 2.000 mm e precipitação média de aproximadamente 750 mm ano<sup>-1</sup>.

As sementes de abóbora Atlas da SAKATA<sup>®</sup> foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células para produção de mudas. Após atingirem duas folhas definitivas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2 L, preenchidos com fibra de coco e substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> na proporção 3:1, respectivamente. Foram transplantadas duas plantas por vaso e duas semanas após o transplante efetuou-se o desbaste deixando apenas a mais vigorosa.

Os tratamentos foram constituídos por seis combinações (proporções) dos reguladores CPPU e AIB, respectivamente, (0/0; 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0%) e duas formas de aplicações (via ovário e foliar). As concentrações de CPPU e AIB utilizadas como referência (100%) para o estabelecimento das proporções foram de 2,5 e 10,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Na proporção 0/0% ou testemunha a polinização ocorreu naturalmente com auxílio de abelhas.

A aplicação via ovário foi efetuada em todas as flores femininas de forma exógena durante a antese, utilizando-se para isso, hastes flexíveis com algodão nas extremidades (Cotonetes<sup>®</sup>), de maneira a umedecer toda a parede do ovário (Figura 1A). A primeira aplicação via foliar também foi realizada na antese, com o auxílio de pulverizador manual de modo a molhar todas as folhas da planta (Figura 1B). Ao todo foram duas aplicações com intervalo semanal de uma para outra. Ambas aplicações foram realizadas no horário das 6h as 8h da manhã, 20 dias após o transplante. Todas as plantas que receberam os hormônios tiveram suas flores femininas protegidas com sacos de TNT, 24h antes e após aplicação dos tratamentos, a fim de evitar interferência da polinização natural (Figura 1C).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com fatorial 6x2 (combinações de hormônios x formas de aplicação), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais.



**Figura 1.** Aplicação dos hormônios sintéticos via ovário (A), via foliar (B) e proteção das flores (C), em plantas de abóbora. UFCG, Pombal-PB, 2019.

A irrigação foi efetuada de três a quatro vezes ao dia sendo determinada a partir de lisimetria de drenagem, considerando-se uma fração de lixiviação de 10%, baseada em metodologia empregada por Bernado et al. (2008). Visando garantir a nutrição das plantas, toda a água de irrigação fornecida foi composta por solução nutritiva diluída a 75% da concentração original, conforme Hoagland e Arnon (1950). O volume de água gasto por planta/ciclo foi de aproximadamente 75 L, considerando-se os valores diários fornecidos.

Foram realizadas capinas manuais entre os vasos e no entorno da área experimental, a fim de manter o ambiente livre da vegetação espontânea. Foram aplicados inseticida e fungicida, devido a manifestação da mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e ataque de Oídio (*Oidium* spp.) sendo as aplicações de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1.** Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças. UFCG, Pombal-PB, 2019.

Período	Produtos	Dosagem	Observações
Segundo dia após o transplântio	Evidence 700 WG	2,5 g L <sup>-1</sup> de água	Inseticida
Quadrágésimo dia após o transplântio	Dacobre-PM	2 g L <sup>-1</sup> de água	Fungicida

As plantas foram conduzidas em ambiente protegido utilizando sombrite com redução da radiação solar de 30%. Os dados climáticos no interior desse ambiente encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Média dos dados climáticos durante a condução do experimento. UFCG, Pombal-PB, 2019.

Dados climáticos		
Temperatura do ar (°C)	Mínima	25,09
	Média	31,04
	Máxima	37,00
Umidade relativa (%)	Mínima	75,90
	Média	80,50
	Máxima	85,10

Aos 72 dias após o transplântio e completa exposição aos tratamentos, iniciaram-se as coletas de dados para verificação de alterações nos parâmetros estudados.

### 2.1. Pigmentos foliares

Analisaram-se os teores de clorofilas *a*, *b*, total e carotenoides através de oito discos foliares de área conhecida (11,28 cm<sup>2</sup>), que foram devidamente retirados de folhas intermediárias, sendo os pigmentos extraídos em acetona 80% e quantificados por espectrofotometria, como descrito por Lichtenthaler (1987), com os resultados finais expressos em mg m<sup>-2</sup>.

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 12,21 * A_{663\text{nm}} - 2,81 * A_{646\text{nm}}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 20,13 * A_{646\text{nm}} - 5,03 * A_{663\text{nm}}$$

$$\text{Clorofilas totais (mg L}^{-1}\text{)} = 17,3 * A_{646\text{nm}} + 7,18 * A_{663\text{nm}}$$

$$\text{Carotenoides (mg L}^{-1}\text{)} = (1000 * A_{470\text{nm}} - 1,82 * C_a - 85,02 * C_b) / 198$$

### 2.2. Variáveis de Crescimento

Foram avaliadas: Área foliar em cm<sup>2</sup>, obtida relacionando-se a massa seca de oito discos foliares de área conhecida (11,28 cm<sup>2</sup>), com a massa seca das folhas; número de folhas pela contagem de todas as folhas em total expansão, diâmetro do caule em mm, determinado com a utilização de paquímetro digital posicionando-o no colo da planta; número de ramos incluindo a haste principal; comprimento da haste principal e raiz, por meio do uso de fita métrica dados os valores em cm; massa seca das folhas, ramos, raízes, frutos e total (folhas, ramos e raízes) através da secagem em estufa a 65 °C, por 72 h. Para determinação de massa seca dos frutos coletou-se amostras de aproximadamente 500 g que posteriormente foram colocadas em estufa com circulação e renovação de ar a 65 °C por 80 h, sendo ambas as variáveis expressas em g por planta.

### **2.3. Análise Estatística**

Os dados referentes às variáveis mensuradas foram submetidos ao teste F, por meio de análise de variância e comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ), ambos realizados no software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os pigmentos foliares houve interação significativa entre os fatores: formas de aplicação e proporções de hormônios apenas para carotenoides totais. Para clorofila *a* e total verificou-se efeito significativo isolado nas proporções hormonais e para clorofila *b* não houve efeito significativo para nenhum dos fatores estudados (Tabela 3). Houve efeito significativo na interação entre as formas de aplicação e proporções hormonais para todas as variáveis de crescimento e acúmulo de massa seca. No entanto, para massa seca do fruto por o uso do tratamento 0/100% (CPPU/AIB) via ovário, ter ocasionado o abortamento de todas as flores, não foi possível inserir este tratamento na análise estatística. Considerando-se este efeito, analisou-se para massa seca do fruto as proporções hormonais isoladamente dentro de cada via de aplicação (Apêndice B e C), a fim de avaliar o 0/100% via foliar, e na interação considerou-se apenas as proporções 0/0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%, por ambas vias de aplicação (Apêndice A).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para clorofila *a* (*Ca*), clorofila *b* (*Cb*), clorofila total (CT), carotenoides (CAR), área foliar (AF), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), número de ramos (NR), comprimento da haste principal (CHP), comprimento da raiz (CR), massa seca das folhas (MSF), massa seca dos ramos (MSRS), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), para plantas de abóbora submetidas a diferentes proporções hormonais aplicadas via ovário e via foliar. UFCG, Pombal-PB, 2019.

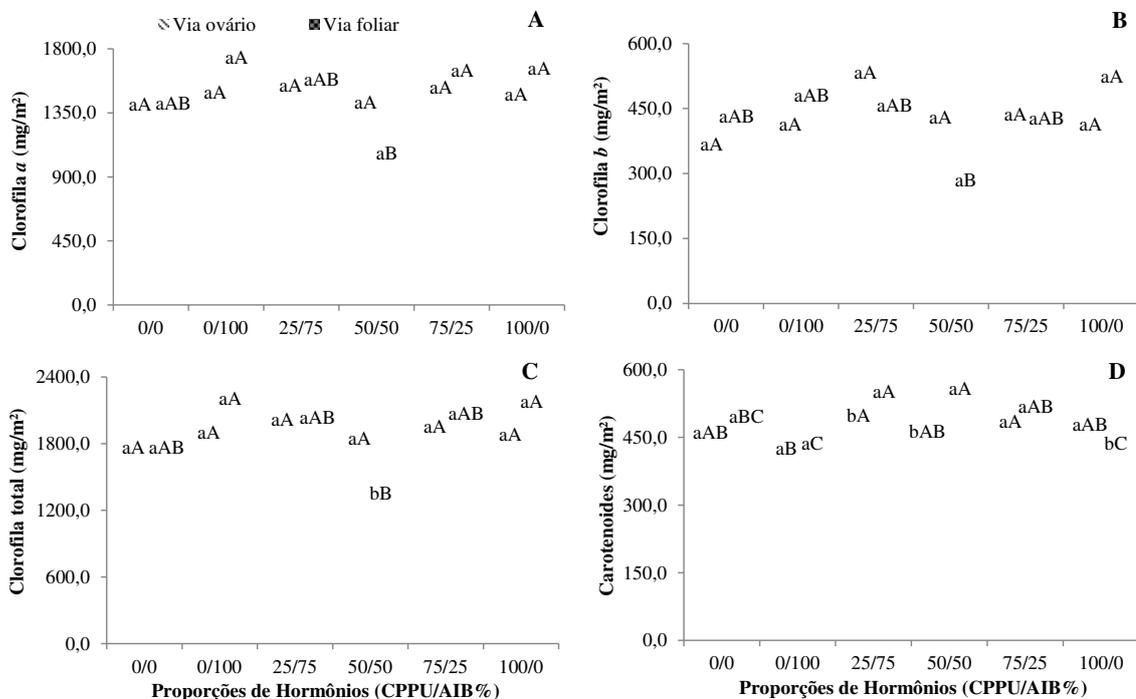
F.V.	G.L.	Quadrado médio						
		<i>Ca</i>	<i>Cb</i>	CT	CAR	AF	NF	DC
Bloco	3	155494,23	44359,56	337389,36	128,83	301080,99	0,61	0,02
APLIC (A)	1	15025,42 <sup>ns</sup>	238,86 <sup>ns</sup>	19034,02 <sup>ns</sup>	9370,94 <sup>**</sup>	6055475,05 <sup>**</sup>	907,12 <sup>**</sup>	20,06 <sup>**</sup>
PROP (P)	5	166902,27 <sup>*</sup>	17778,31 <sup>ns</sup>	276834,79 <sup>ns</sup>	10021,58 <sup>**</sup>	6370438,96 <sup>**</sup>	88,10 <sup>**</sup>	1,07 <sup>**</sup>
A x P	5	92200,55 <sup>ns</sup>	17412,76 <sup>ns</sup>	172089,13 <sup>ns</sup>	4047,78 <sup>**</sup>	728185,70 <sup>*</sup>	266,04 <sup>**</sup>	4,05 <sup>**</sup>
Resíduo	33	64268,59	9301,17	113106,28	864,93	261107,94	0,92	0,08
C.V.		18,59	24,70	19,18	6,66	9,52	1,91	2,70
Média		1364,06	390,47	1753,52	441,87	5369,93	50,31	10,46

F.V.	G.L.	Quadrado médio						
		NR	CHP	CR	MSF	MSRS	MSR	MST
Bloco	3	0,03	37,21	0,25	0,47	0,18	0,08	1,08
APLIC (A)	1	3,70 <sup>**</sup>	218,17 <sup>**</sup>	12,34 <sup>**</sup>	96,71 <sup>**</sup>	26,26 <sup>**</sup>	19,15 <sup>**</sup>	111,99 <sup>**</sup>
PROP (P)	5	1,82 <sup>**</sup>	7301,10 <sup>**</sup>	32,11 <sup>**</sup>	182,22 <sup>**</sup>	68,52 <sup>**</sup>	247,68 <sup>**</sup>	1282,96 <sup>**</sup>
A x P	5	2,40 <sup>**</sup>	209,09 <sup>**</sup>	22,98 <sup>**</sup>	62,28 <sup>**</sup>	8,32 <sup>**</sup>	22,92 <sup>**</sup>	199,62 <sup>**</sup>
Resíduo	33	0,46	26,58	0,65	7,92	0,24	0,20	0,82
C.V.		18,32	6,37	2,42	2,36	5,90	4,80	2,36
Média		3,71	80,95	33,26	20,72	8,36	9,35	38,42

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>ns</sup> e <sup>ns</sup> significativo a 1%, 5%, 10% e não significativo, respectivamente, de probabilidade pelo teste F. F.V. – Fonte de Variação, G.L. – Grau de liberdade e C.V. – Coeficiente de Variação.

Para clorofila *a* constatou-se que com o uso da proporção 50/50% (CPPU/AIB), quando aplicado via foliar, houve redução de 41,96% em comparação com a 0/100% (Figura 2A). Sugerindo, que a combinação em igual proporção de ambos hormônios não surtiu efeito positivo no conteúdo de clorofila *a*. Dao et al. (2018) propõem que as auxinas estimulam a atividade fotossintética através do aumento nos teores de clorofilas. Alvarado-Sanabria e Álvarez-Herrera (2014), constataram maior aumento no conteúdo de clorofila pelo uso do AIB em *Physalis peruviana* L. Tais afirmações podem justificar os maiores incrementos observados pelo uso da proporção 0/100% sobre a 50/50%, no entanto, como visto neste trabalho, ambas proporções foram estatisticamente iguais a testemunha.



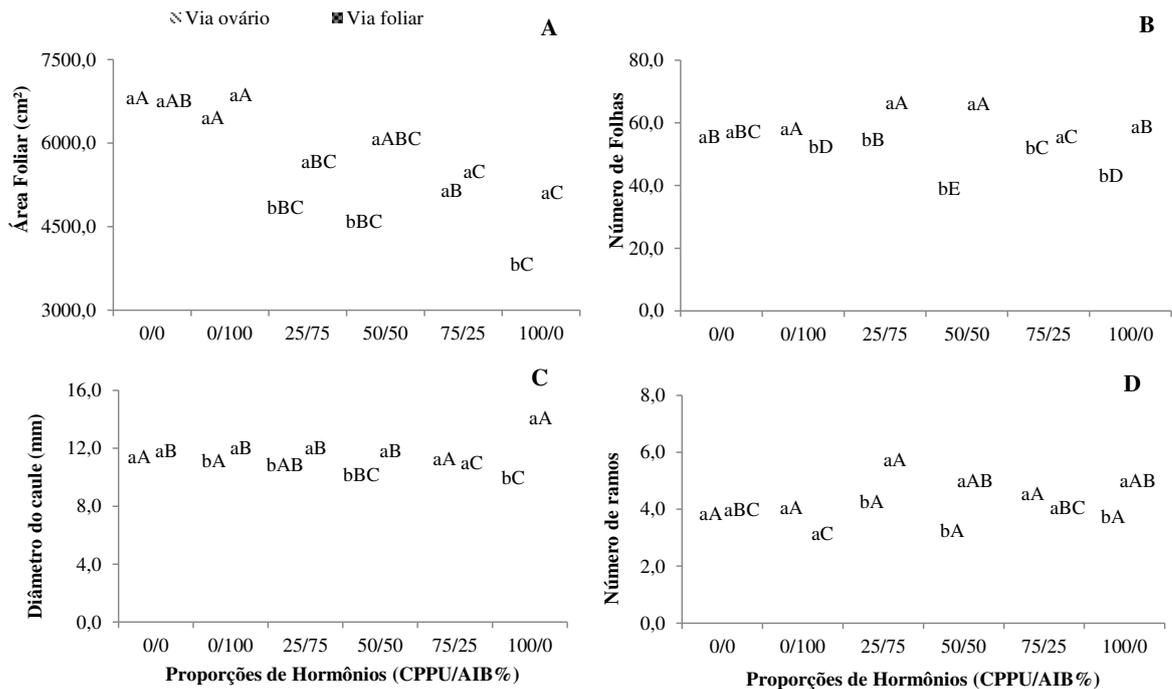
**Figura 2.** Clorofila *a* (A), clorofila *b* (B), clorofila total (C) e carotenoides (D) de folhas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.

Para clorofila *b* não foram observados efeitos significativos nas proporções hormonais independentemente das formas de aplicação, com valores que variaram de 323,18 a 488,85 mg/m<sup>2</sup> (Figura 1B). Na clorofila total, a proporção 50/50% via foliar provocou redução de 41,91% quando comparada com a 0/100% pela mesma via, e diferença de 29,43% no uso da igual proporção por via ovário (Figura 2C). Quanto aos carotenoides, maiores incrementos (15,53 e 14,25%) foram obtidos com as proporções 50/50% e 25/75% via foliar, respectivamente, em comparação com a testemunha (Figura

2D). A proporção 50/50% via foliar também apresentou maior acréscimo (18,58%) sobre a aplicação via ovário.

O uso associado de citocinina e auxina na planta em iguais proporções por via foliar podem ter induzido uma maior síntese de etileno que por sua vez tem influência sobre estes pigmentos, como afirmado por Iqbal et al. (2017), considerando que uma das característica dos hormônios vegetais é a interação mútua entre eles.

Para área foliar, verificou-se que no uso da proporção 100/0%, ocorreram os maiores decréscimos 45,43% e 24,40% quando aplicada via ovário e via foliar, respectivamente, em comparação com a testemunha (0/0%) (Figura 3A). A maior diferença entre as formas de aplicação também foi constatada na proporção 100/0%, onde por via foliar houve superioridade de 26,74% sobre a via ovário, seguida das proporções 50/50 e 25/75% (25,39 e 15,23%, respectivamente). O CPPU isoladamente e em maior quantidade (100/0%) inibiu a expansão foliar, provavelmente porque causou fitotoxidez.



**Figura 3.** Área foliar (A), número de folhas (B), diâmetro do caule (C) e número de ramos (D) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.

Para o número de folhas as proporções 25/75% e 50/50% via foliar se comportaram estatisticamente iguais com acréscimo de aproximadamente 15% quando comparadas a testemunha, enquanto que, a proporção 0/100% via ovário aumentou em 4,67% (Figura 3B). A maior diferença entre as vias de aplicação foi obtida na proporção

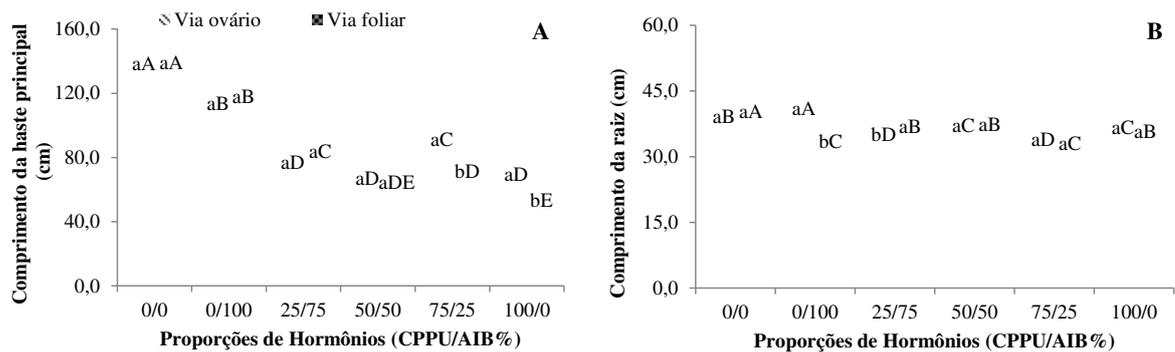
50/50%, com aumento de 43,90% quando aplicada via foliar, esta mesma via se sobressai em relação a ovário em todas as proporções utilizadas, exceto apenas na proporção 0/100%. Sosnowski et al. (2016), afirmaram que a citocinina aplicada durante o estágio vegetativo induz o aumento do número de folhas, mas diminui a sua expansão. No entanto, como visto neste estudo, a citocinina em igual proporção com a auxina sobre as folhas, pode promover uma melhor relação entre expansão e número de folhas, com ação mais direta sobre o órgão beneficiado do que por via ovário.

O maior diâmetro do caule (12,98 mm) foi obtido pelo tratamento 100/0% via foliar, com 29,80% de diferença comparada a mesma proporção via ovário e aumento de 16,72% em relação a testemunha (Figura 3C). Este resultado pelo uso isolado do CPPU na planta pode ser decorrente de sua ação na expansão celular ou ainda por favorecer a concentração de reservas no caule, considerando-se a sua influência entre fonte-dreno. A aplicação exógena de citocininas, aumenta a atividade da enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase (Rubisco), otimizando a eficiência de carboxilação e maior acúmulo de fotoassimilados na planta (AMARO, 2014).

O número de ramos mostrou-se mais elevado, em torno de cinco por planta, nos tratamentos 25/75, 50/50 e 100/0% quando aplicados nas folhas, ou seja, aumentaram-se as ramificações à medida que se incrementou a quantidade de CPPU e reduziu AIB (Figura 3D). Para as formas de aplicação verificou-se superioridade da via foliar em comparação a ovário no uso das proporções 50/50 (38,89), 25/75 (28,57) e 100/0% (27,78%). Este efeito está relacionado com a função da própria citocinina em reduzir a dominância apical da auxina e estimular o crescimento de ramos laterais. Cato et al. (2013) ao avaliarem sinergismo entre auxina, giberelina e citocinina em tomateiro observaram que plantas as quais receberam a citocinina apresentaram internódios reduzidos e estímulo excessivo ao desenvolvimento de gemas laterais. Dierck et al. (2016), também afirmam que um balanço alterado de citocinina para auxina afeta a diferenciação entre crescimento vegetativo e dominância apical.

O comprimento da haste principal reduziu com a aplicação dos hormônios em relação a testemunha (0/0%), sendo a maior redução (64,92%) verificada na proporção 100/0% via foliar em comparação a testemunha (Figura 4A). Contudo, no uso da proporção 0/100% (sem CPPU) o decréscimo foi de apenas 20,08 e 16,54%, via ovário e foliar, respectivamente. A aplicação via ovário apresentou superioridade ao comprimento da haste do que a foliar, para as proporções 75/25% e 100/0% com diferença de 23,94% e 23,22%, respectivamente. Subotić et al. (2008) relataram que plantas tratadas com

concentrações altas de CPPU, apresentam brotações mais curtas, sendo ainda que fazendo uso do Thidiazuron (TDZ) outra citocinina sintética, há má formação da haste e manifestação de várias ramificações. O possível dequilíbrio hormonal entre o fornecido exogenamente e aqueles produzidos endogenamente no tecido aplicado pode ter inibido o crescimento da planta. Bhogave e Raut (2014) afirmam que o uso da auxina sintética ANA (ácido naftalenoacético) por via foliar favorece a elevação do comprimento da planta, não sendo este efeito obtido com o uso do AIB nesse estudo para abóbora.



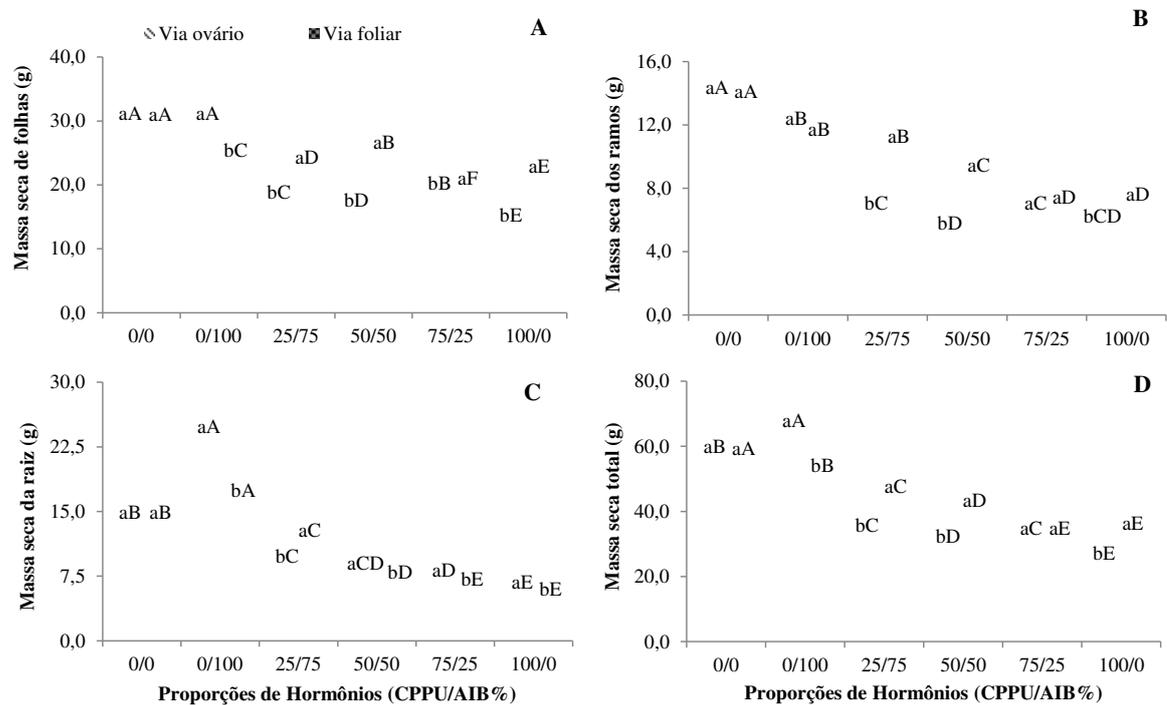
**Figura 4.** Comprimento da haste principal (A) e comprimento da raiz (B) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.

O comprimento da raiz reduziu pelo uso dos tratamentos hormonais em relação a testemunha, exceto para o 0/100% quando aplicado via ovário, com aumento de 4,65% (Figura 4B). Resultado inverso foi observado quando a mesma proporção foi aplicada via foliar, com redução de 17,63% em relação a 0/0% e de 19,82% em comparação a via ovário. A resposta da célula vegetal à auxina depende da sua concentração e localização, o que pode explicar a indução do crescimento da raiz quando aplicada em maior proporção no ovário. Provavelmente por um único órgão receber o hormônio, a sua síntese tornou-se mais gradual, com direcionamento ou estímulo da parte aérea para a raiz.

O desenvolvimento das raízes é mediado pelo controle local e à distância da biossíntese de auxinas. Além do que, a razão entre auxina e citocinina determina a divisão celular e a diferenciação em raiz ou gema de tecidos vegetais, onde, alta relação auxina *versus* citocinina estimula a formação de raízes (OLATUNJI, et al., 2017; TAIZ et al., 2017). Conforme Simásková et al. (2015), um aumento na atividade da citocinina altera o desenvolvimento das raízes, restringindo o crescimento pelo encurtamento do meristema radicular, ao passo, que estes efeitos inibitórios também envolvem o etileno, o que pode

explicar a diminuição do crescimento da raiz à medida que se inseriu CPPU para as demais proporções.

A massa seca das folhas reduziu nas proporções hormonais em comparação com a testemunha (0/0%), com exceção da proporção 0/100% via ovário (Figura 5A). Quando aplicadas via foliar a proporção 50/50% foi a que mais se destacou, com superioridade de 38,28% em relação a via ovário. Como visto neste trabalho as proporções hormonais influenciaram de forma distinta sobre o surgimento e expansão de folhas. Assim acredita-se que este efeito refletiu sobre a massa foliar.



**Figura 5.** Massa seca de folhas (A), massa seca de ramos (B), massa seca da raiz (C) e massa seca total (D) de plantas de abóbora submetidas a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúsculas referem-se às formas de aplicação e as maiúsculas as proporções de hormônios.

O comportamento nesses tratamentos que diminuíram a área e aumentaram o número de folhas, bem como, aqueles que não promoveram ganhos a nenhum desses componentes, comprometeram o rendimento de massa das folhas. Por outro lado, a proporção 0/100% via ovário, por não ter influenciado no crescimento dessas partes vegetativas também não influenciou nessa característica.

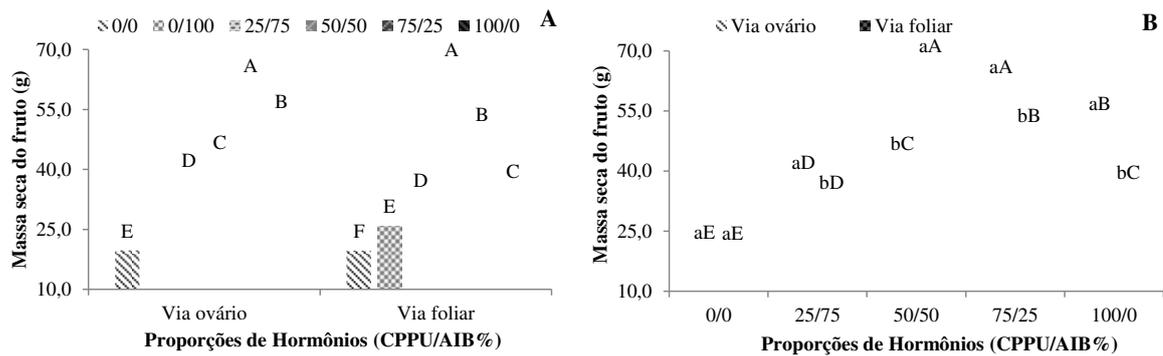
A massa seca de ramos diminuiu pela ação dos hormônios, com maior redução (65,27%) obtida na proporção 50/50% via ovário quando comparada a testemunha (0/0%), porém, não diferindo estatisticamente da 100/0% pela mesma via (Figura 5B). A proporção que menos reduziu a referida massa foi a 0/100% (sem CPPU), em ambas vias de

aplicação. A aplicação via foliar mostrou superioridade de até 44,68% em relação a via ovário com o uso da proporção 50/50%. Por a auxina isoladamente por ambas vias não haver influenciado no número de ramos e apresentar menor redução do comprimento da haste em relação as demais proporções, a perda de massa foi inferior.

Para massa seca da raiz, a proporção 0/100% em comparação a 0/0%, promoveu aumentos de 43,86% e 16,92%, via ovário e via foliar, respectivamente (Figura 5C). A aplicação via ovário se sobressaiu em relação a via foliar em todas as proporções hormonais utilizadas, exceto para a 25/75%. Esse comportamento se explica pelo fato das auxinas estarem envolvidas na estimulação do enraizamento, sendo o aumento do AIB isoladamente responsável pela maior elevação da massa radicular. O tamanho do meristema da raiz primária é moderadamente controlado por a auxina (EL-SHOWK et al., 2013).

O maior valor de massa seca total (61,73 g) foi alcançado empregando-se a proporção 0/100% por via ovário com aumento de 12,68% em comparação a testemunha (0/0%) (Figura 5D). Para as demais proporções ocorreu redução deste parâmetro, contudo, observou-se que com o aumento na proporção de citocinina em relação a auxina, a aplicação via foliar mostrou superioridade comparada a via ovário, exceto na proporção 75/25%, onde não foram observadas diferenças estatísticas entre as formas de aplicação. Por as citocininas e auxinas estimularem a divisão celular e o alongamento das células, estes interferem diretamente no crescimento da planta e conseqüentemente em sua massa seca (NEUMANN et al., 2017). A massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento é resultante da atividade fotossintética, sendo a produtividade vegetal influenciada por características morfológicas e fisiológicas (BENINCASA, 2003).

Para massa seca do fruto, o maior valor (66,41 g) foi alcançado no tratamento 50/50% via foliar, seguido do 75/25% via ovário (61,11 g), com superioridade de 70,41% e 67,67%, respectivamente, sobre a testemunha (Figura 1A). A maior divergência (36,97%) entre as formas de aplicação foi verificada na proporção 50/50% (Figura 1B). Queiroga et al. (2017), propõe que o emprego de compostos com ação de auxina garantem ganhos de matéria seca. Cruz-Castillo et al. (2014) em estudos com kiwi, também indicam que a aplicação pré-antese de uma baixa quantidade de CPPU colaborou no aumento do teor de matéria seca nos frutos. Estas afirmações sugerem que tanto auxinas como citocininas sintéticas podem promover incrementos da massa de frutos, justificando o porque da associação destes ter promovido maior ganho deste parâmetro neste estudo.



**Figura 6.** Massa seca de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção de hormônios.

Tomados os resultados em conjunto, observou-se que para os pigmentos foliares o único tratamento que provocou tendência à diminuição de clorofila *a* e total foi o 50/50% por via foliar. Para características de crescimento o uso isolado do CPPU (100/0%) inibiu a área foliar por ambas vias, o número de folhas e o diâmetro do caule por via ovário, o comprimento da haste e da raiz pelas duas vias, bem como, reduziu o acúmulo de massa seca de folhas, ramos, raízes e total. Para massa seca do fruto, todas as proporções e formas de aplicação favoreceram o seu aumento.

Estas respostas decorrentes do excesso de CPPU sobre a planta causando saturação, podem ter sido ou por a concentração de  $2,5 \text{ mg L}^{-1}$  ser alta para a abóbora em questão ou pelo número de aplicações ter excedido o necessário, sendo desta forma recomendável reduzir um desses fatores principalmente quando a intenção for pulverizá-lo nas folhas. Para o uso do AIB isoladamente (0/100%) pelo ovário, não houve influência sobre essas características estudadas igualando-se a testemunha, exceto por ocasionar o abortamento de flores, diminuir o comprimento da haste e massa seca do caule e elevar o comprimento da raiz, sua respectiva massa e massa seca total. Por via foliar a proporção 0/100%, não influenciou os pigmentos foliares, a área foliar, o diâmetro do caule e o número de ramos, mas elevou a massa seca da raiz e a massa seca dos frutos, além de que, reduziu as demais características avaliadas.

Desta forma, é possível afirmar que o equilíbrio entre a citocinina e auxina intervém na determinação entre destino da ação e desenvolvimento dos órgãos vegetais (OLANTUJI et al., 2017).

## 4. CONCLUSÕES

- A proporção 50/50% por via foliar eleva o conteúdo de carotenoides nas folhas.
- As proporções 25/75 e 50/50% aplicadas por via foliar foram as que mais favoreceram parâmetros de crescimento das plantas.
- O uso da 0/100% via ovário estimula o crescimento e acúmulo de massa da raiz, mas não promove a frutificação.
- O acúmulo de massa do fruto aumenta com os tratamentos 50/50% via foliar e 75/25% via ovário.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBACETE, A. A.; MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C.; PÉREZ-ALFOCEA, F. Hormonal and metabolic regulation of source–sink relations under salinity and drought: From plant survival to crop yield stability. **Biotechnology Advances**, v.32, n.1, p. 12-30, 2014.

ALVARADO-SANABRIA, O. H.; ÁLVAREZ-HERRERA, J. G. Effect of indole-3-butyric acid and trichoderma harzianum rifai on asexual cape gooseberry propagation (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, v.32, n.3, p.326–333, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

AMARO, A.C.E. Respostas fisiológicas à aplicação de reguladores vegetais e nutrientes em videira ‘Crimson Seedless’. 2014. 129p. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014.

BELTRÃO, B.A. **Diagnóstico do município de Pombal**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM, 2005. 23p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 41p. 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.

BHOGAVE, A.F.; RAUT, U.A. Studies on effect of plant growth regulators on vegetative growth and flowering of papaya. Ecology, **Environment and Conservation Journal**. v.21, n. 25, p.387–390, 2014.

CATO, S.C.; MACEDO, W.R.; PERES, L.E.P.; CASTRO, P.R.C. Synergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p. 549–553, 2013.

CRUZ-CASTILLO, J.G.; BALDICCHIB, A.; FRIONIB, T.; MAROCCHIC, F.; MOSCATELLOD, S.; PROIETTID, S.; BATTISTELLID, A.; FAMIANI, F. Pre-anthesis CPPU low dosage application increases ‘Hayward’ kiwifruit weight without affecting the other qualitative and nutritional characteristics. **Food Chemistry**, v.158, n.1, p.224–228, 2014.

DAO, G.H.; WU, G.X.; WANG, X.X.; ZHUANG, L.L.; ZHANG, T.Y.; HU, H.Y. Growth and fatty acid increased accumulation of microalgae *Scenedesmus* sp. LX1 by two types of auxin. **Bioresource Technology**, v. 247, n.42, p.561–567, 2018.

DIERCK, R.; DE KEYSER, E.; DE RIEK, J.; DHOOGHE, E.; VAN HUYLENBROECK, J.; PRINSEN, E.; DER STRAETEN, D. V. Change in Auxin and Cytokinin Levels Coincides with Altered Expression of Branching Genes during Axillary Bud Outgrowth in *Chrysanthemum*. **Plos One**, v.11, n.8, p.1–30, 2016.

DURBAK, A.; YAO, H.; MCSTEEN, P. Hormone signaling in plant development. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 15, n. 1, p. 92-96, 2012.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 424–429, 2012.

EL-SHRAIY, A. M.; HEGAZI, A. M. Influence of JA and CPPU on growth, yield and  $\alpha$ -amylase activity in potato plant (*Solanum tuberosum* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 2, p. 160–170, 2010.

EL-SHOWK, S.; RUONALA, R.; HELARIUTTA, Y. Crossing paths: cytokinin signalling and crosstalk. **Development**, v. 140, p. 1373–1383, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109–112, 2014.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley, CA: California Agriculture Experiment Station, 1950. 32p.

INOUE, Y.; HIRANO, A.; MURATA, I.; KOBATA, K.; KANAMOTO, I. Assessment of the Physical Properties of Inclusion Complexes of Forchlorfenuron and  $\gamma$ -Cyclodextrin Derivatives and Their Promotion of Plant Growth. **ACS Omega**, v.3, n.10, p.13160–13169, 2018.

IQBAL, N.; KHAN, N.A.; FERRANTE, A.; TRIVELLINI, A.; FRANCINI, A.; KHAN, M.I.R. Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. **Frontiers in Plant Science** v.8, n. 475, p.1–19, 2017.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Ed.). *Methods in Enzymology*. London: Academic Press, 1987. 350–382p.

MATOS, J. P. de.; CORREIA, E. C. S. S.; MONTEIRO, R. N. F.; DOMINGUES NETO, F. J.; SILVA, D. P. Floração e rendimento de frutos da abobrinha italiana “Daiane” sob aplicação de regulador vegetal e fertilizante foliar. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n.1, p.107–115, 2017.

MEHTA, S.K.; SINGH, K.K.; HARSANA, A. S. Effect of IBA concentration and time of planting on rooting in pomegranate (*Punica granatum*) cuttings. **Journal of Medicinal Plants Studies**, v.6, n.1, p.250–253, 2018.

NEUMANN, E. R.; RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, L. K. P.; CHAGAS, R. R.; LIMA FILHO, R.B. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.4, p.490–498, 2017.

OLATUNJI, D.; GEELEN, D.; VERSTRAETEN, I. Control of endogenous auxin levels in plant root development. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n.12, p.1–29, 2017.

PETRI, J. L.; Hawerth, F. J.; Leite, G. B.; Sezerino, A. A.; Couto, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis, SC: Epagri, 1<sup>a</sup> ed., 2016. 145p.

QUEIROGA, R.C.F.; SILVA, G.D.; PEREIRA, A.M.; ALMEIDA, R.R.P.; SILVA, A.B. Yield and quality of the Tetsukabuto squash fruits induced with 2,4-D doses under dry conditions. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.2, p.271–277, 2017.

SCHALLER, G.E.; BISHOPP, A.; KIEBERC, J.J. The Yin-Yang of Hormones: Cytokinin and Auxin Interactions in Plant Development. **The Plant Cell**, v.27, n.5, p.44–63, 2015.

ŠIMÁŠKOVÁ, M.; O'BRIEN, J.A.; KHAN, M.; NOORDEN, G.V.; ÖTVÖS, K.; VIETEN, A. Cytokinin response factors regulate PIN-FORMED auxin transporters. **Nature Communications**, v.6, n.6, p.1–20, 2015.

SOSNOWSKI, J.; MALINOWSKA, E.; JANKOWSKI, K.; KRÓL, J.; REDZIK, P. An estimation of the effects of synthetic auxin and cytokinin and the time of their application on some morphological and physiological characteristics of *Medicago x varia* T. Martyn. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.10, n.16, p.1–8. 2016.

SUBOTIĆ, A.; JEVREMOVIĆ, S.; CINGEL, A.; MILOŠEVIĆ, S. Effect of urea—type cytokinins on axillary shoots regeneration of *Impatiens walleriana* L. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 22, n. 3, p.817–819, 2008.

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

## **CAPITULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE ABÓBORA ATLAS COM FRUTIFICAÇÃO INDUZIDA POR CITOCININA E AUXINA**

## RESUMO

O uso de hormônios sintéticos do grupo das citocininas e auxinas vêm auxiliando no aumento da produtividade de certas culturas, podendo estes estarem envolvidos na expressão de sexo das plantas, embora pouco se saiba sobre a ação da auxina AIB e citocinina CPPU na frutificação de abóbora, bem como, a interação entre ambos, o que torna este campo de estudo promissor. Diante disto, objetivou-se induzir a frutificação em abóbora Atlas por meio de diferentes formas de aplicação e proporções da citocinina CPPU e auxina AIB e avaliar o efeito destes sobre características físico-químicas dos frutos. O trabalho foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, entre os meses de Março a Junho de 2018. As sementes de abóbora foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células para produção de mudas e após atingirem duas folhas definitivas, foram transplantadas em vasos com capacidade de 2 L preenchidos com fibra de coco e substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> na proporção 3:1. Os tratamentos foram constituídos de seis proporções associadas dos reguladores de crescimento, correspondendo a 0/0; 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% das concentrações 2,5 e 10,0 mg L<sup>-1</sup> de CPPU/AIB, respectivamente, e de duas formas de aplicação: via ovário e foliar. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Aos 72 dias após o transplantio (DAT) foram realizadas análises de crescimento e qualidade dos frutos. O comportamento hormonal é modulado por sua concentração e local de aplicação, podendo o efeito ser benéfico ou não. O uso do AIB isoladamente por via ovário não induz a frutificação. As proporções 50/50% via foliar e 75/25% via ovário foram as que mais incrementaram o crescimento e parâmetros de qualidade dos frutos. A aplicação do CPPU via foliar em maior concentração na proporção diminui características de qualidade como: vitamina C, carotenoides e amido.

**Palavras-chave:** *Cucurbita moschata* Duch. Reguladores vegetais. Crescimento. Qualidade.

## ABSTRACT

The use of synthetic hormones from the cytokinins and auxins group has been showing to increase the productivity of certain crops, may they be involved in the expression of plant sex, although little is known about the action of auxin AIB and cytokinin CPPU on the fruiting of pumpkin, as well as the interaction between both, which makes this field of study promising. Before this the objective of this study was to induce the fruiting in squash Atlas, by means of different forms of application and proportions of the cytokinin CPPU and auxin AIB and to evaluate the effect of these on the physical-chemical characteristics of the fruits. The work was carried of the Agro-Food Science and Technology Center, Federal University of Campina Grande, Campus Pombal-PB, between March and June 2018. Pumpkin seeds were sown in Styrofoam trays of 128 cells to produce seedlings and after reaching two definitive leaves, were transplanted in 2 L pots filled with coconut fiber and commercial substratum Tropstrato HT Hortaliças<sup>®</sup> in the proportion of 3:1. The treatments were composed of six proportions associated with growth regulators, corresponding to 0/0 (control); 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0% of the concentrations 2.5 and 10.0 mg L<sup>-1</sup> of CPPU/AIB, respectively, and of two forms of application: via ovary and foliar. The experimental design was a randomized block design with four replications. At 72 days after transplanting (DAT), growth and fruit quality analyzes were performed. The hormonal behavior is modulated by its concentration and place of application, and the effect may be beneficial or not. The use of AIB alone by ovary does not induce fruiting. The proportions 50/50% via foliar and 75/25% via ovary were the ones that increased the growth and parameters of fruit quality. The application of CPPU via foliar in higher concentration in proportion decreases quality characteristics such as vitamin C, carotenoids and starch.

**Keywords:** *Cucurbita moschata* Duch. Vegetable regulators. Growth. Quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A abóbora Atlas apresenta-se como uma opção rentável, pois possibilita um melhor aproveitamento de área e facilidade de manuseio durante o cultivo, devido a rama mais curta e alta precocidade. No entanto, a produtividade é dependente da emissão inicial de grande número de flores, juntamente com a correta polinização (TAJIRI, 2015). Tais processos são altamente sensíveis às condições ambientais como: temperaturas, chuvas e velocidades do vento (LIU et al., 2018).

O emprego de reguladores de crescimento vem diminuindo problemas relativos à polinização em diversas espécies frutíferas, principalmente aqueles integrados ao grupo das citocininas e auxinas. Taiz et al. (2017) confirmam que a citocinina contribui à frutificação, por favorecer o estabelecimento de drenos na planta, impulsionando uma melhor mobilização de assimilados aos frutos. Enquanto auxinas estão presentes no pólen, no endosperma e no embrião de sementes, o que sugere que participam ativamente no desenvolvimento do fruto (FIGUEIREDO et al., 2015).

Conforme Rodrigues et al. (2011), o uso da citocinina sintética forchlorfenuron (CPPU) resultou em produção de boa qualidade para diversas espécies frutíferas, sendo este efeito confirmado por Ding et al. (2013) em tomate, Li et al. (2017) em pepino e Zhang et al. (2017) em kiwi.

O uso de auxinas sintéticas tem sido adotado na produção assexuada, assegurando a formação de frutos partenocárpicos, como afirmado por Ferreira et al. (2017) pelo uso do ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) em abóbora japonesa. Pereira et al. (2014) trabalhando com atemoia 'Gefner', observaram que a aplicação exógena do ácido 1-naftalenoacético (ANA), associado com o ácido giberélico proporcionaram elevada frutificação semelhante à polinização artificial.

Tais afirmações sugerem que os reguladores sintéticos podem ser utilizados como alternativa na busca pela otimização da frutificação, embora pouco se saiba da ação do ácido indol-3-butírico (AIB) sobre este processo fisiológico, bem como, a respeito da sua interação com a citocinina CPPU, o que torna este campo de estudo promissor. Sendo assim, objetivou-se induzir a frutificação em abóbora Atlas por meio de diferentes formas de aplicação na planta e proporções da citocinina CPPU e auxina AIB e avaliar o efeito destes sobre o crescimento e qualidade de frutos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no período compreendido entre 3 de Março a 30 de Junho de 2018, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB. O município de Pombal está situado na região Oeste do Estado da Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°48'16" S, 37°49'15" W e altitude média de 148 m. A temperatura média durante a condução experimental foi de  $31 \pm 6$  °C com umidade relativa média do ar  $80 \pm 5\%$ .

Sementes de abóbora Atlas (SAKATA<sup>®</sup>) foram devidamente semeadas em bandejas de isopor contendo 128 células para formação de mudas, sendo que ao obterem duas folhas definitivas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2 L, preenchidos com fibra de coco e substrato comercial Tropstrato HT<sup>®</sup> na proporção 3:1.

Os tratamentos foram constituídos por seis combinações (proporções) dos reguladores CPPU e AIB, respectivamente, (0/0; 0/100; 25/75; 50/50; 75/25; 100/0%) e duas formas de aplicações (via ovário e foliar). As concentrações de CPPU e AIB utilizadas como referência (100%) para o estabelecimento das proporções foram de 2,5 e 10,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Na proporção 0/0% ou testemunha a polinização ocorreu naturalmente com auxílio de abelhas.

A aplicação via ovário foi efetuada em todas as flores femininas de forma exógena durante a antese, utilizando-se para isso, hastes flexíveis com algodão nas extremidades (Cotonetes<sup>®</sup>), de maneira a umedecer toda a parede do ovário. A primeira aplicação via foliar também foi realizada na antese, com o auxílio de pulverizador manual de modo a molhar todas as folhas da planta, ao todo foram duas aplicações com intervalo semanal de uma para outra. Ambas aplicações foram realizadas no horário das 6h as 8h da manhã, 20 dias após o transplante. Todas as plantas que receberam os hormônios tiveram suas flores femininas protegidas com sacos de TNT, 24h antes e após aplicação dos tratamentos, a fim de evitar interferência da polinização natural.

A irrigação foi realizada diariamente com determinação de quantidade a partir de lisimetria de drenagem, adotando-se uma fração de lixiviação de 10%, conforme metodologia empregada por Bernado et al. (2008). Para garantir a nutrição das plantas, toda a água de irrigação fornecida foi composta por solução nutritiva diluída a 75% da

concentração original, conforme Hoagland e Arnon (1950). O volume de água gasto por planta/ciclo foi de aproximadamente 75 L, considerando-se os valores diários fornecidos.

Foram realizadas capinas manuais entre os vasos e no entorno da área experimental, a fim de manter o ambiente livre da vegetação espontânea. Também foram efetuadas aplicações de inseticida (Evidence<sup>®</sup> 700 WG) e fungicida (Dacobre<sup>®</sup>-PM) devido a manifestação da mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e ataque de Oídio (*Oidium* spp), sendo as aplicações realizadas de acordo com a recomendação estabelecida para a cultura.

As plantas foram conduzidas em ambiente protegido utilizando sombrite com redução da radiação solar de 30%.

Quando os frutos atingiram a completa maturação (72 dias após o transplântio), identificada por meio da coloração creme intensa, foram realizadas as coletas dos mesmos com posterior avaliação dos parâmetros de crescimento e qualidade.

## **2.1. Crescimento dos Frutos**

### **2.1.1. Massa fresca do fruto**

Os frutos foram pesados em balança semi-analítica para determinação de massa fresca dos mesmos, sendo os valores expressos em g planta<sup>-1</sup>.

### **2.1.2. Comprimento do fruto, diâmetro do bojo e do pescoço**

O comprimento do fruto foi medido utilizando régua graduada e expresso em cm. O diâmetro do bojo e do pescoço foram medidos através de paquímetro digital e expressos em mm.

## **2.2. Qualidade dos Frutos**

Para a maioria das análises químicas de qualidade dos frutos, utilizaram-se amostras da polpa compostas por uma fatia, retirada no sentido longitudinal, do ápice à extremidade posterior, homogenizada em multiprocessador para obtenção do suco.

### 2.2.1. Espessura da polpa no bojo e pescoço

A espessura da polpa no bojo foi obtida considerando-se a distância do pós-casca até a cavidade interna do fruto. Para a parte do pescoço do fruto, por ser totalmente preenchido por polpa, mediu-se na horizontal de uma extremidade a outra. Ambas as características foram medidas com paquímetro digital e expressas em mm.

### 2.2.2. Firmeza da polpa

O fruto foi dividido longitudinalmente em duas partes e em seguida foram realizadas duas leituras na região equatorial da polpa por meio de texturômetro - FRUIT HARDNESS TESTER, com profundidade de penetração de 2,0 cm, velocidade de 2,0 mm s<sup>-1</sup> e ponteira de 8 mm, sendo os resultados obtidos expressos em Newtons (N).

### 2.2.3. Sólidos Solúveis e Acidez Titulável

Os sólidos solúveis foram obtidos por meio de refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co., LTD., Japan), expressos em % (AOAC, 2006); Acidez Titulável (AT) foi determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), utilizando-se 5 mL de polpa homogeneizada e diluída em 50 mL de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1N, usando fenolftaleína como indicador ao ponto de viragem. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

### 2.2.4. Potencial hidrogeniônico

O pH foi determinado através de pHmetro digital de bancada utilizando-se leitura direta na polpa homogeneizada, conforme IAL (2008);

### 2.2.5. Açúcares Totais

Determinados de acordo com IAL (2008). Após diluição de 0,2 g da amostra de polpa em 100 mL de água destilada, tomou-se dessa solução uma alíquota de 0,15 mL

em tubo de ensaio juntamente com 0,85 mL de água e 2 mL de antrona, com posterior agitação da solução, em seguida colocou-se em banho maria à 100 °C por 5 minutos, após o resfriamento, efetuou-se as leituras em espectrofotômetro no comprimento de onda 620 nm. Os valores foram expressos em mg 100 g.

#### 2.2.6. Vitamina C

A vitamina C foi obtida através da agitação de 1 mL de suco diluído em 49 mL de ácido oxálico, procedendo à titulação com solução de DFI, conforme método de Tilman (AOAC, 2006), com resultados expressos em % ácido ascórbico.

#### 2.2.7. Carotenoides

Em carotenoides os pigmentos foram extraídos em acetona 80% e quantificados por espectrofotometria, como descrito por Lichtenthaler (1987), com algumas adaptações. Utilizou-se 200 mg de suco, mais 0,2 mg de carbonato de cálcio e posterior diluição em 5 mL de acetona. Em seguida, a amostra foi centrifugada por 10 min a 3.000 rpm e as leituras realizadas no sobrenadante a 470, 646 e 663 nm. Os valores foram expressos em µg/g de massa seca.

#### 2.2.8. Amido

O amido foi determinado conforme metodologia adaptada de Dubois et al. (1956) e Mccready et al., (1950). Coletou-se uma amostra de 500 mg da polpa que foi então macerada em 5 mL de etanol a 80% até formar uma mistura homogênea. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em tubos de ensaio e levadas a banho maria (80 °C) por 30 min. Depois de esfriarem, as amostras foram centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm e os sobrenadantes descartados. Ao resíduo, precipitado na base do tubo de ensaio, misturou-se 5 mL de ácido perclórico a 30%, agitou-se em vortex e manteve-se em repouso por 30 min, seguindo-se de centrifugação (programação anterior). Esse procedimento foi repetido por mais uma vez, sendo os sobrenadantes coletados em tubos de ensaio de 10 mL. Foram tomadas alíquotas de 0,1 e 0,5 mL dos extratos em tubos de ensaio com rosca, as quais foram completadas para 1 mL com água destilada e adicionadas de 2,5 mL do reagente antrona. Os tubos foram agitados e tiveram a

absorbância lida a 620 nm. A curva padrão para determinação dos teores de amido foi preparada com D-glicose considerando-se a solução padrão de glicose 100 µg de GLU/mL. Para as leituras no espectrofotômetro utilizou-se volumes de 3,0 mL, combinando-se solução de glicose (0, 300, 600, 900 e 1200 µL) e água destilada (3000, 2700, 2400, 2100, 1800 e 1500 µL), respectivamente. Utilizou-se absorbância de 490 nm, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

### **2.3. Análise Estatística**

Os dados referentes às variáveis mensuradas foram submetidos ao teste F, por meio de análise de variância e comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ), ambos realizadas no software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

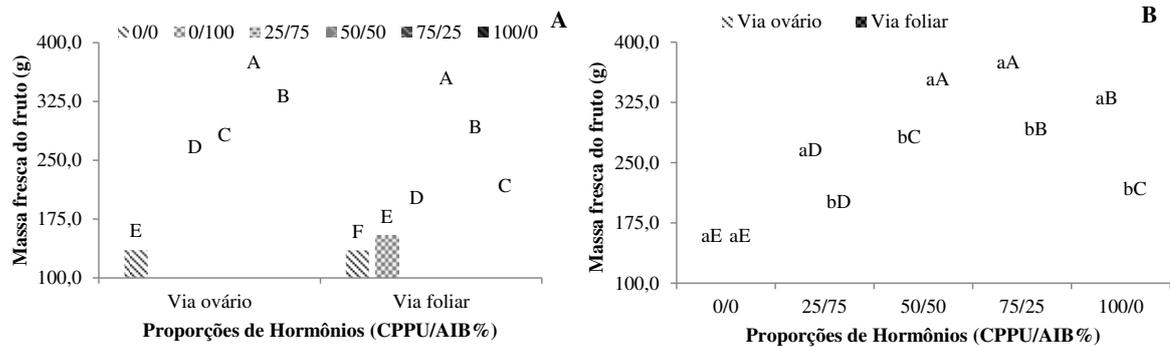
Todas as características de crescimento e qualidade do fruto apresentaram interação significativa entre os fatores: local de aplicação e proporções dos hormônios CPPU e AIB, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ), com exceção apenas para pH, que apresentou efeito isolado ( $p \leq 0,01$ ) para as proporções por via foliar (Apêndice A). Para o tratamento 0/100% (CPPU/AIB) via ovário, ocorreu o abortamento de todas as flores não sendo possível inserir este tratamento na análise estatística. Sendo assim, foram analisadas as proporções hormonais isoladamente dentro de cada local de aplicação, a fim de avaliar o 0/100% via foliar (Apêndice B e C). Na avaliação da interação considerou-se apenas as proporções 0/0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%, para ambos os locais de aplicação (Apêndice A).

Neste trabalho o uso de hormônios por via foliar na proporção 0/100%, ou seja, do uso isolado da auxina AIB, não provocou o abortamento de flores. Por outro lado, a aplicação diretamente no ovário causou o total abortamento, provavelmente a concentração aplicada foi alta para o ovário, sabe-se que o aumento da auxina pode induzir a síntese de etileno, o qual tem a abscisão como um dos seus principais efeitos à planta. Tem-se verificado em pepino que aplicação de auxina via foliar em altas concentrações induziu maior abortamento de flor do que o tratamento testemunha (GARCIA, 2017). Li et al. (2017), afirmam que a ausência de determinados hormônios, também pode causar o aborto de flores.

Para massa fresca do fruto, verificou-se efeito significativo para as proporções, quando avaliadas isoladamente em cada local de aplicação dos hormônios na planta (Figura 1A). Os maiores valores foram observados com o uso da proporção 75/25% quando aplicada via ovário com incremento de 61,50% sobre a testemunha e de 59,26% para a proporção 50/50% via foliar. Na interação proporção *versus* local da aplicação hormonal na planta, observou-se que a aplicação via ovário foi mais eficiente do que a via foliar com ganhos de 37,13%, 26,82% e 23,55%, respectivos, as proporções 100/0%, 25/75% e 75/25% (Figura 1B). No entanto, no uso da proporção 50/50% a aplicação via foliar mostrou superioridade de 22,07% em comparação a via ovário.

O comportamento dos reguladores é aparentemente modulado por sua via de aplicação e proporção utilizada, visto que, o incremento na massa fresca do fruto foi maior quando percentualmente os valores dos hormônios dentro da proporção foram equivalentes

por via foliar ou quando o CPPU foi elevado na proporção em relação ao AIB aplicado via ovário. A auxina é relevante para a padronização de frutos, enquanto que a citocinina está envolvida no crescimento da placenta e óvulos. Em outras palavras, ambos os reguladores podem atuar de forma simultânea ou dependente para a melhoria da produtividade (MARSCH-MARTÍNEZ et al., 2012).

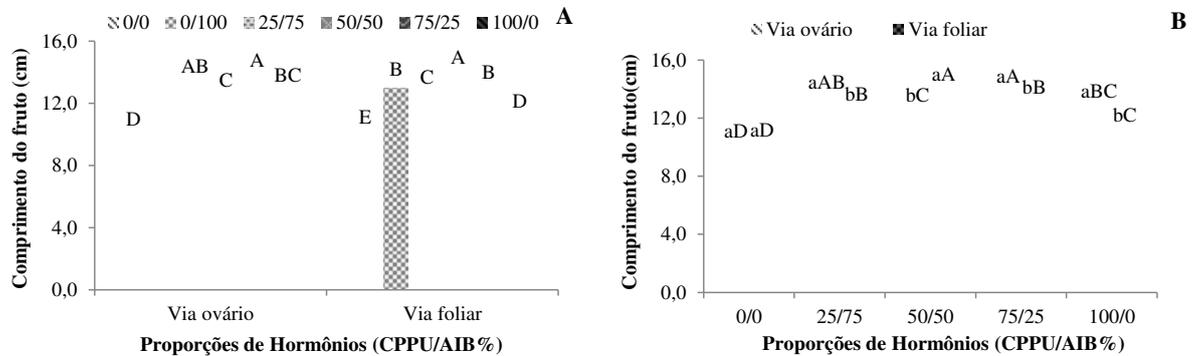


**Figura 1.** Massa fresca de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Tais resultados demonstram que o uso isolado e em maior proporção do CPPU por via foliar não favorece rendimentos satisfatórios para a massa fresca do fruto, todavia, se associado a 50% e 25% de AIB, via foliar e via ovário, respectivamente, há incremento significativo a esta variável. No desenvolvimento normal de frutos, os embriões e as sementes controlam a taxa e a manutenção da divisão celular, por meio da produção de hormônios vegetais como auxinas, giberelinas e citocininas. Logo, a aplicação exógena desses reguladores em proporções adequadas ocasiona melhor desenvolvimento do fruto (PEREIRA et al., 2014).

Para o comprimento do fruto, constatou-se aumento de 28,24% na proporção 50/50% aplicada via foliar e de 27,88% na 75/25% aplicada no ovário quando comparados os valores obtidos pela testemunha (Figura 2A). A maior discrepância no comprimento do fruto (13,33%) entre as vias de aplicação na planta foi verificada na proporção 100/0% (Figura 2B). Os hormônios vegetais aumentam o crescimento de frutos, pois alteram a produção e alocação de fotoassimilados durante o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, com maiores exigências nos níveis de auxina e citocinina durante a frutificação (KUMAR et al., 2014a). De acordo com Taiz et al. (2017), os fotoassimilados são preferencialmente transportados e acumulados em tecidos tratados com citocinina, originando uma nova relação fonte-dreno. Essa afirmativa corrobora com os resultados

obtidos neste trabalho, onde a aplicação do CPPU no ovário estimulou maior comprimento de fruto quando comparado com a aplicação via foliar.

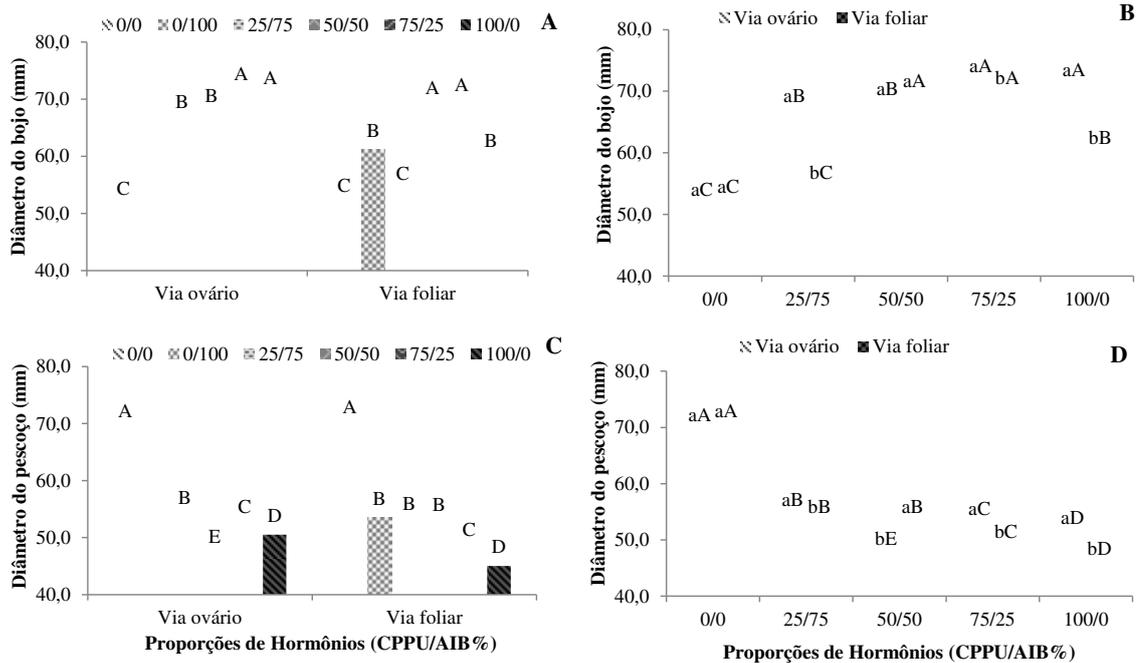


**Figura 2.** Comprimento de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Para o diâmetro do bojo observou-se aumento de 28,33% e 27,67% nas proporções 75/25% e 100/0% via ovário, respectivamente, em relação a testemunha (Figura 3A). Via foliar os maiores incrementos foram verificados nas proporções 75/25% e 50/50%, com valores respectivos a 25,50% e 24,92%, em comparação a testemunha. Na interação entre os fatores verificou-se que a aplicação via ovário se sobressaiu em relação à via foliar nas proporções 25/75 (18,91), 100/0 (15,76) e 75/25% (2,79%) (Figura 3B). Na proporção 50/50% não houve diferença significativa entre os locais de aplicação dos hormônios na planta.

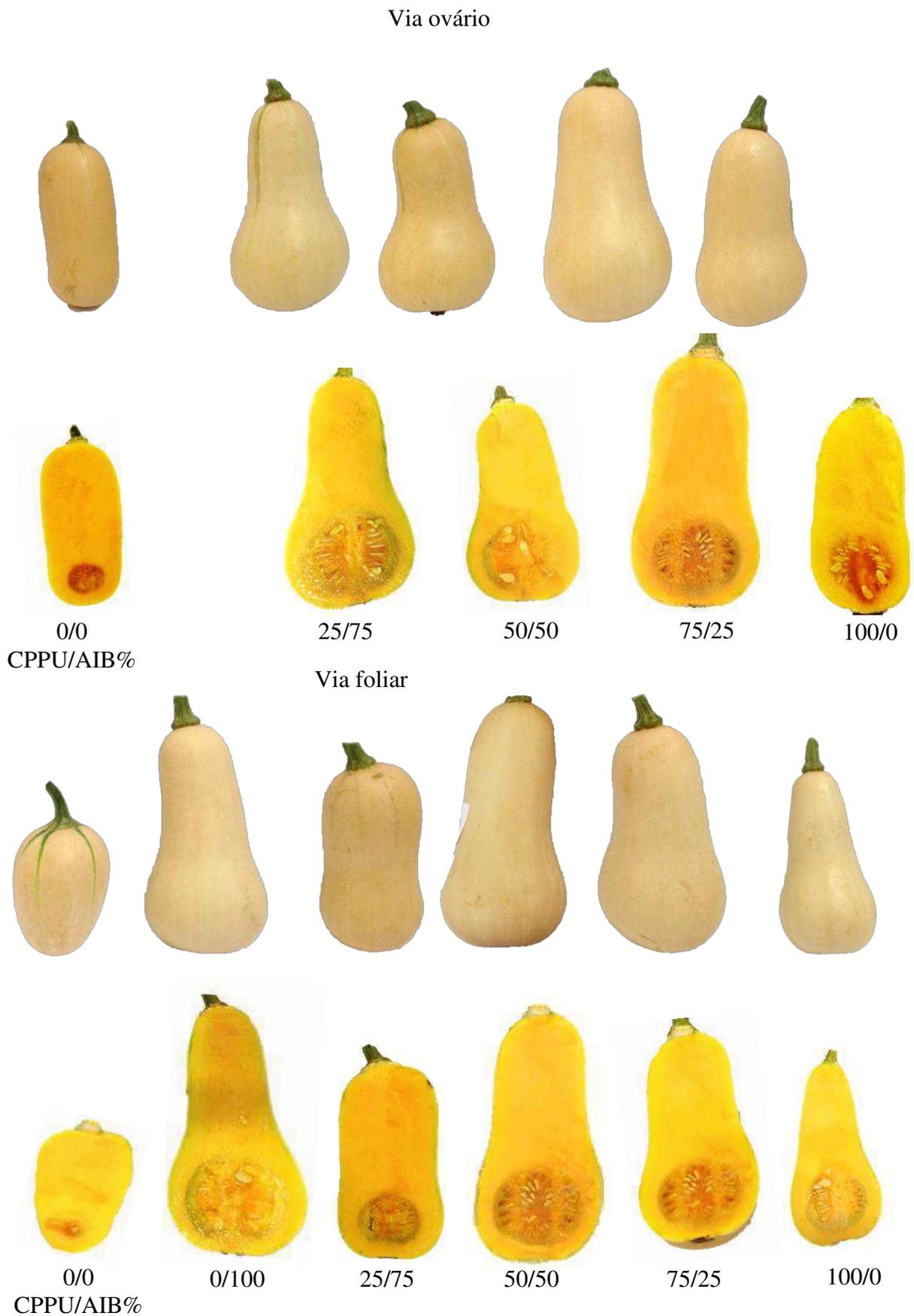
O diâmetro do pescoço diminuiu com a aplicação de hormônios, independentemente da proporção quando comparado a testemunha (0/0%), sendo o maior decréscimo (35,20%) verificado com o uso da proporção hormonal de 100/0% via foliar (Figura 3C). Na interação a aplicação via ovário apresentou superioridade em relação a via foliar em todas as proporções hormonais, exceto para a 50/50% (Figura 3D).

O uso do CPPU no ovário nas proporções 75/25 e 100/0% e foliar nas proporções 50/50 e 75/25% da concentração 2,5 mg L<sup>-1</sup> conferiram, portanto, acréscimos ao diâmetro do bojo e menores decréscimos ao diâmetro do pescoço. Acredita-se que o maior diâmetro do pescoço na testemunha deve-se a deficiência na polinização natural e formação das sementes, o que elevou desproporcionalmente o pescoço em relação ao bojo.



**Figura 3.** Diâmetro do bojo (A e B) e do pescoço (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

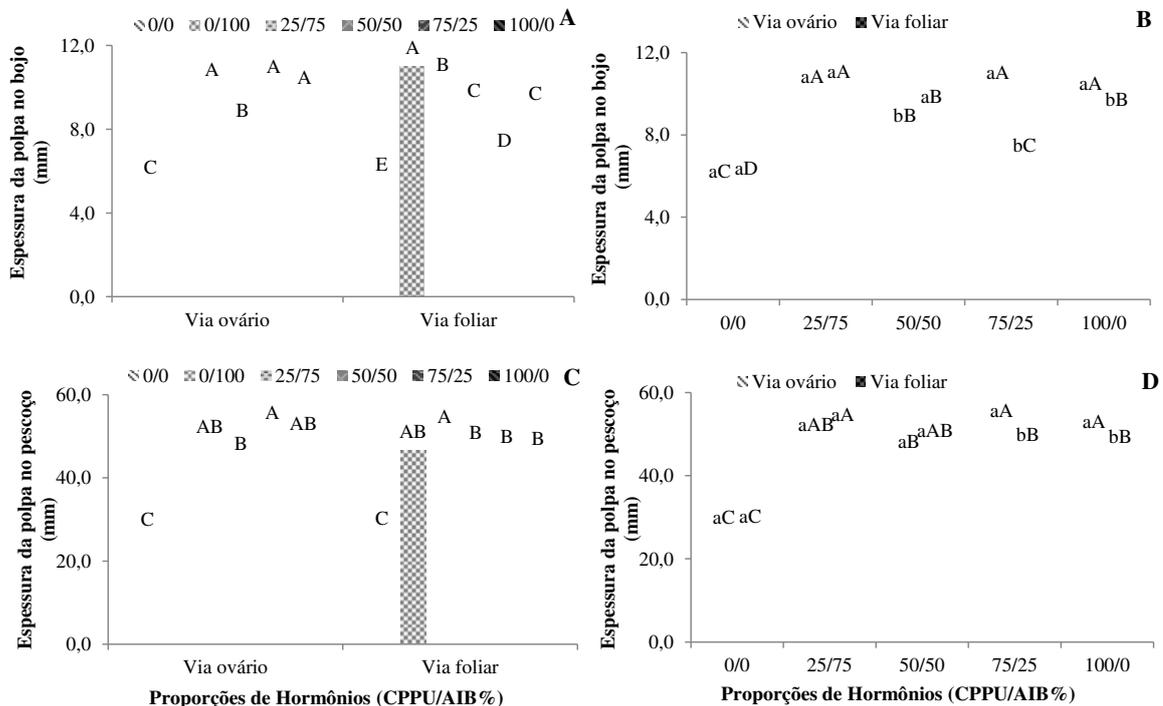
Comparando-se os frutos por aspectos visuais (Figura 4), é possível afirmar que cada tratamento influencia de forma diferenciada no formato dos mesmos, com grande deformidade por parte daqueles que receberam a polinização natural (0/0%). Também foi observado, que o aparecimento de flores masculinas foi retardado em 15 dias, dificultando a correta polinização dos agentes polinizadores e atrasando a formação dos frutos em plantas que não receberam os tratamentos hormonais, provavelmente pelas eventuais condições climáticas durante a condução do trabalho. Geralmente a planta apresenta altos teores de auxinas no grão de pólen encontrado no ovário, através dessa característica flores bem polinizadas tem alto crescimento do ovário, enquanto que as mal polinizadas tem ovários deformados (TAIZ et al., 2017).



**Figura 4.** Aspectos visuais de frutos de abóbora submetidos a proporções de hormônios sintéticos (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e via foliar. UFCG, Pombal-PB, 2019.

A maior elevação da espessura da polpa no bojo foi observada na proporção 0/100% via foliar com 50,65% de ganho em relação a testemunha (Figura 5A). Para a aplicação via ovário as proporções 25/75, 75/25 e 100/0%, estatisticamente iguais, aumentaram a espessura da polpa em até 47,70%. Na interação entre as proporções e locais de aplicação dos hormônios, verificou-se maior valor para aplicação de hormônios por via foliar em relação à via ovário apenas para a proporção 50/50% (Figura 5B). A maior diferença entre as vias de aplicação foi verificada na proporção 75/25%, com acréscimo de 34,97% por via ovário em comparação a foliar.

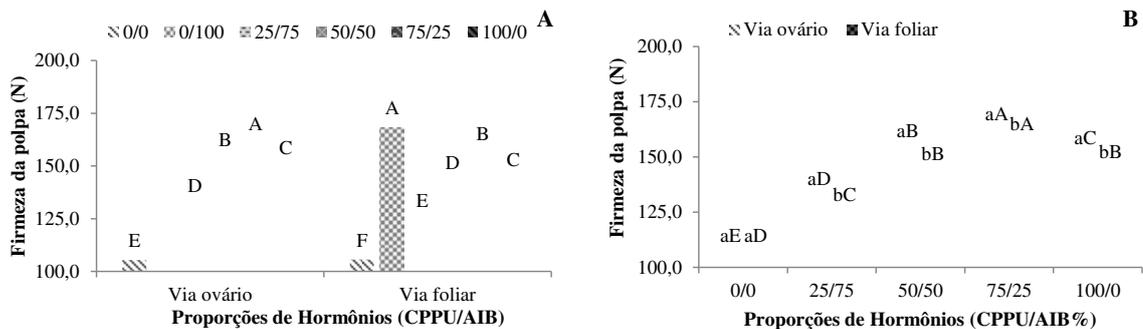
Todas as proporções hormonais, independentemente da via de aplicação elevaram a espessura da polpa no pescoço em comparação a testemunha (Figura 5C). Esses acréscimos foram de até 50,46%, alcançados com o uso do da proporção 75/25% via ovário e de 48,96% na proporção 25/75% via foliar. Diferenças entre as formas de aplicação na planta foram constatadas apenas com o emprego das proporções 75/25 e 100/0%, onde, a aplicação por via ovário promoveu aumento de 11,00 e 7,53%, respectivamente, sobre a aplicação foliar (Figura 5D).



**Figura 5.** Espessura da polpa no bojo (A e B) e no pescoço (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Segundo Ding et al. (2013), a aplicação foliar de CPPU pode favorecer seu acúmulo no pericarpo, levando a uma divisão celular ativa e aumento de células nessa região, e finalmente uma maior espessura em comparação com os frutos polinizados. No entanto, neste estudo o aumento da relação CPPU sobre AIB por via ovário mostrou-se mais eficiente quanto ao ganho de polpa. Por outro lado, o AIB por via foliar em maior proporção do que o CPPU apresentou resultado mais satisfatório.

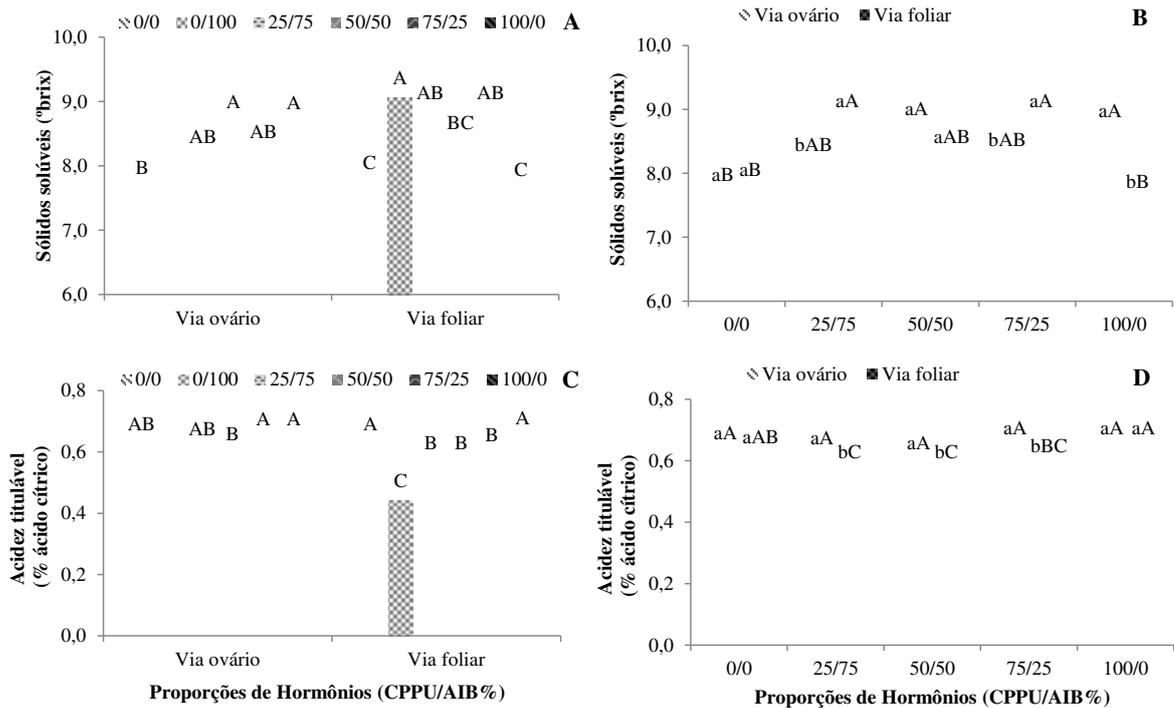
A firmeza da polpa aumentou com aplicação dos hormônios citocinina e auxina independentemente da proporção e do local de aplicação quando comparado com a testemunha (Figura 6A). O maior incremento foi de 37,21% na proporção 0/100% aplicado via foliar. Quando aplicado via ovário o maior incremento foi de 34,89% quando utilizou-se a proporção 75/25%. Para a interação entre os fatores estudados verificou-se diferença para firmeza do fruto em relação ao local de aplicação, com os maiores valores sendo observados quando as aplicações dos hormônios foram realizadas via ovário (Figura 6B). Nesta perspectiva o uso isolado de AIB por via foliar promoveu maior firmeza a polpa de frutos de abóbora, seguida da proporção 75/25% por ambas vias. Esta resposta é significativa, visto que, os frutos mais firmes são mais resistentes às injúrias mecânicas e tornam maior a vida útil pós-colheita. Conforme Chitarra e Chitarra (2005), a mudança na estrutura dos tecidos ocasionada pela menor firmeza de frutos pode comprometer a textura e o aroma, não sendo este efeito desejado.



**Figura 6.** Firmeza da polpa de frutos de abóbora (A e B) com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Os maiores valores no teor de sólidos solúveis totais foram obtidos na proporção 0/100% aplicada via foliar, com acréscimos de 14,49% em comparação com a testemunha (Figura 7A). Na aplicação via ovário a proporção 50/50% foi a que proporcionou maior incremento (11,84%), em relação a testemunha. Observou-se ainda

que para as proporções de hormônios 25/75 e 75/25% a aplicação via foliar foi superior quando comparada a aplicação via ovário (Figura 7B). Por outro lado, a proporção 100/0% aplicada via ovário se sobressaiu com acréscimo de 12,01% em comparação a aplicação via foliar. Conforme Kumar et al. (2018) o uso do 2,4-D (10 ppm) aplicado por via foliar também aumenta relativamente o teor de sólidos solúveis, sugerindo portanto, que auxinas assumem um papel importante no acúmulo de carboidratos.



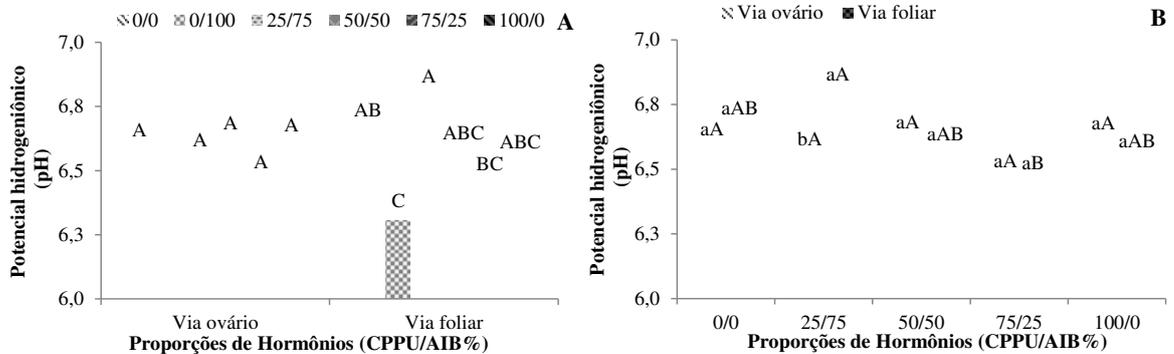
**Figura 7.** Sólidos solúveis (A e B) e acidez titulável (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Para o percentual de ácido cítrico, verificou-se maior redução de 29,75% na proporção 0/100% via foliar em comparação com a testemunha (Figura 7C). Ao tempo que, para a aplicação via ovário não foram observadas diferenças estatísticas entre a testemunha e as proporções hormonais. A maior diferença (8,13%) entre as formas de aplicação foi observada na proporção 75/25%, seguida da 25/75 e 50/50%, com valores superiores de acidez quando os hormônios foram aplicados via ovário (Figura 7D).

Possivelmente por o uso do AIB isoladamente via foliar ter promovido maior elevação dos sólidos solúveis foram ocasionadas maiores reduções da acidez, como afirmado por Seymour et al. (2013).

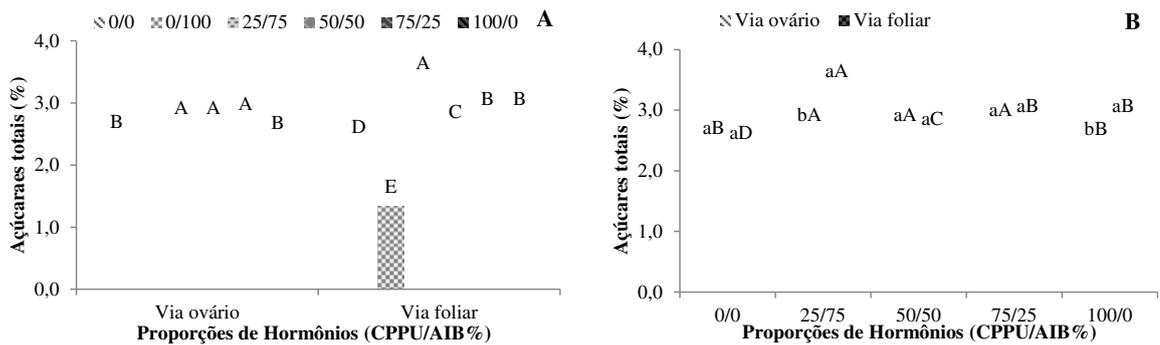
Uma maior redução da acidez também pode ser decorrente do aumento na concentração de etileno (SILVA et al., 2014). Efeito contrário ao deste estudo foi observado Ashraf et al. (2013), com o uso do 2,4-D de forma exógena, relatando que o mesmo eleva a acidez.

Para o pH verificou-se efeito significativo apenas nas proporções de hormônios aplicados via foliar, onde observou-se redução de 5,33% para a proporção 0/100% em comparação com a testemunha (Figura 8A). Mesmo não havendo diferença estatística significativa entre as diferentes formas de aplicação do hormônio na planta para a maioria das proporções aplicadas, observou-se uma pequena elevação (3,68%) dentro da escala de pH, na proporção 25/75% via foliar em relação a aplicação via ovário (Figura 8B).



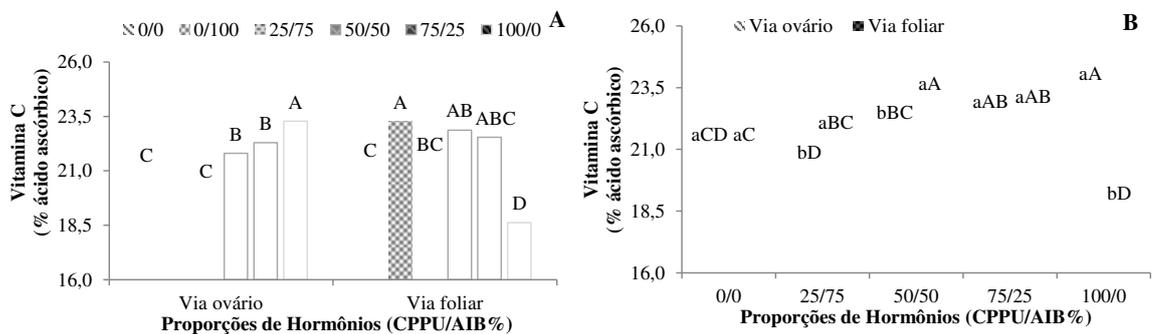
**Figura 8.** Potencial hidrogeniônico de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Houve acréscimo de 30,91% nos açúcares solúveis totais para a proporção 25/75% via foliar em relação a testemunha (Figura 9). Já para a proporção 0/100%, também aplicada via foliar houve redução de 41,86%. Na aplicação via ovário as proporções 75/25, 50/50 e 25/75%, estatisticamente iguais, também se constatou maiores ganhos em relação à testemunha (Figura 9A). A maior diferença entre as vias de aplicação foi identificada no uso da proporção 25/75% com aumento de 21,86% por via foliar em comparação a via ovário (Figura 9B). A associação de CPPU em 25% e de AIB em 75% por ambas vias otimizaram os teores de açúcares totais. Resultados divergentes foram obtidos por Qian et al. (2018), onde observaram que o teor de açúcares totais em pepino não foi significativamente afetado pelo uso de CPPU e ANA auxina sintética. Contudo, o aumento para este índice de qualidade pela adição de CPPU também foi constatado por Susila et al. (2013) em melancia.



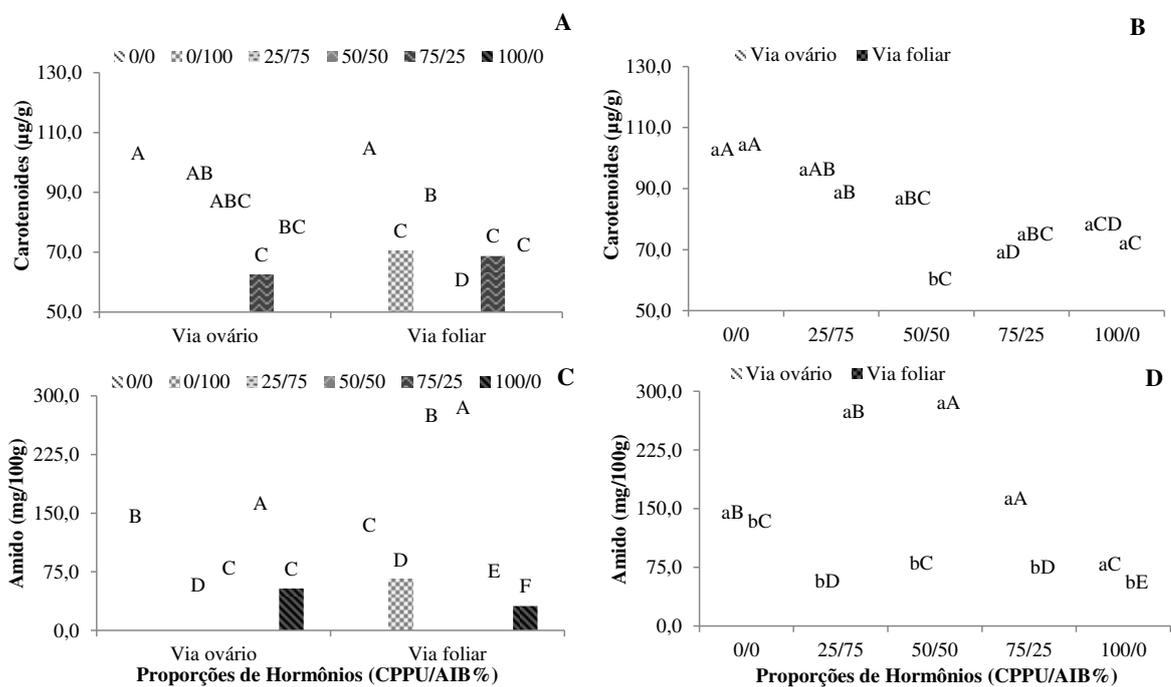
**Figura 9.** Açúcares totais de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

O maior valor no teor de vitamina C em percentual de ácido ascórbico foi obtido pelo uso da proporção 100/0% via ovário, com acréscimo de 10,53% em comparação a testemunha (Figura 10A). Também foram obtidos ganhos em até 9,47% por meio da proporção 0/100% via foliar, a qual dentro da mesma via não diferiu das proporções 50/50 e 75/25%. Na interação verificou-se maior discrepância entre as vias de aplicação (20%) pelo uso da proporção 100/0% via foliar em relação a via ovário (Figura 10B). De acordo com Kumar et al. (2014b), a aplicação do ANA (auxina sintética) eleva o teores de ácido ascórbico. Desta forma, acredita-se que o AIB pode ser usado como auxina sintética, para incrementação de índices de qualidade, principalmente com adição do CPPU na proporção. Contudo, altas concentrações desta auxina não são recomendadas à aplicação via ovário.



**Figura 10.** Vitamina C de frutos de abóbora (A e B), com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

Os valores de carotenoides foram reduzidos pela inserção dos tratamentos hormonais, exceto, na aplicação via ovário das proporções 25/75 e 50/50%, onde não houve diferenças estatísticas entre ambas e a testemunha (Figura 11A). Na interação entre os fatores estudados observou-se diferença significativa entre as vias de aplicação apenas na proporção 50/50%, com acréscimo de 32,63% para via de aplicação ovário em relação a foliar (Figura 11B). As concentrações neste estudo variaram entre 97,94  $\mu\text{g/g}$  (obtido pela testemunha) e 54,11  $\mu\text{g/g}$  (obtida pela proporção 50/50% via foliar). A inter-relação entre CPPU e AIB em iguais proporções por via foliar pode ter ocasionado uma degradação mais rápida no conteúdo de carotenoides do que pelo ovário.



**Figura 11.** Carotenoides (A e B) e amido (C e D) de frutos de abóbora com frutificação induzida por diferentes proporções de hormônios (CPPU/AIB%) aplicados via ovário e foliar. As letras sobre as colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam às diferentes proporções e as minúsculas comparam as vias de aplicação dentro de cada proporção hormonal.

O mesmo tratamento decorrente da maior perda de carotenoides foi também responsável pela maior concentração de amido (259,57 mg/100g), com ganho de 58,08%, ao tempo que o 100/0% o reduziu em 71,18%, ambos em contraste com a testemunha (Figura 11C). Para a aplicação via ovário a proporção 75/25% foi a que se sobressaiu em relação a testemunha, com 12,67% de aumento, enquanto que, a 25/75% foi a que mais reduziu (72,73%). Não obstante, observou-se elevada diferença (86,83%) entre as vias de aplicação na proporção 25/75%, seguida da 50/50% (78,88%), sendo que a medida que se

aumentou o CPPU e diminuiu-se o AIB a aplicação destas por via ovário apresentou maiores ganhos para amido do que por via foliar (Figura 11D).

Nardozza et al. (2017), afirmam que o uso de CPPU de forma exógena em kiwi reduziu as concentrações de amido e refletiu em perda da massa seca. Huang et al. (2016) e Mcadam et al. (2017) indicam que auxinas assumem um papel positivo na síntese de amido, não obstante, também interferem no amadurecimento dos frutos e no acúmulo de carotenoides (SU et al., 2015). Diante destes fatos, presume-se que a associação de citocinina e auxina, causam mudanças no metabolismo de frutos, capazes de diminuir os teores de carotenoides e aumentarem o amido, dependendo de suas proporções e sítio de ação.

#### 4. CONCLUSÕES

- O uso da proporção 0/100% via ovário não induz a frutificação em abóbora.
- As proporções 50/50% via foliar e 75/25% via ovário, respectivamente, foram as que mais incrementaram o crescimento e parâmetros de qualidade dos frutos.
- A aplicação do CPPU via foliar em maior concentração na proporção, diminui características de qualidade como: vitamina C, carotenoides e amido.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18<sup>a</sup> ed., Washington, USA: AOAC international, 2006. 201p.

ASHRAF, M.Y.; ASSHRAF, M.; AKHTAR, M.; MAHMOOD, K.; SALEEM, M. Improvement in yield, quality and reduction in fruit drop in Kinnow (*Citrus reticulata* B.) by exogenous application of plant growth regulators, potassium and zinc. **Pakistan Journal of Botany**, v.45, n.1, p.433–440, 2013.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed., Viçosa: UFV, 2008. 625p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2<sup>a</sup> ed., Lavras, MG: UFLA, 2005.783p.

DING, J.; CHEN, B.; XIA, X.; MAO, W.; SHI, K.; ZHOU, Y.; YU, J. Cytokinin-induced parthenocarpic fruit development in tomato is partly dependent on enhanced gibberellin and auxin biosynthesis. **PloS one**, v.8, n.7, p.1–17, 2013.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350–356, 1956.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109–112, 2014.

FERREIRA, T.A.; OLIVEIRA, C.R.; CHAVES, P.P.N.; MILHOMENS, K.K.B.; BARROS, H.B.; NASCIMENTO, I.R. Indução da frutificação partenocárpica de frutos em híbrido de abóbora japonesa com 2,4-D sob condições de temperatura elevada. **Nucleus**, v.14, n.1, p.145–152, 2017.

FIGUEIREDO, D.D.; BATISTA, R.A.; ROSZAK, P.J.; KÖHLER, C. Auxin production couples endosperm development to fertilization. **Nature Plants**, v.1, n.12, p. 1–6, 2015.

GARCIA, R.M. **Aplicación de Ácido Naftalenacético y 6 Benciladenina para el Control de Abortos en el Pepino (*Cucumis sativus* L.)**. 2017. 49p. Tese (Doutorado em Agrobiologia) - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México, 2017.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley, CA: California Agriculture Experiment Station, 1950. 32p.

HUANG, J.; LI, Z.; ZHAO, D. Deregulation of the OsmiR160 target gene OsARF18 causes growth and developmental defects with an alteration of auxin signaling in rice. **Scientific Reports**, v.6, n.29, p.1–14, 2016.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos**

Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4<sup>a</sup> ed., São Paulo, SP: IAL, 2008. 1020p.

KUMAR, R.; KHURANA, A.; SHARMA, A.K.; Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. **Journal of Experimental Botany**, v.65, n.16, p.4561–4575, 2014a.

KUMAR, R.; MISHRA, S.; SINGH, S. Improve the fruit setting and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.), cv. Bhagwa by spraying the plant growth regulators under Allahabad agro climatic conditions. **International Journal of Chemical Studies**, v.6, n.4, p.2209–2211, 2018.

KUMAR, S.; YADAV, A. L.; VISHWAKARMA, G.; YADAV, D. K. Effect of foliar feeding of nutrients and plant growth regulators on vegetative growth and yield of phalsa (*Grewia subinaequalis* D.C.). **Research in Environment and Life Sciences**, v.7, n.4, p.293–294, 2014b.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids**: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Ed.). *Methods in Enzymology*. London: Academic Press, 1987. 350-382p.

LI, J.; XU, J.; GUO, Q. W.; WU, Z.; ZHANG, T.; ZHANG, K. J.; CHENG, C. Y.; ZHU, P. Y.; LOU, Q. F.; CHEN, J. F. Proteomic insight into fruit set of cucumber (*Cucumis sativus* L.) suggests the cues of hormone-independent parthenocarpy. **BMC genomics**, v.18, n.1, p.896–910, 2017.

LIU, L.; WANG, Z.; LIU, J.; LIU, F.; ZHAI, R.; ZHU, C.; WANG, H.; MA, F.; XU, L. Histological, hormonal and transcriptomic reveal the changes upon gibberellin-induced parthenocarpy in pear fruit. **Horticulture Research**, v.5, n.1, p.1–13, 2018.

MARSCH-MARTÍNEZ, N.; REYES-OLALDE, J. I.; RAMOS-CRUZ, D.; LOZANO-SOTOMAYOR, P.; ZÚÑIGA-MAYO, V. M.; FOLTER, S. Hormones talking: Does hormonal cross-talk shape the *Arabidopsis gynoecium*. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, n.12, p.1698–1701, 2012.

MCADAM, E.L.; MEITZEL, T.; QUITTENDEN, L.J.; DAVIDSON, S.E.; DALMAIS, M.; BENDAHMANE, A.I.; THOMPSON, R.; SMITH, J.J.; NICHOLS, D.S.; URQUHART, S.; GÉLINAS-MARION, A.; AUBERT, G.; ROSS, J.J. Evidence that auxin is required for normal seed size and starch synthesis in pea. **New Phytologist**, v.216, n. 90, p.193–204, 2017.

MCCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables application to peas. **Analytical Chemistry**, v.22, n.5, p.1156–1158, 1950.

NARDOZZA, S.; BOLDINGH, H.L.; WOHLERS, M.W.; GLEAVE, A.P.; LUO, Z.; COSTA, G.; MACRAE, E.A.; CLEARWATER, M.J.; RICHARDSON, A.C. Exogenous cytokinin application to *Actinidia chinensis* var. *deliciosa* ‘Hayward’ fruit promotes fruit expansion through water uptake. **Horticulture Research**, v.4, n.43, p.1–11, 2017.

PEREIRA, M.C.T.; CRANE, J.H.; NIETSCHKE, S.; MONTAS, W.; SANTOS, M.A.

Reguladores de crescimento na frutificação efetiva e qualidade de frutos partenocárpicos de atemoia 'Gefner'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.4, p.281–289, 2014.

QIAN, C.; REN, N.; WANG, J.; XU, Q.; CHEN, X.; XIAOHUA, Q. Effects of exogenous application of CPPU, NAA and GA4+7 on parthenocarpy and fruit quality in cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Food Chemistry**, v.243, n.15, p.410–413, 2018.

RODRIGUES, A.; ARAÚJO, J. P. C.; GIRARDI, E.A.; SCARPARE, F.V.; SCARPARE FILHO, J. A. Aplicação de AG3 e CPPU na qualidade da uva 'Itália' em Porto Feliz-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.1–7, 2011.

SEYMOUR, G.B.; OSTERGAARD, L.; CHAPMAN, N.H.; KNAPP, S.; MARTIN, C. Fruit development and ripening. **Annual Review of Plant Biology**, v. 64, n.13, p.219–241, 2013.

SILVA, D.F.; ALVARENGA, A. A.; VILLA, F.; LIMA, A.J.B. Ensacamento de frutos sobre a qualidade e produtividade de novas cultivares e seleções de pêssego no sul de Minas Gerais. **Revista Agrarian**, v.7, n.26, p.530–540, 2014.

SU, L.; DIRETTO, G.; PURGATTO, E.; DANOUN, S.; ZOUINE, M.; LI, Z., ROUSTAN, J. P.; BOUZAYEN, M.; GIULIANO, G.; CHERVIN, C. Carotenoid accumulation during tomato fruit ripening is modulated by the auxin-ethylene balance. **BMC Plant Biology**, v.15, n.114, p.1–12, 2015.

SUSILA, T.; AMARENDER REDDY, S.; RAJKUMAR, M.; PADMAJA, G.; RAO, P.V. Studies on exogenous application of CPPU and GA on Yield, fruit quality characters and seedlessness in watermelon. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.9, n.2, p.132–136, 2013.

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

TAJIRI, N. S. **Atlas F1 Hybrid Butternut Squash: Technical bulletin ref.** SAKATA Seed Southern Sudamerica (Pty) Ltd. Disponível em: <<http://mcdonaldseeds.co.za/wp-content/uploads/2015/11/ATLAS.pdf>>. Acesso em 19 de Maio de 2018.

ZHANG, Z.; GAO, Z.; YUAN, Y.; DONG, J.; YUE, T. Transformation products elucidation of forchlorfenuron in postharvest kiwifruit by time-of-flight mass spectrometry. **Plos One**. v.12, n.9, p.1–18, 2017.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A-** Massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do bojo (DB), diâmetro do pescoço (DP), espessura da polpa no bojo (EPB), espessura da polpa no pescoço (EPP), firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares totais (AÇUCT), vitamina C (VITC), carotenoides (CAR) e amido (AMID), Tabela 1.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Interação entre proporções hormonais 0/0, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0% e vias de aplicação).

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		MFF	MSF	COMP	DB	DP
Bloco	3	1,23	0,39	0,04	1,47	1,42
APLIC (A)	1	14265,73**	40,51**	1,00**	225,35**	7,58**
PROP (P)	4	39583,82**	1732,77**	15,52**	452,04**	607,14**
A x P	4	11107,48**	527,79**	2,77**	86,27**	38,70**
Resíduo	27	7,18	0,33	0,10	1,54	0,46
C.V.		1,12	1,39	2,58	1,98	1,25
Média		239,57	41,40	12,05	62,76	53,94

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		EPB	EPP	FIRM	SS	AT
Bloco	3	0,11	5,86	0,02	0,04	0,001
APLIC (A)	1	3,48**	6,055 <sup>ns</sup>	316,17**	0,00001 <sup>ns</sup>	0,01**
PROP (P)	4	25,10**	771,73**	3488,88**	1,03**	0,01**
A x P	4	6,10**	27,23**	30,69**	1,02**	0,001"
Resíduo	27	0,12	4,66	0,30	0,18	0,000003
C.V.		4,13	5,05	0,40	5,18	3,83
Média		8,26	42,75	137,26	8,28	0,61

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		pH	AÇUCT	VITC	CAR	AMID
Bloco	3	0,04	0,01	0,98	27,74	28,33
APLIC (A)	1	0,02 <sup>ns</sup>	0,42**	1,41**	417,44*	36093,60**
PROP (P)	4	0,05 <sup>ns</sup>	0,42**	5,57**	1568,64**	16060,52**
A x P	4	0,03 <sup>ns</sup>	0,24**	11,86**	305,58**	39502,22**
Resíduo	27	0,03	0,01	0,48	68,45	19,28
C.V.		2,44	3,39	3,21	10,74	3,99
Média		6,58	2,64	21,47	77,03	109,95

\*\* , \* , " e <sup>ns</sup> significativo a 1%, 5%, 10% e não significativo, respectivamente, de probabilidade pelo teste F. F.V. – Fonte de Variação, G.L. – Grau de liberdade e C.V. – Coeficiente de Variação.

**APÊNDICE B-** Massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do bojo (DB), diâmetro do pescoço (DP), espessura da polpa no bojo (EPB), espessura da polpa no pescoço (EPP), firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares totais (AÇUCT), vitamina C (VITC), carotenoides (CAR) e amido (AMID), Tabela 2.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Isoladamente para a aplicação via ovário das proporções hormonais 0/0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%).

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		MFF	MSF	COMP	DB	DP
Bloco	3	7,14	0,50	0,85	1,30	1,86
PROP (P)	4	26344,75**	981,67**	8,67**	270,12**	286,05**
Resíduo	12	12,45	0,56	0,16	1,27	0,25
C.V.		1,37	1,77	3,24	1,73	0,91
Média		258,45	42,40	12,21	65,14	54,37

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		EPB	EPP	FIRM	SS	AT
Bloco	3	0,07	1,43	0,17	0,13	0,002
PROP (P)	4	16,24**	428,19**	1958,05**	0,72"	0,002*
Resíduo	12	0,18	6,74	0,55	0,26	0,001
C.V.		4,89	6,02	0,53	6,12	3,55
Média		8,56	43,14	140,07	8,28	0,62

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		pH	AÇUCT	VITC	CAR	AMID
Bloco	3	0,07	0,01	0,38	96,37	21,18
PROP (P)	4	0,02 <sup>ns</sup>	0,08**	6,20**	736,73**	8540,33**
Resíduo	12	0,03	0,01	0,14	109,16	13,38
C.V.		2,80	3,20	1,75	13,02	4,58
Média		6,56	2,53	21,66	80,26	79,91

\*\* , \* , " e <sup>ns</sup> significativo a 1%, 5%, 10% e não significativo, respectivamente, de probabilidade pelo teste F. F.V. – Fonte de Variação, G.L. – Grau de liberdade e C.V. – Coeficiente de Variação.

**APÊNDICE C-** Massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do bojo (DB), diâmetro do pescoço (DP), espessura da polpa no bojo (EPB), espessura da polpa no pescoço (EPP), firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares totais (AÇUCT), vitamina C (VITC), carotenoides (CAR) e amido (AMID), Tabela 3.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância das características de crescimento e qualidade de frutos de abóbora (Isoladamente para a aplicação via foliar das proporções hormonais 0/0, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0%).

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		MFF	MSF	COMP	DB	DP
Bloco	3	2,16	0,15	0,07	0,28	0,24
PROP (P)	5	22481,53**	1164,19**	8,43**	214,89**	287,83**
Resíduo	15	1,38	0,11	0,03	1,76	0,57
C.V.		0,56	0,85	1,39	2,19	1,41
Média		209,49	37,97	12,07	60,51	53,49

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		EPB	EPP	FIRM	SS	AT
Bloco	3	0,08	3,77	0,05	0,07	0,001
PROP (P)	5	17,94**	308,01**	2009,71**	1,46**	0,02**
Resíduo	15	0,06	3,17	0,15	0,10	0,0003
C.V.		3,0	4,13	0,28	3,74	2,81
Média		8,47	43,05	140,08	8,41	0,57

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		pH	AÇUCT	VITC	CAR	AMID
Bloco	3	0,02	0,01	0,53	12,16	49,12
PROP (P)	5	0,11**	1,77**	11,63**	917,90**	41358,76**
Resíduo	15	0,02	0,01	0,76	20,13	23,10
C.V.		2,04	3,59	4,02	6,13	3,77
Média		6,55	2,50	21,62	73,23	127,50

\*\* e <sup>ns</sup> significativo a 1% e não significativo, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.  
F.V. – Fonte de Variação, G.L. – Grau de liberdade e C.V. – Coeficiente de Variação.