**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Uso de fitorreguladores em pomar de abacateiro (*Persea americana* Mill.)
‘Hass’ cultivado em condições de sequeiro**

Bruna do Amaral Brogio

Dissertação apresentada para obtenção de título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2017**

Bruna do Amaral Brogio
Engenheira Agrônoma

**Uso de fitorreguladores em pomar de abacateiro (*Persea americana* Mill.) ‘Hass’
cultivado em condições de sequeiro**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof^ª. Dr^ª. **SIMONE RODRIGUES DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Brogio, Bruna do Amaral

Uso de fitorreguladores em pomar de abacateiro (*Persea americana* Mill.) 'Hass' cultivado em condições de sequeiro / Bruna do Amaral Brogio.
- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2017.

76 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Paclobutrazol 2. Uniconazole 3. Prohexadione-cálcio 4. Citocinina 5.
Ácido giberélico 6. Desenvolvimento vegetativo 7. Produção I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Roberto Brogio e Elisabel Maria do Amaral Brogio e a minha irmã Ana Paula do Amaral Brogio.

Ao meu noivo Renan Henrique Colli.

A minha orientadora Professora Simone Rodrigues da Silva.

Aos colegas da pós-graduação da fruticultura.

A todos os docentes pertencentes a área da fitotecnia.

Aos proprietários e funcionários da Fazenda Santa Cecília.

A todos os produtores de abacate.

A todos os profissionais do setor agropecuário.

AGRADECIMENTOS

A Deus pai de bondade, por me conceder a vida e iluminar passo a passo desta caminhada.

E em especial, agradeço minha mãe Elisabel Maria do Amaral Brogio, meu pai Roberto Brogio e minha irmã Ana Paula do Amaral Brogio por todo o incentivo, paciência e carinho durante a realização desta pesquisa e por estarem presentes em toda a minha vida.

Ao meu noivo, Renan Henrique Colli, que me acompanhou e me apoiou em todos os momentos, obrigada por todo o amor, companheirismo, força e apoio nesta jornada e me fazer sempre acreditar em mim mesma.

Agradeço de todo o coração a professora Simone Rodrigues da Silva pela orientação, aprendizado, paciência e carinho que teve por mim durante a realização deste trabalho.

Gratidão a pesquisadora e colega Tatiana Cantuarias-Avilés que me acompanhou, ensinou e tanto se dedicou a realização desta pesquisa.

A toda a equipe, tanto da pós-graduação, quanto da graduação que me auxiliaram durante a realização desta pesquisa, Sérgio, Lucas, Barbara, Edypol, Mariana, Isabela, Lígia, Rachel e Alexsander, obrigada!

Aos professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal da Esalq, que de alguma forma contribuíram para a execução desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Aos proprietários e funcionários da Fazenda Santa Cecília por toda a parceria, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Obrigada a todos pela contribuição.

EPÍGRAFE

*“...Da mão do nosso agrônomo a natureza floresce
A cada fruto colhido é um momento de prece
É da bondade divina que o alimento oferece...”*

(Tonico e Tinoco)

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTADE TABELAS.....	10
1.INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Panorama econômico da abacaticultura.....	15
2.2. Botânica e biologia floral do abacateiro.....	16
2.3. Cultivar Hass.....	18
2.4. Limitações do cultivo de abacate no Brasil.....	20
2.5. Uso de fitorreguladores na abacaticultura.....	21
2.5.1. Grupo dos triazóis: paclobutrazol e uniconazole.....	22
2.5.2 Grupo das acilciclohexanodionas: etil-trinexapac (TrixE) e prohexadione-cálcio (ProCa).....	25
2.5.3. Citocininas: 6-benziladenina (BA).....	26
2.5.4. Ácido Giberélico (GA ₃).....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Tamanho da planta.....	39
4.2 Crescimento vegetativo dos brotos acima da panícula.....	41
4.3 Produção de frutos.....	44
4.4 Tamanho e formato de frutos.....	50
4.5 Qualidade pós-colheita de frutos.....	57
5. CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	67

RESUMO

Uso de fitorreguladores em pomar de abacateiro (*Persea americana* Mill.) 'Hass' cultivado em condições de sequeiro

Embora o Brasil apresente grande potencial para a expansão da cultura do abacateiro, sobretudo devido as condições edafoclimáticas favoráveis, sua produção ainda é restrita no país, principalmente devido a fatores limitantes, como a não adoção do adensamento nos pomares comerciais e de manejos agrônômicos que favoreçam a produção e qualidade de frutos; a presença de *Phytophthora cinnamomi*, principal patógeno que afeta a cultura em todo o mundo; o fato da grande maioria dos pomares comerciais serem cultivados sob condições de sequeiro; e devido a fatores inerentes a ecofisiologia da planta, como vigor excessivo, baixa fixação de frutos e a dificuldade em controlar a alternância de produção. A aplicação de fitorreguladores é um manejo importante e com bons resultados, nos pomares comerciais dos principais países produtores, sendo esta uma técnica que visa melhorar a produtividade, incrementar o tamanho dos frutos, diminuir a alternância produtiva e reduzir o vigor vegetativo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de distintos fitorreguladores no desenvolvimento vegetativo, produção, eficiência e alternância produtiva, tamanho e formato de frutos e na qualidade pós-colheita de abacateiros 'Hass' não irrigados. Entre 2013 e 2016, foram avaliados sete tratamentos via pulverização foliar: T1: água (testemunha); T2: 250 mg.L⁻¹ Viviful® (68,75 mg.L⁻¹ prohexadione-cálcio); T3: 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4: 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5: 1% Moddus® (0,25% etil-trinexapac); T6: 1250 mg.L⁻¹ MaxCel® (25 mg.L⁻¹ 6- benziladenina) aplicados no florescimento; e T7: 125 mg.L⁻¹ ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico) aplicado no início do mês de dezembro antes da segunda queda natural de frutos. O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, com 7 tratamentos, 4 repetições e 2 plantas por parcela. Nos distintos tratamentos foram avaliados: tamanho da planta; crescimento dos brotos de primavera; produção, tamanho e formato de frutos e a qualidade pós-colheita. Os fitorreguladores utilizados não afetaram significativamente o desenvolvimento vegetativo, a eficiência produtiva e a produção de frutos, bem como não influenciaram na qualidade pós-colheita dos mesmos. O inibidor de giberelina uniconazole (T4) foi o responsável por reduzir significativamente o crescimento dos brotos de primavera durante os três anos de avaliações. A citocinina 6-benziladenina (T6) reduziu de forma significativa a alternância produtiva de abacateiros 'Hass' enquanto o uniconazole (T4), prohexadione-cálcio (T2) e 6-benziladenina (T6) aumentaram significativamente o tamanho dos frutos. A maioria dos fitorreguladores utilizados modificaram o formato dos frutos, tornando-os mais arredondados, com destaque para o efeito do etil-trinexapac (T5). A aplicação dos distintos fitorreguladores se apresentam inconstantes ao longo dos anos de pesquisa e não afetam número, produção de frutos (Kg.planta⁻¹) e eficiência produtiva de abacateiros 'Hass' não irrigados.

Palavras-chave: Paclobutrazol; Uniconazole; Prohexadione-cálcio; Citocinina; Ácido giberélico; Desenvolvimento vegetativo; Produção

ABSTRACT

Use of plant growth regulators in 'Hass' avocado (*Persea Americana* Mill.) orchards under rainfed conditions

Although Brazil presents great potential for the expansion of the avocado crop, especially due to the favorable edaphoclimatic conditions, its production is still restricted in the country, mainly due to limiting factors, such as the non-adoption of high-density plantings in commercial orchards and agronomic managements to support high fruit yield and quality; the presence of *Phytophthora cinnamomi*, the main pathogen affecting avocados around the world; the fact that most of the commercial orchards are grown under rainfed conditions; and also due to factors that are inherent to the tree's ecophysiology, such as the excessive vigor, low fruit set and difficulty in controlling the alternate bearing. Plant growth regulators (PGRs) have become important management tools in the commercial orchards of the main producer countries for improving yields, increasing fruit size, reducing alternate bearing and reducing vegetative vigor. The aim of this research was to evaluate the effect of different PGRs on vegetative growth, fruit yield, yield efficiency and alternate bearing, fruit size and shape, and post-harvest quality of 'Hass' avocados non-irrigated. Between 2013 and 2016, seven treatments were evaluated by foliar sprays : T1: water (control); T2: 250 mg.L⁻¹ Viviful® (68,75 mg.L⁻¹ prohexadione-calcium); T3: 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4: 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5: 1% Moddus® (0,25% trinexapac-ethyl); T6: 1250 mg.L⁻¹ MaxCel® (25 mg.L⁻¹ 6-benzyladenine) all applied in full bloom; and T7: 125 mg.L⁻¹ ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ gibberelic acid) applied at the beginning of December, before the second natural fruit drop. The experiment was conducted in a randomized block design with seven treatments, four replications and two plants per plot. The following variables were evaluated: tree size, spring shoot growth, fruit yield, size and shape and post-harvest fruit quality. The applied PGRs did not significantly affect tree size, yield efficiency and fruit yield, nor did they influence the post-harvest fruit quality. Uniconazole (T4) was responsible of a significant shortening of spring shoots during the three years of evaluations. The cytokinin 6-benzyladenine (T6) significantly reduced alternate bearing of 'Hass' avocado trees. Spring sprays of uniconazole (T4), prohexadione-calcium (T2) and 6-benzyladenine (T6) significantly increased fruit size. Most of the PGRs modified –fruit shape of 'Hass' avocados to a more rounded format, with trinexapac-ethyl (T5) showing a stronger effect. The application of the different PGRs are inconsistent throughout the years of research and do not affect fruit number and yield (kg.tree⁻¹) and yield efficiency of non-irrigated 'Hass' avocados.

Keywords: Paclobutrazol; Uniconazole; Prohexadione-calcium; Cytokinin; Gibberelic acid; Vegetative growth; Yield

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sintomas de danos por frio em abacate ‘Hass’	35
Figura 2 – Escala de sintomas de danos das lenticelas em abacates ‘Hass’	36
Figura 3 – Desordens fisiológicas em abacates ‘Hass’. Danos por pardeamento da polpa do fruto (a); Danos por escurecimento dos feixes vasculares na polpa do fruto (b).....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de calibres do abacate ‘Hass’ definidas pela massa média do fruto comercializado no mercado europeu.....	33
Tabela 2 - Altura (m), diâmetro paralelo (m), diâmetro perpendicular (m) e volume de copa médio (m ³) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.....	40
Tabela 3 - Comprimento médio de 5 brotos (cm) por planta de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2013 a 2015.....	43
Tabela 4 - Número médio e acumulado de frutos/planta, produção média e acumulada (kg.planta ⁻¹) e eficiência produtiva e média (Kg.m ⁻³) (2014 e 2016) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.....	48
Tabela 5 - Índice de Alternância Produtiva (IAP) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, período de 2014/2016.....	49
Tabela 6 - Massa média (gramas), comprimento médio (mm), diâmetro médio (mm) e relação C:D médio de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos nos anos de 2014 a 2016 e na média dos anos de 2014/2016. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP.....	54
Tabela 7 - Porcentagem da distribuição de calibres de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.....	56
Tabela 8 - Coloração da casca (0-5), danos das lenticelas (0-5) e firmeza da polpa (N) de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, no início (dia 0), 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 5°C e 85% UR. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.....	59
Tabela 9 - Coloração da casca (0-5) e firmeza da polpa (N) de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado e mais 5 dias em temperatura ambiente para cada data, respectivamente. Laboratório de Pós-Colheita. ESALQ/USP, 2014/2016.....	60
Tabela 10 - Desordens fisiológicas em frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, no início (dia 0), 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 5°C	

e 85% UR. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.....	62
Tabela 11 - Desordens fisiológicas em frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado e mais 5 dias em temperatura ambiente para cada data, respectivamente. Laboratório de Pós- Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.....	63

1. INTRODUÇÃO

O abacate é um fruto consumido mundialmente. Destaca-se como maior produtor mundial o México, que apresentou uma produção de 1.467.102 toneladas (t) no ano de 2013. Já o Brasil, neste mesmo ano, ocupou a nona posição no ranking mundial dos principais produtores de abacates, exibindo uma produção de 157.482 t, distribuídas em 9.664 hectares (ha). Dentre a área cultivada, houve maior concentração dos pomares nas regiões Sudeste (71,3%), Sul (14,7%) e Nordeste (8,0%), respectivamente (AGRIANUAL, 2016).

A produção do abacateiro no Brasil ainda é restrita, embora o país tenha grande potencial para expandi-la, principalmente por apresentar condições edafoclimáticas favoráveis. Entre os fatores limitantes ao cultivo estão a suscetibilidade da cultura a *Phytophthora cinnamomi* (SILVA et al., 2011), o cultivo em sequeiro e a falta de manejos agrônômicos que favoreçam a produção e qualidade dos frutos (PEREIRA, 2015).

Entre as técnicas culturais disponíveis para melhorar a produção de abacates está a aplicação de fitorreguladores, uma técnica importante, adotada nos pomares comerciais dos principais países produtores, que resultam na melhoria da produtividade, incremento no tamanho dos frutos e redução do vigor vegetativo (LOVATT, 2005).

Diversas pesquisas realizadas em pomares irrigados de abacateiros da cultivar Hass demonstraram a efetividade do uso de fitorreguladores no período do florescimento, resultando em incrementos na produção e no tamanho de frutos (WOLSTENHOLME; WHILEY; SARANAH, 1990; WHILEY et al., 1991; ERASMUS; BROOKS, 1998; PENTER et al., 2000), sendo este um manejo muito difundido em países como Austrália, Nova Zelândia, Chile e África do Sul (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013).

A falta de trabalhos que comprovem a validação do uso de fitorreguladores em abacateiros sob condições de sequeiro, cultivo que predomina no Brasil, motivou a realização desta pesquisa, que objetivou avaliar seus efeitos no desenvolvimento vegetativo, produção, eficiência e alternância produtiva, tamanho e formato de frutos e na qualidade pós-colheita de abacateiros ‘Hass’.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Panorama econômico da abacaticultura

A produção mundial de abacates apresentou uma expansão de 139% nos últimos 20 anos, atingindo um total de 4,7 milhões de toneladas em 2013, distribuídas em 516.485 ha (FAO, 2016). Destacaram-se como os principais países produtores neste mesmo ano, México, com produção de 1.467.102 t, República Dominicana (387.546 t), Colômbia (303.340 t), Peru (288.387 t), Indonésia (276.311t), Quênia (191.505 t), Estados Unidos (175.226 t), Chile (164.750 t), Brasil (157.482 t) e Ruanda (148.823 t). Em âmbito nacional, a área cultivada ocupou 9.664 ha, apresentando uma produção média de 157.482 t e colocando o país na nona posição do ranking mundial. Dentre a área cultivada, houve maior concentração dos pomares nas regiões Sudeste (71,3%), Sul (14,7%) e Nordeste (8,0%), respectivamente (AGRIANUAL, 2016).

Os principais países exportadores de abacate são México, Peru, Holanda, Chile, Espanha, África do Sul, Estados Unidos, Quênia e Nova Zelândia (AGRIANUAL, 2016). O México além de maior produtor (responsável por 31% da produção mundial), é o maior exportador do fruto, representando 59% dos valores globais (PAZ-VEGA, 2015). Embora reduzidas, as exportações brasileiras de abacate foram de 2.700 t no ano de 2010, movimentando US\$ 3.126.434,00, sendo a 10ª fruta mais exportada no país nesse ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF, 2016). As cultivares de abacate produzidas no Brasil apresentam épocas de maturação distintas ao longo do ano, mas é no período de outubro a janeiro que a baixa oferta do fruto eleva os preços de venda no mercado.

No ano de 2010 o consumo por habitante (hab) ano de abacate no México foi de 9,0 quilogramas (Kg), enquanto que em Israel este consumo ficou na faixa de 5,0 kg/hab/ano, seguido do Chile com 4,5 kg/hab/ano e dos Estados Unidos com 2,0 kg/hab/ano (NAAMANI, 2011).

Estima-se que o consumo médio anual de abacates pelo México no ano de 2012 tenha sido na ordem de 850.000 t. Isto se deve ao fato que a maior parte da produção de abacates deste país é consumida internamente, sendo um alimento básico na maioria dos lares mexicanos (FLORES, 2012).

No Brasil, o abacate é consumido como sobremesa, batido com leite e açúcar, resultando assim, num baixo consumo do fruto em comparação aos outros países que o utilizam em pratos salgados. Esse tipo de consumo, reflete numa baixa demanda pelo fruto,

que está na média de 301 gramas (g) por habitante por ano, se comparado aos europeus, que apresentam um consumo médio de 1.500 g/hab/ano, predominando o consumo na forma de saladas e pratos salgados, além disso, os benefícios de se consumir o fruto são mais difundidos aos europeus, que aos brasileiros (PUTTI; GÓES; CAETANO, 2014).

Embora o abacate seja um fruto popularmente conhecido por ser rico em gorduras, sua composição em gorduras monoinsaturadas age combatendo o colesterol LDL, o chamado colesterol ‘ruim’ com consequente ação benéfica ao coração. Além disso, a extração de óleo da polpa do abacate é uma opção entre as diversas formas de processamento industrial. Segundo Oliveira et al. (2013) o óleo de abacate se assemelha ao azeite de oliva, podendo ser empregado na indústria de cosméticos e alimentícia. Neste sentido, estratégias de marketing são necessárias no Brasil para promover a divulgação dos benefícios que o consumo do fruto proporcionam a saúde e as variadas maneiras de consumo, como seu uso em pratos salgados, por exemplo.

2.2. Botânica e biologia floral do abacateiro

O abacateiro pertence à família Lauraceae, que compreende cerca de 50 gêneros e 3000 espécies, sendo *Persea* o seu gênero que está formado pelas espécies *Persea schideana*, *Persea pallescens* e *Persea americana*. A esta última, pertencem as três raças hortícolas do abacateiro, que são consideradas cultivares botânicas ou espécies separadas (CHANDERBALI et al., 2013).

Deste modo, o abacateiro apresenta três raças hortícolas, a saber: Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Antilhana (*Persea americana* var. *americana*) e Guatemalense (*Persea americana* var. *guatemalensis*), cada qual, conforme seus distintos centros de origem apresentam características peculiares (MACIEL, 2008). No entanto, também se pode referir ao abacateiro como *Persea americana* Mill. A maior parte das cultivares comerciais de abacates, são híbridos das espécies ou raças mexicana, antilhana e guatemalense. A possibilidade da hibridação tantos entre raças como entre híbridos, proporcionou ao abacateiro condições de adaptação a diversas condições de clima e solo (DONADIO, 1995).

O abacateiro apresenta porte médio a elevado (NACHTIGAL, 2003), podendo atingir até 25 metros de altura em plantas originárias de sementes. A copa pode apresentar-se ereta e quando espalhada, os ramos inferiores possuem a tendência natural de se direcionarem no sentido do solo. Em plantas oriundas de sementes, cultivadas sob condições de sequeiro em solos profundos e arejados, o sistema radicular é relativamente bem desenvolvido, com

raízes pivotantes que podem atingir de 5 a 6 metros de profundidade. Essas mesmas plantas sob condição de irrigação ou chuvas bem distribuídas, possuem 80% do sistema radicular localizado a menos de 1 metro de profundidade, podendo ocorrer o afloramento de radicelas. Em plantas oriundas de mudas enxertadas, formam-se diversas raízes principais e secundárias, que não se aprofundam no solo (KOLLER, 2002).

As plantas possuem folhas simples, inteiras e alternadas, com pecíolo curto, apresentando diversas formas, desde largamente ovaladas a lanceoladas (MACIEL, 2008; SIMÃO, 1998). As brotações novas possuem pêlos e podem variar de cor, dependendo da raça (MACIEL, 2008), mas geralmente são avermelhadas.

As flores são hermafroditas, verde-amareladas de aproximadamente 1 centímetro de diâmetro. As panículas podem atingir até 200 flores, as quais se originam de gemas florais terminais ou subterminais. Há gemas florais de crescimento indeterminado e outras de crescimento determinado (DONADIO, 1995), sendo que na primeira ocorre a emissão de um ramo vegetativo acima da panícula floral, enquanto que na segunda, isto não ocorre.

O abacateiro apresenta um fenômeno de comportamento floral denominado dicogamia protogínica. Dicogamia é o termo utilizado para designar a falta de coincidência cronológica na maturação do gineceu em relação ao androceu e dependendo do período desse comportamento, convencionou-se classificar as cultivares de abacateiro nos grupos A e B. No grupo A, as flores se abrem femininas no período da manhã, quando o estigma está receptivo ao grão de pólen. Próximo ao meio dia, as flores se fecham e retornam a abertura no período da tarde do dia seguinte, ocasião em que as anteras liberam os grãos de pólen, no entanto, o estigma já não está mais receptivo. Neste caso, em condições normais, o ciclo das flores das cultivares do grupo A é de 36 horas, desde a primeira abertura até o término da liberação do pólen. Nas cultivares do grupo floral B, as flores se apresentam femininas após ao meio dia, quando o estigma está receptivo ao grão de pólen. Ao final do dia, as flores se fecham e retornam a se abrir na manhã do dia seguinte, ocasião em que as anteras liberam o grão de pólen, quando o estigma já não está mais receptivo. Para este grupo, a duração do ciclo floral é de 24 horas (KOLLER, 1992).

Devido ao comportamento floral do abacateiro, é de suma importância a presença de insetos polinizadores na cultura (MENDONÇA; MEDEIROS, 2011). O principal agente polinizador dos abacateiros são as abelhas, dentre elas destaca-se como espécie predominante a *Apis mellifera* (CHAPMAN, 1964). Para garantir a eficiência da polinização e consequente sucesso na produção de frutos, em cultivos comerciais de abacateiro recomenda-se o plantio intercalar entre as cultivares de ambos grupos florais. Entretanto, as flores do abacateiro

tendem a não seguir um padrão de florescimento, pela variação da quantidade de luz incidente, portanto, sempre haverá disponibilidade de pólen suficiente para garantir uma boa produção de frutos, até mesmo em plantios de uma única cultivar (MALERBO-SOUZA et al., 2000).

O abacate possui dois ou mais fluxos de crescimento vegetativo por ano. Fluxos de crescimento vegetativo e reprodutivo são de intensidades e durações variáveis e sua ocorrência é induzida por fatores ambientais, manejos agronômicos e quantidade de frutos presentes na planta (SALAZAR-GARCÍA et al., 2007b).

O fruto do abacateiro é do tipo baga, com pericarpo delgado, grosso ou quebradiço, apresenta um mesocarpo carnoso, região comestível, podendo variar entre 5 a 30% o teor de óleo, e uma semente recoberta pelo endocarpo. O fruto dispõe de inúmeras variações de cores, formatos, tamanhos, tipo de casca, polpa, sementes e, dependendo das raças e cultivares seu peso pode variar de 50 g a 2,5 Kg. O início da produção pode ocorrer a partir dos três anos de idade em plantas enxertadas, ou apenas aos oito anos de idade em plantas sobre pé-franco (MENDONÇA; MEDEIROS, 2011).

No cultivo comercial do abacateiro no Brasil, agrupam-se as cultivares para exportação e para consumo interno. Diferentemente dos outros países produtores, as cultivares de exportação tem menor aceitação no mercado interno, enquanto as destinadas ao consumo interno, baseiam-se em seleções locais, que geralmente produzem frutos grandes e com baixo teor de óleo (DONADIO, 1995), características opostas as cultivares destinadas à exportação.

No Brasil, praticamente todas as cultivares destinadas ao consumo interno são híbridos das raças antilhana e guatemalense com destaque para ‘Geada’, de maturação precoce (janeiro a fevereiro), ‘Fortuna’ e ‘Quintal’ de maturação de meia estação (abril a julho), ‘Margarida’ (agosto a novembro) e ‘Breda’ (setembro a dezembro) de maturação tardia. ‘Hass’ é a principal cultivar destinada à exportação, principalmente pelo menor tamanho e alto teor de lipídeos dos frutos (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

2.3. Cultivar Hass

‘Hass’ é considerada a principal cultivar em âmbito internacional, por apresentar um ótimo padrão de qualidade de frutos, constituindo cerca de 90% do comércio de exportação de abacates no mundo. O abacateiro ‘Hass’ é cultivado principalmente em regiões de clima subtropical e em locais de altas altitudes, em região de clima tropical (CRANE et al., 2013).

No ano de 2010 o cultivo de ‘Hass’ representou cerca de 96% da produção de abacates da Nova Zelândia, 85% da Califórnia, 90% do México, 57% do Peru, 75% do Chile e da Espanha, 80% da Austrália, 58% da África do Sul e 35% da produção de frutos de abacates de Israel (CRANE et al., 2013).

A cultivar Hass é comercializada no mercado nacional sob a denominação de ‘avocado’ (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005), porém não é bem aceita pelos consumidores brasileiros, sobretudo pela coloração da casca arroxeada (KOLLER, 1992; DONADIO, 1995) e devido ao seu alto teor de lipídeos (DONADIO, 1995), o que não torna agradável seu consumo com leite e açúcar (PUTTI; GÓES; CAETANO, 2014).

A árvore apresenta porte ereto e uma certa sensibilidade ao frio (KOLLER, 1992; RAMOS; SAMPAIO, 2008). É sensível a baixa umidade, principalmente em locais de ventos secos e quentes (RAMOS; SAMPAIO, 2008). Esta cultivar é pertencente ao grupo floral A. O fruto é de tamanho médio, pesando de 140 a 400 gramas, de formato oval-piriforme, casca grossa e rugosa, o que lhe confere ótima resistência ao transporte. Exibe uma coloração verde da casca que ao progresso da maturação se torna arroxeada. A polpa é desprovida de fibras, expressando de 18 a 22% de óleo. O caroço é pequeno, esférico e aderente a polpa (KOLLER, 1992; DONADIO, 1995).

É um híbrido entre a raça mexicana e guatemalense, embora apresente características predominantes do parental guatemalense (DONADIO, 1995). ‘Hass’ é considerada uma cultivar altamente produtiva, apresentando uma produção precoce e regular. Tende a produzir um grande número de frutos de pequeno tamanho, inferior a 200 gramas, sobretudo em regiões com predominância de climas quentes e estressantes (CRANE et al., 2013). Cossio-Vargas et al. (2008) enfatizam o correto planejamento e a execução de práticas de manejo adequadas, para reduzir o problema de produzir frutos de menor tamanho.

A cultivar Hass exibe a interessante característica de reter o fruto na planta mesmo após atingir a maturação comercial, podendo ser colhido ao longo do tempo (DONADIO, 1995). Mickelbart et al. (2007) afirmam que os frutos podem se manter na planta, por aproximadamente 6 a 7 meses, podendo até mesmo permanecer por 10 meses após atingida a maturação, isto é, dependendo das condições ambientais e das exigências do destino de mercado. Os autores mencionam que na região costeira do sul da Califórnia, a colheita de ‘Hass’ se estende desde meados de novembro ao mês de agosto do ano seguinte, permanecendo na planta por até 9 meses.

O crescente consumo de frutos desta cultivar pela preferência dos consumidores, resultou num número de seleções do tipo ‘Hass’ que vem sendo lançadas no mercado

internacional, com diferentes épocas de colheita que ampliam o período de comercialização. Estas correspondem a mutações espontâneas encontradas em pomares comerciais de ‘Hass’ ou são resultados de programas de melhoramento genético como ‘Carmen’, ‘Gem’, ‘Harvest’, ‘Lamb Hass’, ‘Maluma’ e ‘Lavi’ (CRANE et al., 2013).

2.4. Limitações do cultivo de abacate no Brasil

Embora o Brasil apresente excelentes condições edafoclimáticas para a produção de abacates, a ampliação do cultivo é limitada por vários fatores, como a não adoção do adensamento nos pomares comerciais (MENZEL; LAGADEC, 2014) e de manejos agrônômicos que favoreçam a produção e qualidade de frutos (PEREIRA, 2015); a presença de *Phytophthora cinnamomi*, principal patógeno que afeta a cultura em todo o mundo (SILVA et al., 2011); fatores inerentes a ecofisiologia da planta, como vigor excessivo, baixa fixação de frutos e a dificuldade em controlar a alternância de produção (WHILEY et al., 1988) e o fato da grande maioria dos pomares comerciais serem cultivados sob condições de sequeiro.

A chave para uma produção bem sucedida é o manejo adequado da cultura (WOLSTENHOLME; WHILEY, 1989; WHILEY et al., 1988) segundo as fases do seu ciclo fenológico. Thorp, Anderson e Camilleri (1995) afirmaram que é necessário o plantio em condições adequadas e a realização de práticas como poda, irrigação, adubação e pulverização, em fases específicas de emissões de fluxos vegetativos e reprodutivos. As aplicações de fertilizantes e o controle de *Phytophthora cinnamomi* devem ser feitas na época de crescimento das raízes.

No entanto, além dos problemas de manejo, o abacateiro também apresenta fatores inerentes a sua própria ecofisiologia que limitam sua produtividade. É muito comum os abacateiros apresentarem alternância produtiva (ano ‘ON’ / ano ‘OFF’) (SALAZAR-GARCÍA; LORD; LOVATT, 1998; MANDEMAKER et al., 2005; LOPEZ-JIMENEZ et al., 2011; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011). Há indícios que este fenômeno é inerente a natureza polícarpica destas plantas (MONSELISE; GOLDSCHMIDT, 1982). No ano ‘ON’ ocorre uma inibição correlativa entre os hormônios auxina e citocinina nas gemas que produzem os brotos vegetativos de verão/outono, inibindo a brotação das gemas de primavera do ano seguinte, o qual tenderá a ser um ano ‘OFF’ (LOPEZ-JIMENEZ et al., 2011).

Outra dificuldade encontrada, que afeta a produtividade da cultura, é a competição que ocorre entre o fluxo de crescimento vegetativo que cresce acima da panícula de flor em

inflorescências indeterminadas, com a fixação e o crescimento inicial dos frutos (SYMONS; WOLSTENHOLME, 1990). De acordo com Wolstenholme e Whiley (1989), esta competição, principalmente por carboidratos, nutrientes minerais e água ocorre a favor dos brotos vegetativos, limitando o potencial produtivo dos abacateiros. Por isso é necessário realizar o controle do vigor vegetativo, para melhorar a fixação de flores e frutos e incrementar a produtividade.

Outro fator a ser considerado é a altura das plantas. Os abacateiros são naturalmente vigorosos, o que reflete em gastos excessivos para sua manutenção (BEN-YA'ACOV; MICHELSON, 1995) e numa baixa produção de frutos (BONINO; MANDIOLA; ANTOGNOLI, 2011), afinal o crescimento vegetativo abundante tende a deixar a copa da planta cada vez mais alta e internamente sombreada, resultando em baixa fixação e menor tamanho e qualidade de frutos (PENTER et al., 2000; LEONARDI, 2001). A poda é um manejo que permite a renovação das brotações e favorece a iluminação do dossel, porém ao ser podado, o abacateiro emite novas brotações muito vigorosas que não apresentam flores, contribuindo para uma menor produtividade (STASSEN; SNIJDER; DONKIN, 1999).

Devido às dificuldades de produção e a necessidade de aumentar o rendimento da cultura, uma técnica que vem sendo adotada em países produtores de abacate com bons resultados, é a aplicação de fitorreguladores, utilizados para manipular o florescimento, frutificação, qualidade de frutos e o desenvolvimento vegetativo (LOVATT, 2005).

2.5. Uso de fitorreguladores na abacaticultura

Pesquisas sobre as respostas dos abacateiros aos fitorreguladores têm sido bastante estudadas nos últimos 25 anos (MENZEL; LAGADEC, 2014). Trabalhos realizados em pomares irrigados de abacateiros 'Hass' apontaram a eficácia da aplicação de fitorreguladores durante o florescimento para aumentar produção e o tamanho de frutos (WOLSTENHOLME; WHILEY; SARANAH, 1990; WHILEY et al., 1991; ERASMUS; BROOKS, 1998; PENTER et al., 2000), sendo este um manejo muito difundido em países como Austrália, Nova Zelândia, Chile, Estados Unidos e África do Sul (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013).

Entre os fitorreguladores mais utilizados na produção de abacateiros no mundo estão os triazóis: paclobutrazol e uniconazole; as acilciclohexanodionas: prohexadione-cálcio, o ácido giberélico e as citocininas (ADATO, 1990; WOLSTENHOLME; WHILEY;

SARANAH, 1990; CUTTING, 1993; LEONARDI, 2005; LOVATT, 2005; MENZEL; LAGADEC, 2014).

Os triazóis e as acilciclohexanodionas pertencem a classe dos fitorreguladores inibidores da biossíntese de giberelinas, que são hormônios vegetais reguladores da altura da planta e seus níveis estão geralmente relacionados com o comprimento do caule, mas também desempenham papel importante em vários outros fenômenos fisiológicos, como na iniciação floral e estabelecimento do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Estes fitorreguladores são comumente aplicados em plena floração, pois possuem a característica de inibirem o crescimento do broto vegetativo que é emitido acima da panícula floral, induzindo desta forma, a transferência dos fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos e não para o broto vegetativo. Se aplicados em rebrotos de poda, também são capazes de interromper o crescimento dos mesmos por um período de tempo, contribuindo assim para a redução do vigor (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1987; ADATO, 1990; MANDEMAKER et al., 2005; ATUCHA, 2006).

O fitorregulador etil-trinexapac (TrixE) pertencente à classe das acilciclohexanodionas apresentou efeito positivo na supressão de brotações em mangueiras (MOUCO, 2008), mas não há relatos de seu uso em abacateiros.

Outras duas classes de fitorreguladores também utilizadas no cultivo do abacateiro são o ácido giberélico e as citocininas, geralmente aplicadas em plena floração ou no desenvolvimento inicial dos frutos (GREENE et al., 1992), com capacidade de aumentar a frutificação, o tamanho de frutos e consequentemente o rendimento da cultura (LOVATT, 2005; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011).

2.5.1. Grupo dos triazóis: paclobutrazol e uniconazole

Grande parte dos fitorreguladores utilizados em plantas são representados pelo grupo dos retardantes de crescimento vegetal, conhecidos por atuar na inibição da biossíntese de giberelinas de crescimento ativo (RADEMACHER, 1997). Os inibidores de giberelinas são muito utilizados no cultivo de abacateiros em diversos países produtores (FINAZZO; DAVENPORT, 1987) com efeitos bem conhecidos na cultura (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1989; ADATO, 1990; PENTER et al., 2000; WOLSTENHOLME, WHILEY; SARANAH, 1990). Dentro deste grupo, paclobutrazol (Cultar®) e uniconazole (Magic® ou Sunny®) estão registrados para o uso em abacateiros na Austrália, Chile, Israel, Nova Zelândia e África do Sul (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013).

O paclobutrazol e o uniconazole são inibidores da monooxigenase dependente do citocromo P450, desta forma bloqueiam os três passos da oxidação do ent-caureno ao ácido ent-caurenóico, precursor do ácido giberélico (GRAEBE, 1987; RADEMACHER, 1997; UPRETI et al., 2013). Em resposta, ocorre a inibição do crescimento vegetativo, processo que transcorre concomitantemente à formação de frutos, o que consequentemente irá promover a redistribuição dos fotoassimilados às inflorescências e aos frutos (WOLSTENHOLME; WHILEY; SARANAH 1990; ATUCHA, 2006).

Tanto o uso do paclobutrazol, quanto o de uniconazole via pulverização em plena floração, podem incrementar a produtividade do abacateiro (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013). Em Israel, Adato (1990) verificou para plantas de 10 anos da cultivar Fuerte, que a aplicação de paclobutrazol na concentração de 0,8% em plena florada, culminou em um incremento significativo de aproximadamente 97% no número médio de frutos por planta, se comparado a testemunha não tratada.

Vuthapanich et al. (1995) registraram acréscimos significativos na produção e no número médio de frutos, com peso médio superior a 300 gramas, em um pomar irrigado de abacateiros ‘Hass’ com 7 anos de idade, pulverizados com paclobutrazol na concentração de 1% em plena floração. Os autores reportaram uma produção média de 38,6 kg.planta⁻¹ e um número médio de 139 frutos de abacate por planta nesta categoria de calibre, enquanto que a testemunha exibiu uma produção média de 11,6 kg.planta⁻¹ e o número médio de 44 frutos por árvore.

Na média de três safras consecutivas de um pomar de abacateiro ‘Hass’ irrigado na Austrália, Whiley et al. (1991) registraram em relação a testemunha que a aplicação de paclobutrazol na concentração de 0,065% aumentou a produção em 43%, enquanto que a concentração de 0,125% aumentou não só a produção (40%), mas também o tamanho de frutos em 11%, enquanto a concentração de 0,25% aumentou em 14% o tamanho de frutos.

No Peru, Leandro, Ramirez e Cajachagua (2015) reportaram para um pomar de abacateiros ‘Hass’ no quarto ano de produção, um incremento significativo de 18% no número médio de frutos, quando pulverizados com 0,375% de paclobutrazol em plena florada e após vinte dias da primeira aplicação, quando comparado à testemunha.

Além dos efeitos de paclobutrazol no rendimento da cultura, há registros do encurtamento de ramos vegetativos, que ocorrem concomitantemente com o florescimento. Na África do Sul, Köhne e Kremer-Köhne (1987) reportaram para abacateiros ‘Hass’ irrigados, de 19 anos de idade, uma redução significativa de 43% no comprimento dos brotos acima das panículas de inflorescências indeterminadas, assim como um incremento

significativo na retenção de frutos na planta, após aplicação via pulverização foliar de paclobutrazol na concentração de 0,4% em pleno florescimento.

Num experimento conduzido na Austrália, em abacateiros ‘Hass’ irrigados, de 7 anos, Wolstenholme, Whiley e Saranah (1990) registraram uma redução significativa de 40% no comprimento dos fluxos vegetativos de primavera e um aumento significativo de 20% no tamanho médio de frutos, quando as plantas foram pulverizadas com paclobutrazol em plena flor nas concentrações de 1 e 2% do ingrediente ativo (i.a), respectivamente.

O uniconazole, registrado como Magic® (Israel) ou como Sunny® (Austrália, Chile, Nova Zelândia e África do Sul), também tem sido utilizado para aumentar a produção e melhorar o tamanho dos frutos em abacateiros (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013). Num experimento conduzido na África do Sul, Erasmus e Brookes (1998) verificaram em relação à testemunha, um incremento significativo de 24% na massa de frutos de abacateiros ‘Hass’ quando as plantas foram pulverizadas no florescimento com 0,05% de uniconazole.

Em outro estudo conduzido na África do Sul, Penter et al. (2000) registraram que a aplicação de 0,035% de uniconazole via pulverização foliar na plena florada de um pomar de abacateiros ‘Hass’ irrigado, com 3,5 anos de idade, dobrou a produção (Kg.planta^{-1}) de frutos em relação ao tratamento controle não pulverizado, que foi de $28 \text{ kg.planta}^{-1}$ e $14 \text{ kg.planta}^{-1}$, respectivamente. No Brasil, Cantuarias-Avilés et al. (2016) também verificaram um incremento significativo de 25% na massa média de frutos de abacateiros ‘Margarida’ não irrigados, utilizando a mesma concentração de uniconazole e época de aplicação, quando comparados a testemunha.

Na Austrália, em um pomar de abacateiros ‘Hass’ irrigados, de 6 anos de idade, Leonardi (2005) reportou nos dois anos de aplicação de 0,05% de uniconazole no florescimento, o acréscimo significativo de 24 e 30 g, respectivamente em cada ano de aplicação, na massa média dos frutos, quando comparados com a testemunha não pulverizada. Mena et al. (2003) utilizando a mesma concentração e época de aplicação do trabalho de Leonardi (2005) também registraram o efeito do fitorregulador uniconazole no tamanho médio de abacates ‘Hass’, em um pomar irrigado no Chile, verificando um incremento de 22% na massa média de frutos, em relação a testemunha.

No Brasil, há diversos relatos do uso de antigiberélicos na cultura da mangueira, como o paclobutrazol (SOTO et al., 2004; CARDOSO et al., 2007; MOUCO; ONO; RODRIGUES, 2010; CHATZIVAGIANNIS et al., 2014) que possui registro no país,

uniconazole (SILVA et al., 2010) apenas para experimentação, e uma escassez de registros do uso destes fitorreguladores na cultura do abacateiro.

2.5.2. Grupo das acilciclohexanodionas: etil-trinexapac (TrixE) e prohexadione-cálcio (ProCa)

O grupo das acilciclohexanodionas que compreende os compostos etil-trinexapac e prohexadione-cálcio também são fitorreguladores inibidores da biossíntese de giberelinas (RADEMACHER, 1997). O etil-trinexapac conhecido comercialmente como Moddus®, é um fitorregulador largamente utilizado como retardante vegetal, com ação no desenvolvimento das plantas, redução da altura e do alongamento de ramos (DIAS, 2014).

Embora não haja registros do uso de TrixE em abacateiros, em outras frutíferas há confirmação do seu efeito. Mouco (2008) reportou que a concentração de 1,2% do i.a. de TrixE, aplicado via pulverização em pleno florescimento da mangueira cv. ‘Tommy Atkins’, promoveu o encurtamento dos ramos em 30,2%, quando comparado ao tratamento controle não pulverizado. Na macieira ‘Eva’, Lopes, Oliveira e Silva-Matos (2012) registraram a redução do comprimento dos ramos em até 18% em relação a testemunha, quando o TrixE foi aplicado via pulverização no final do verão, nas concentrações de 2 a 5% do i.a, confirmando o efeito inibidor de crescimento deste fitorregulador. Dias (2014) verificou a redução da altura de figueiras tratadas após a poda, com a pulverização de TrixE na concentração de 0,1%.

Em contrapartida, o fitorregulador ProCa é amplamente difundido na cultura do abacateiro com vários registros do seu uso (MANDEMAKER et al., 2005; ATUCHA, 2006; GARNER et al., 2011; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011) assim como em outras frutíferas (ATUCHA, 2006; DIAS, 2014).

Segundo Lovatt (2003) prohexadione-cálcio é usado em abacateiros para inibir o crescimento vegetativo que ocorre acima da inflorescência indeterminada, reduzindo assim, a competição existente entre o desenvolvimento dos frutos e dos brotos, sendo considerado uma alternativa ao uso do paclobutrazol, por resultar em efeitos similares no abacateiro (LOVATT, 2004).

De acordo com Rademacher (1997; 2000) as acilciclohexanodionas possuem estruturas similares ao ácido 2-oxiglutárico, um substrato das dioxigenases que catalisam as etapas finais da formação do ácido giberélico. Tais fitorreguladores bloqueiam particularmente a 3 β -hidroxilação, inibindo assim a formação de giberelinas altamente ativas a partir de precursores inativos. Deste modo, menos giberelinas ativas são formadas e as

plantas tratadas com tais substâncias permanecem compactas. Num pomar irrigado de abacateiros 'Hass' na Califórnia, Zheng, Khuong e Lovatt (2011) reportaram um incremento significativo médio de 1,3 Kg de frutos a mais por planta em relação a testemunha, de peso médio igual ou superior a 270 gramas, quando pulverizado com 125 mg.L⁻¹ de prohexadione-cálcio em pleno florescimento. Nestas mesmas condições de clima, concentração e época de aplicação do fitorregulador ProCa, Lovatt (2003) também registrou efeito na produção e número médio de frutos, da categoria de calibres entre 206 a 262 g, num pomar de abacateiro 'Hass' irrigado na Califórnia. A autora registrou a produção de 5,05 kg.planta⁻¹ e 14 o número médio de frutos por planta para esta categoria de calibres, enquanto que a testemunha exibiu os valores de 2,12 Kg.planta⁻¹ e 6 frutos, respectivamente.

No Chile, Atucha (2006) verificou que abacateiros 'Hass' irrigados, de 6 anos de idade, pulverizados com 125 mg.L⁻¹ de ProCa em plena floração, apresentaram um acréscimo de 7 a 8% no peso médio de frutos, se comparados a testemunha não pulverizada. Na Califórnia, Lovatt (2004) reportou um acréscimo de 5% no comprimento médio de frutos de abacateiros 'Hass' irrigados em relação ao controle, com a mesma concentração de ProCa utilizada por Atucha (2006), aplicada nos estágios de couve-flor e plena antese.

2.5.3 Citocininas: 6-benziladenina (BA)

A 6-benziladenina faz parte do principal grupo das citocininas sintéticas, com a interessante característica de ser considerada um composto de pouco risco ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito a frutíferas, pois o modo de ação deste fitorregulador é condizente com a função endógena das citocininas nas plantas superiores (BUBÁN, 2000).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), as citocininas participam na regulação de muitos processos fisiológicos e no desenvolvimento dos vegetais, estando intimamente relacionada aos processos de divisão celular, incluindo a senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, quebra da dormência de gemas, assim como em outros aspectos do desenvolvimento vegetal.

A primeira identificação das citocininas se deu com a descoberta do composto cenetina, que originou a primeira citocinina sintética, a molécula 6-furfurilaminapurina. Com o passar dos anos, descobriu-se que a zeatina é a citocinina de maior ocorrência natural nos vegetais, e embora seja a predominante, existem outras estruturas de aminopurinas que são representantes da atividade de citocinina nos vegetais. Essas aminopurinas diferem da zeatina pela natureza da cadeia lateral ligada na posição N⁶. Geralmente, a maioria dos compostos

sintéticos que imitam a ação das citocininas nas plantas, possuem uma substituição no N⁶ da aminopurina, como é o caso do composto 6-benziladenina (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De acordo com Bubán (2000), as principais utilidades da BA em fruteiras, são aumentar o potencial de cultivo por atuar no raleio de frutos, resultando em frutos de maior calibre. Outros efeitos da BA incluem, aumento do tamanho de frutos na colheita (ELFVING, 1989; GREENE; AUTIO, 1989; GREENE et al., 1992) e frutos de formato mais alongados (UNRATH, 1974). O uso do fitorregulador 6-benziladenina é muito difundido em diversas frutíferas, particularmente na macieira onde há diversos registros do seu efeito (UNRATH, 1974; ELFVING, 1989; GREENE; AUTIO, 1989; GREENE et al., 1992; BUBÁN, 2000) e também na cultura do abacateiro (LOVATT, 2005; LOVATT; SALAZAR-GARCÍA, 2006; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011).

Num pomar de abacateiros ‘Hass’ na Califórnia, Lovatt (2005) reportou um incremento significativo de 85% na produção acumulada (kg.planta⁻¹) de abacates (270-325 g) em relação ao tratamento controle após 3 anos consecutivos da aplicação de 25 mg.L⁻¹ de BA via pulverização foliar no período da antese. Zheng, Khuong e Lovatt (2011) também reportaram um aumento significativo na produção acumulada de pomares irrigados de abacateiros ‘Hass’ (≥ 270 g) na Califórnia, com idade variando entre 7 a 12 anos, após 3 anos consecutivos de tratamento com 25 mg.L⁻¹ de BA pulverizado em plena florada, que apresentaram uma produção média de 35 kg de frutos.planta⁻¹, enquanto que os abacateiros não tratados, exibiram uma produção média de 18 kg de frutos.planta⁻¹.

Lovatt e Salazar-García (2006), verificaram um acréscimo significativo na produção de frutos num pomar de abacateiros ‘Hass’ de 6 anos de idade, também na Califórnia, após pulverização foliar de 25 mg.L⁻¹ de BA na antese, que exibiu uma produção média de 6 kg.planta⁻¹ de peso médio entre 270 a 446 gramas, enquanto que a testemunha apresentou uma produção média de 2,5 kg.planta⁻¹ de frutos nesta mesma faixa de peso.

2.5.4. Ácido giberélico (GA₃)

As giberelinas biologicamente ativas, atuam como reguladores essenciais modulando várias respostas no desenvolvimento das plantas (BARRERA, 2014) como por exemplo na germinação de sementes, na transição para o florescimento, no desenvolvimento do pólen, no comprimento do caule, além de promover o estabelecimento e o crescimento de alguns frutos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Somente as giberelinas biologicamente ativas podem cumprir com

tais funções, já as giberelinas não bioativas existem no tecido vegetal atuando como precursoras das formas bioativas (BARRERA, 2014).

Na cultura do abacateiro há respostas comerciais importantes do uso do ácido giberélico (WHILEY, WOLSTENHOLME; FABER, 2013). O ácido giberélico, registrado comercialmente como ProGibb®, é utilizado em frutíferas graças ao seu potencial em manipular o florescimento, seja inibindo-o ou atrasando-o e na frutificação atua incrementando o tamanho dos frutos, reduzindo abscisões precoces e retardando a maturação dos mesmos (LOVATT, 2005). Salazar-García, Cossio-Vargas e Gonzáles-Durán (2007) também relataram o efeito do GA₃ sobre o crescimento e aumento da biomassa de frutos de abacateiros, quando aplicado diretamente sobre os mesmos em desenvolvimento.

Monterroso (2010) afirmou que a aplicação de GA₃ via pulverização foliar, nas concentrações de 20 a 25 mg.L⁻¹ do i.a no estágio de couve-flor em abacateiros ‘Donnie’ e ‘Hardee’, resultaram em acréscimos de até 35% na massa e número de frutos por planta, se comparados ao controle não pulverizado.

Na Califórnia, Garner et al. (2011) demonstraram que a aplicação de 25 mg.L⁻¹ de GA₃ em abacateiros ‘Hass’ irrigados, de 7 anos de idade, em um ano ‘ON’ de produção, no período do crescimento exponencial de frutos, aumentou significativamente em 27% a produção de frutos por planta (Kg.planta⁻¹), em relação a testemunha. Zheng, Khuong e Lovatt (2011) também reportaram acréscimos significativos na produção (70%) e no número médio de frutos (76%) de abacateiros ‘Hass’ irrigados, pulverizados com 25 mg.L⁻¹ de GA₃ no estágio de couve-flor, em relação a testemunha não tratada. Além destes resultados, os autores também registraram um acréscimo significativo de 65% na produção de frutos de calibres entre 178 a 325 g e um incremento de 70% no número médio de frutos desta mesma categoria comparado à testemunha.

No México, em condições não irrigadas, Salazar-García et al. (2007b) afirmaram que a aplicação de 50 mg.L⁻¹ de GA₃ em frutos de abacateiros ‘Hass’ com idade entre 16 a 18 anos, quatro meses antes da colheita, antecipou a maturação em até 30 dias e aumentou a produção de frutos de maior calibre.

Segundo Garner et al. (2011) há poucas pesquisas sobre as respostas da aplicação de GA₃ no rendimento e tamanho de frutos de abacateiros, o que ressalta a importância de sua avaliação nesta cultura.

Portanto, diante dos resultados satisfatórios do uso de fitorreguladores na cultura do abacateiro, se torna evidente a necessidade de mais pesquisas, sobretudo nas condições

particulares do cultivo brasileiro que ocorre predominantemente em sequeiro, visando verificar seu efeito e validação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os anos de 2013 a 2016, em um pomar comercial de abacateiros da cultivar Hass plantado no ano de 2009, na Fazenda Santa Cecília, localizada no município de Bernardino de Campos, região sudoeste do Estado de São Paulo, implantado no espaçamento 8 x 6 metros (208 plantas/ha) em solo argiloso e em condições de sequeiro.

O tipo de clima da região de acordo com a classificação de Köppen é o Cwa, tropical de altitude, chuvoso no verão e seco no inverno (CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA - CEPAGRI, 2016). Os tratos culturais empregados foram os recomendados para a cultura do abacateiro. O ensaio foi disposto em um delineamento experimental em blocos casualizados, com 7 tratamentos, 4 repetições e 2 plantas por parcela, totalizando 56 árvores em avaliação que foram podadas todos os anos, visando favorecer a entrada de luz no interior da copa.

Os tratamentos via pulverização foliar durante os três anos de condução do experimento foram: Tratamento 1 (T1): água (testemunha); Tratamento 2 (T2): 909 mg.L⁻¹ Viviful® (250 mg.L⁻¹ prohexadione-cálcio); Tratamento 3 (T3): 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); Tratamento 4 (T4): 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); Tratamento 5 (T5): 1% Moddus® (0,25% etil-trinexapac); Tratamento 6 (T6): 1250 mg.L⁻¹ MaxCel® (25 mg.L⁻¹ 6- benziladenina). Os tratamentos T1 a T6 foram aplicados no florescimento e tratamento 7 (T7): 125 mg.L⁻¹ ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico) aplicado no início do mês de dezembro antes da segunda queda natural de frutos.

Pela ocorrência de uma intensa estiagem na região de cultivo dos abacateiros em estudo no ano de 2014, da qual resultou a produção do ano de 2015, decidiu-se por reduzir a concentração de alguns fitorreguladores antigiberélicos, para não causar uma inibição excessiva do crescimento ou uma alta fixação de frutos em plantas que já se encontravam sob sinais severos de estresse hídrico. Neste ano de 2014, aplicou-se 28% da concentração do tratamento 2 (70 mg.L⁻¹ ProCa) e 10% da concentração dos tratamentos 3 (0,0175% paclobutrazol) e 4 (0,0035% uniconazole), respectivamente.

Em todos os tratamentos, a pulverização foliar foi realizada com baixo volume de molhamento, 2 L.planta⁻¹, até ser atingido o ponto de gotejamento. Foi adicionado a calda um espalhante siliconado, 0,01% Silweet L-77®, para aumentar a eficiência das aplicações. Todas as pulverizações foram realizadas no início ou ao final do dia, sem vento ou chuva.

Nos distintos tratamentos foram conduzidas as seguintes avaliações:

(i) Tamanho da planta

A avaliação do tamanho das plantas de ‘Hass’ foram realizadas nos anos de 2014, 2015 e 2016, logo após a colheita dos frutos. Com o uso de uma régua graduada em metros foi medida a altura, e os diâmetros de cada planta em estudo. A altura da planta (H) foi tomada desde o solo até plano mediano dos ramos mais altos da árvore, e os diâmetros (D) foram medidos no sentido perpendicular e paralelo a linha de plantio. O volume de copa (V) foi calculado pela seguinte equação (ZEKRI, 2000):

$$V = (\pi/6) \times D_c \times D_l \times H$$

Em que, V = volume de copa (m³); D_c = diâmetro da copa paralelo a fileira (m); D_l = diâmetro da copa perpendicular a fileira (m) e H = altura da planta (m).

(ii) Crescimento dos brotos de primavera

Para determinar a duração do período de inibição do crescimento dos brotos após a aplicação dos tratamentos com inibidores de giberelinas, foram medidos ao acaso nos anos de 2013, 2014 e 2015 o comprimento de 5 brotos por planta que se desenvolveram acima das inflorescências indeterminadas com o auxílio de uma fita métrica, em três datas após a aplicação dos tratamentos 1 a 5.

(iii) Produção de frutos

A colheita dos frutos foi realizada em 28 de março de 2014, 18 de abril de 2015 e em 7 de abril de 2016, quando os frutos haviam atingido um mínimo de 23% de matéria seca na polpa. Foram registrados o número e massa total dos frutos de cada planta em avaliação. Para pesagem dos frutos foi utilizada uma balança mecânica de campo. Os resultados de produção (Kg.planta⁻¹) foram utilizados para calcular a eficiência produtiva (EP), estimada a partir dos quilos de frutos colhidos por unidade de volume de copa de cada tratamento, através da expressão:

$$EP = \text{Produção de frutos (Kg.planta}^{-1}\text{)} / \text{Volume de copa (m}^3\text{)}$$

Também foram avaliadas a produção acumulada e o índice de alternância produtiva (IAP), que foi calculado segundo a expressão definida por Pearce e Dobersek-Urbanc (1967) e utilizada por Mickelbart et al. (2007):

$$IAP = \frac{1}{n-1} \left\{ \frac{|a_2 - a_1|}{a_2 + a_1} + \frac{|a_3 - a_2|}{a_3 + a_2} + \dots + \frac{|a_n - a_{n-1}|}{a_n + a_{n+1}} \right\}$$

Na equação, n representa o número de anos e $a_1, a_2... a_{n-1}, a_n$ são as produções dos anos correspondentes. O valor de IAP pode variar entre 0 e 1 e quanto mais próximo de zero, menor é a alternância produtiva das plantas em avaliação.

(iv) Tamanho e formato de frutos

Nos dias de colheita dos abacates, foram amostrados aleatoriamente de cada tratamento, 100 frutos para medição individual da massa, que foi expressa em gramas utilizando-se uma balança digital de campo; com o auxílio de um paquímetro manual foram medidos o comprimento (C) e o diâmetro (D) equatorial dos frutos, expressos em milímetros (mm), sendo posteriormente calculada a razão C:D que caracteriza o formato do fruto. Com base no peso individual dos 100 frutos, realizou-se a distribuição das categorias de calibres dos frutos para cada tratamento, utilizando a classe de calibres para abacates da cultivar Hass comercializados no mercado europeu (Tabela 1).

Tabela 1 - Categorias de calibres do abacate ‘Hass’ definidas pela massa média do fruto comercializado no mercado europeu.

Calibre	Massa do fruto (g)
10	366-450
12	306-365
14	266-305
16	236-265
18	211-235
20	191-210
22	171-190
24	156-170
26	146-155
28	136-145
30	126-135
32	100-125

Fonte: Hofman, Fuchs e Milne (2002).

(v) Qualidade pós-colheita de frutos

De cada parcela colhida, foram separadas amostras de 5 frutos de tamanho similar por tratamento e data de armazenamento, sendo 5 datas de avaliações durante o armazenamento, totalizando 25 frutos por tratamento. As amostras de frutos foram levadas ao

Laboratório de Pós-colheita de Plantas Hortícolas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP e colocadas em câmara fria a 5°C e 85% de umidade relativa (UR). A primeira avaliação foi realizada antes do início do armazenamento refrigerado, e após 14 e 28 dias, quando foram retiradas duas amostras de frutos, sendo uma delas avaliada a cada data na saída da câmara fria e a outra amostra foi deixada por 5 dias a temperatura ambiente para avaliação do fruto maduro. Para execução das análises estatísticas foram considerados os dados referentes aos anos que receberam as mesmas concentrações dos produtos utilizados, 2014 e 2016, totalizando 10 frutos por avaliação para cada tratamento.

Nas amostras de cada tratamento foram avaliadas:

- Coloração da casca dos frutos

A avaliação da coloração da casca dos abacates foi realizada visualmente, utilizando uma escala subjetiva de notas: 0 = fruto com a coloração da casca 100% verde; 1 = até 20% da coloração da casca escura (roxa); 2 = de 21 até 40% da coloração da casca escura (roxa); 3 = de 41 até 60% da coloração da casca escura (roxa); 4 = de 61 até 80% da coloração da casca escura (roxa); e 5 = > 80% da casca com a coloração arroxeadada.

- Danos por frio na casca dos frutos

O dano por frio é um distúrbio fisiológico causado pelo armazenamento dos frutos sob baixas temperaturas e caracteriza-se por regiões escurecidas e desuniformes na casca dos abacates (Figura 1). A avaliação de danos por frio foi realizada somente nas saídas da câmara fria. Foi avaliada visualmente utilizando a seguinte escala subjetiva de notas, expressa em porcentagem: 0 = sem a presença de danos por frio na casca do fruto; 1 = até 20% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 2 = de 21 até 40% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 3 = de 41 até 60% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 4 = de 61 até 80% da casca dos abacates apresentando danos por frio; e 5 = >80% da casca dos abacates apresentando danos por frio;

Figura 1 - Sintomas de danos por frio em abacate ‘Hass’.

Fonte: Hofman, Bower e Woolf (2013).

- Danos das lenticelas na casca dos frutos

Danos das lenticelas se caracterizam por pequenas áreas de coloração preta salientes presentes na casca dos frutos, são sintomas exclusivamente externos, que não se apresentam na polpa dos abacates. A avaliação de danos das lenticelas na casca dos abacates foi realizada somente nas saídas da câmara fria. Foi avaliada visualmente utilizando a seguinte escala subjetiva de notas, expressa em porcentagem: 0 = sem a presença de danos das lenticelas na casca do fruto; 1 = até 20% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 2 = de 21 até 40% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 3 = de 41 até 60% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 4 = de 61 até 80% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; e 5 = > 80% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas (Figura 2).

Figura 2 - Escala de sintomas de danos das lenticelas em abacates 'Hass'.

Fonte: White et al. (2009).

- Firmeza da polpa dos frutos

A avaliação da firmeza da polpa dos abacates foi realizada a partir da leitura medida nos dois lados opostos da região equatorial de cada fruto, utilizando-se um penetrômetro digital com ponteira de 8 mm de diâmetro, sendo expressa em Newtons (N);

- Descoloração na polpa dos frutos

A descoloração da polpa trata-se de um distúrbio fisiológico que pode ser ocasionado devido ao armazenamento refrigerado. O sintoma caracteriza-se por um pardeamento na polpa dos frutos (Figura 3a). A incidência da descoloração na polpa dos frutos foi expressa em porcentagem de frutos que exibiram ou não o sintoma.

- Escurecimento vascular na polpa dos frutos

O escurecimento vascular trata-se de um distúrbio fisiológico que pode ser ocasionado devido ao longo período de armazenamento refrigerado, ou a uma podridão resultante da falta de pedúnculo no fruto colhido. O sintoma caracteriza-se pelo escurecimento

dos feixes vasculares da polpa do fruto (Figura 3b). A incidência do escurecimento vascular foi expresso em porcentagem de frutos que exibiram ou não o sintoma.

Figura 3 - Desordens fisiológicas em abacates ‘Hass’. Danos por pardeamento da polpa do fruto (a); Danos por escurecimento dos feixes vasculares na polpa do fruto (b).

Fonte: Brogio (2016).

O programa SAS versão 9.0 foi utilizado para execução das análises estatísticas de todos os dados coletados, sendo considerado em todas as análises o nível de significância de 5% pelo teste de Fisher. Os dados que não cumpriram com os supostos da análise de variância foram transformados pelo método Box-Cox e aquelas variáveis que mesmo após a transformação dos dados originais não cumpriram com os supostos da análise de variância, foram analisadas pelos testes não paramétrico de Kruskal-Wallis e Friedman. As médias foram comparadas pelos testes de Tukey (variáveis paramétricas) e Tukey-Kramer (variáveis não paramétricas).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tamanho da planta

A medição do tamanho das plantas de ‘Hass’ não indicaram diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis altura, diâmetro paralelo e perpendicular e volume de copa entre os três anos de avaliações do experimento (Tabela 2).

O volume de copa foi crescente para todos os tratamentos ao longo dos anos de avaliação, o que era naturalmente esperado pelo avanço da idade do pomar. Em 2014, quando os abacateiros apresentavam 5 anos de idade, o volume de copa registrado pelas plantas variou entre 37,79 (T1) a 41,88 m³.planta⁻¹ (T3), no ano de 2015, com seis anos, a variação foi entre 58,47 (T4) a 76,70 m³.planta⁻¹ (T3) e em 2016, aos 7 anos do plantio, o registro da variação foi entre 80,12 (T4) a 122 m³.planta⁻¹ (T6) (Tabela 2).

Moraes (2014) reportou para plantas de ‘Hass’ irrigadas, avaliadas nas condições edafoclimáticas de Bauru, SP, valores semelhantes para a variação do volume de copa, aos 5 e 7 anos do plantio, que foram 51 m³.planta⁻¹ e de 102 m³.planta⁻¹, respectivamente. Embora as diferenças entre as condições de clima, fertilidade do solo, nutricionais e fitossanitárias dos abacateiros também sejam fatores a ser considerados na comparação entre os pomares, as plantas desta pesquisa apresentaram um vigor semelhante às plantas conduzidas com irrigação.

Tabela 2 - Altura (m), diâmetro paralelo (m), diâmetro perpendicular (m) e volume de copa médio (m³) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.

Trat. ¹	2014*				2015				2016			
	Altura (m)	Diâm. Paralelo (m)	Diâm. Perpendicular (m)	Volume Copa (m ³)	Altura (m)	Diâm. Paralelo (m)	Diâm. Perpendicular (m)	Volume Copa (m ³) ⁴	Altura (m)	Diâm. Paralelo (m) ²	Diâm. Perpendicular (m) ³	Volume Copa (m ³)
1	4,08 a	4,08 a	3,86 a	37,79 a	4,86 a	5,26 a	4,94 a	70,52 a	5,34 a	5,98 a	5,91 a	105,29 a
2	4,11 a	4,26 a	4,01 a	38,93 a	5,06 a	5,34 a	5,06 a	72,54 a	5,34 a	6,11 a	6,19 a	108,68 a
3	4,21 a	4,37 a	4,53 a	41,88 a	4,90 a	5,40 a	5,30 a	76,70 a	5,64 a	5,90 a	6,16 a	109,72 a
4	4,33 a	4,04 a	4,03 a	41,04 a	4,53 a	5,10 a	4,74 a	58,47 a	4,96 a	5,29 a	5,53 a	80,12 a
5	4,09 a	4,25 a	4,06 a	38,53 a	5,11 a	4,80 a	5,09 a	67,60 a	5,71 a	5,96 a	5,89 a	107,87 a
6	4,14 a	4,40 a	4,51 a	41,37 a	4,91 a	5,30 a	5,26 a	74,95 a	5,55 a	6,21 a	6,55 a	122,00 a
7	4,03 a	4,51 a	4,20 a	39,58 a	4,68 a	5,26 a	4,86 a	66,30 a	5,53 a	6,06 a	5,95 a	107,66 a
CV (%)	13,78	17,09	13,14	11,39	15,99	15,57	16,34	28,30	16,58	14,14	13,51	35,59
Valor p	0,9578	0,8445	0,1289	0,9944	0,7573	0,8056	0,8059	0,8895	0,7086	0,5350	0,4501	0,5067

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); *Aplicação de 28% da concentração do T2 e de 10% da concentração de T3 e T4, respectivamente; Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ²Os dados originais foram transformados em $\hat{y}=y^3$; ³Os dados originais foram transformados em $\hat{y}=y^9$; ⁴Os dados originais foram transformados em $\hat{y}=y^{0.7}$.

Embora haja diversos pesquisadores afirmando que a aplicação de inibidores de giberelinas reduzem o crescimento vegetativo das plantas de abacateiro, diminuindo o tamanho da copa das árvores (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1987; ADATO, 1990; SYMONS; WOLSTENHOLME, 1990; PENTER et al., 2000; LOVATT, 2005; MANDMARKER et al., 2005; MENZEL; LAGADEC, 2014) a época de aplicação desses fitorreguladores pode ter afetado a obtenção dos resultados desta pesquisa. Mena et al. (2003) afirmaram que a aplicação via pulverização foliar de Sunny® (i.a uniconazole) nos rebrotos da poda de verão, em um pomar de ‘Hass’ irrigado no Chile, reduziu em até 45% o volume da copa dos abacateiros em relação ao controle não tratado.

Symons e Wolstenholme (1990) avaliando o efeito da aplicação de paclobutrazol em três diferentes estádios fenológicos de abacateiros ‘Hass’ irrigados com 6 anos de idade, na África do Sul, reportaram que a pulverização foliar do fitorregulador, 3 semanas após o pleno florescimento foi a que diminuiu de forma significativa a área da copa das plantas em relação a testemunha, fato atribuído pelos autores a uma maior área de superfície disponível para a absorção do produto, em relação as aplicações realizadas nos demais estádios que corresponderam ao início das emissões dos fluxos de primavera e em plena floração, respectivamente.

Mouco, Ono e Rodrigues (2010) também verificaram reduções na altura de mudas de mangueiras pulverizadas com os inibidores de giberelinas TrixE e ProCa.

4.2. Crescimento dos brotos de primavera

Na Tabela 3 é possível observar que o uso dos inibidores da biossíntese de giberelinas afetaram significativamente o crescimento dos brotos que se desenvolveram acima das inflorescências indeterminadas em abacateiros ‘Hass’. Destaque para o efeito do tratamento 4 (0,035% Uniconazole), que no ano de 2013 reduziu em 11% o comprimento dos brotos em relação a testemunha e proporcionou uma redução significativa de 17,7 e 15,4% do comprimento médio desses brotos em relação aos tratamentos 2 (250 mg.L⁻¹ ProCa) e 5 (0,25% TrixE), respectivamente.

Mesmo com a redução das concentrações dos tratamentos 2, 3 e 4 no ano de 2014, verificou-se, que o tratamento 4 (0,035% Uniconazole) foi responsável por reduzir em 22 e 17% o comprimento médio dos brotos, respectivamente, após 37 e 44 dias da aplicação dos fitorreguladores, em relação ao controle não tratado (Tabela 3).

No ano de 2015, após 19 dias da aplicação dos fitorreguladores também foi possível observar o efeito do tratamento 4 (0,035% Uniconazole) no encurtamento dos brotos acima da panícula, o qual foi de aproximadamente 30% em relação a testemunha. Após 33 dias da aplicação dos fitorreguladores, todos os tratamentos afetaram significativamente o crescimento dos brotos em relação a testemunha (Tabela 3).

Outros autores também registraram o efeito inibidor de uniconazole em abacateiros. Köhne e Kremer-Köhne (1989) ao compararem o efeito da pulverização foliar de pacloburazol com a de uniconazole em seedlings de abacateiros mantidos em casa de vegetação, reportando reduções significativas do comprimento dos brotos utilizando ambos os fitorreguladores, com destaque para o efeito do uniconazole que foi mais intenso. De acordo com Thorp e Sedgley (1993) o efeito antigiberélico dos fitorreguladores depende do estágio fenológico da planta no momento da aplicação dos tratamentos e a dose utilizada dos produtos também é um fator que influencia os resultados esperados (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1989; ADATO, 1990).

Foi observado uma desuniformidade entre o período específico do efeito dos fitorreguladores antigiberélicos, que nas condições do experimento não foram imediatos e perduraram por um período de 30 a 50 dias, quando houve retomada do crescimento dos brotos (Tabela 3) o que ressalta que os fitorreguladores utilizados interromperam temporariamente, com maior ou menor intensidade o vigor do crescimento do fluxo vegetativo acima da panícula de flor (WOLSTENHOLME; WHILEY; SARANAH, 1990).

Tabela 3 - Comprimento médio de 5 brotos (cm) por planta de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2013 a 2015.

Tratamento ¹	2013	2014*			2015		
	Comp. médio de Brotos/planta 49 DAA** (cm) ²	Comp. médio de Brotos/planta 25 DAA** (cm)	Comp. médio de Brotos/planta 37 DAA** (cm) ⁴	Comp. médio de Brotos/planta 44 DAA** (cm) ⁵	Comp. médio de Brotos/planta 12 DAA** (cm)	Comp. médio de Brotos/planta 19 DAA** (cm) ⁵	Comp. médio de Brotos/planta 33 DAA** (cm) ⁶
1	4,82 ab	8,74 a	12,83 a	17,93 ab	8,38 a	12,76 a	19,00 a
2	5,22 a	6,57 a	12,78 a	19,68 a	8,94 a	13,69 a	14,05 b
3	4,57 bc	7,98 a	11,71 ab	16,76 bc	7,51 a	11,34 ab	15,38 b
4	4,30 c	6,43 a	10,07 b	14,88 c	7,45 a	8,94 b	12,34 b
5	5,08 a	8,28 a	13,09 a	17,63 abc	9,23 a	11,96 a	14,48 b
CV (%)	15,17	56,48	15,66	8,81	45,11	16,52	20,67
Valor p	<0,0001	0,1000 ³	0,0024	0,0003	0,1399 ³	<0,0001	<0,0001

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); *Aplicação de 28% da concentração do T2 e de 10% da concentração de T3 e T4, respectivamente; Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ² os valores originais foram transformados em $\hat{y}=y^{0,5}$; ³Valor p de Friedman; ⁴ os valores originais foram transformados em $\hat{y}=y^{0,3}$; ⁵ os valores originais foram transformados em $\hat{y}=\log_{10}$; ⁶ os valores originais foram transformados em $\hat{y}=y^{-0,5}$; **DAA: dias após a aplicação dos tratamentos.

Neste trabalho, o paclobutrazol apresentou assim como o uniconazole, um efeito inibidor no comprimento dos brotos que crescem acima das panículas de inflorescências indeterminadas o que também foi observado em abacateiros irrigados (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1987; ADATO, 1990; WOLSTENHOLME; WHILEY; SARANAH, 1990).

Na Nova Zelândia, Mandmaker et al. (2005) apontaram reduções significativas nas brotações de abacateiros ‘Hass’ irrigados, de 27 anos de idade, após uma única pulverização foliar de 100 mg.L⁻¹ de ProCa em plena florada, o que resultou em um decréscimo de 10% do comprimento das brotações em relação a testemunha. Quando ProCa foi aplicado duas e quatro semanas após a plena florada, os autores registraram um decréscimo significativo de 11,2% no comprimento das brotações em relação a testemunha.

O uso de inibidores de giberelinas em abacateiros, que apresentam naturalmente um crescimento vegetativo excessivo é uma alternativa para se evitar a competição das brotações com a floração e frutificação (ADATO, 1990; WHILEY et al., 1991; MANDMAKER et al., 2005;) e desta forma direcionar os fotoassimilados para o florescimento e a produção, afim de incrementar a produtividade e o tamanho de frutos nas plantas (ADATO, 1990; LEONARDI, 2005).

4.3. Produção de frutos

Entre os três anos de avaliação do experimento não foram registradas diferenças significativas no número médio de frutos por planta, bem como no número médio de frutos acumulados entre os anos de 2014 e 2016, os quais receberam as mesmas concentrações dos fitorreguladores (Tabela 4). Outros autores também não registraram acréscimos significativos no número médio de frutos de abacateiros tratados com fitorreguladores (CUTTING; BOWER, 1990; SYMONS; WOLSTENHOLME, 1990; HOFMAN et al., 1998).

Observa-se na Tabela 4, que o número médio de frutos acumulados nos anos de 2014 e 2016, embora estatisticamente similares, apresentaram uma variação de 845 frutos (tratamento 7) a 1090 frutos (tratamento 5). Esses valores são inferiores aos registrados por Hofman et al. (1998) em abacateiros ‘Hass’ com a mesma idade, porém mantidos sob sistema de irrigação, que exibiram um número médio de frutos acumulados em dois anos de produção, de 1499 frutos por planta, o que demonstra um maior potencial produtivo de plantas irrigadas.

Também há pesquisas que validam o uso dos fitorreguladores em abacateiros, com resultados promissores no incremento do número médio de frutos, mas em pomares irrigados

(ADATO, 1990; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011; LEANDRO; RAMIREZ; CAJACHAGUA, 2015).

Mena et al. (2003) avaliando o número médio de frutos de abacateiros ‘Hass’ irrigados no Chile, submetidos a pulverização foliar de uniconazole em plena florada em dois pomares situados em localidades distintas, concluíram que as respostas ao uso do fitorregulador variam de acordo com o localidade de cultivo, pois os autores não registraram efeito da aplicação de uniconazole em um dos pomares avaliados, enquanto que em outro, reportaram uma diminuição de até 30% no número médio de frutos tratados com 1% de Sunny® (0,05% do i.a uniconazole), em comparação a testemunha.

Em pomares irrigados de abacateiros ‘Hass’ na Califórnia, com idade entre 7 a 12 anos, Zheng, Khuong e Lovatt (2011) reportaram efeitos positivos no número médio de frutos em anos ‘ON’ de produção, com o uso de distintos fitorreguladores em diferentes fases fenológicas da cultura. Quando aplicado 25 mg.L⁻¹ de GA₃ no estágio inicial do desenvolvimento de frutos (17-22 mm), os autores verificaram aumento significativo de 128 frutos por planta em relação a testemunha na produção acumulada de dois anos, e um incremento significativo de 101 frutos de massa média entre 178 a 325 gramas, neste mesmo período.

Zheng, Khuong e Lovatt (2011) registraram no segundo ano da aplicação de fitorreguladores, em relação ao tratamento controle, um acréscimo significativo de 5 frutos por planta de massa igual ou superior a 270 g, em abacateiros pulverizados com 125 mg.L⁻¹ de ProCa em pleno florescimento. Também foi registrado pelos autores, nesta mesma categoria de calibre, o aumento significativo de 6 e 20 frutos por planta em comparação a testemunha, nos abacateiros tratados em plena flor com aplicação foliar de 25 mg.L⁻¹ de BA no mesmo estágio fenológico dos abacateiros pulverizados com ProCa, no segundo e terceiro anos de pesquisa, respectivamente. Esses resultados evidenciam que cada fitorregulador possui uma dose específica de aplicação, que proporciona os melhores resultados.

No Peru, Leandro, Ramirez e Cajachagua (2015) também sugeriram que o efeito do fitorregulador varia com a dose aplicada, reportando para abacateiros ‘Hass’ irrigados, no quarto ano de produção, que a menor concentração de paclobutrazol, 0,375%, aplicada via pulverização foliar em pleno florescimento conferiu-lhes um incremento significativo de 19 frutos em relação a testemunha, ao passo que a maior concentração de paclobutrazol, 1,125% foi responsável por uma redução significativa de 24 frutos, em relação a testemunha. Os autores sugerem que as maiores doses podem proporcionar efeitos adversos nas plantas, enquanto a menor proporcionou o efeito desejado, inibindo a síntese de giberelinas durante a

fase de indução floral e da frutificação, direcionando os fotoassimilados a manutenção dos frutos, o que ocasionou o incremento no número médio de frutos de abacate.

Nenhuma diferença significativa foi observada entre os tratamentos para a produção média (kg.planta^{-1}) dos abacateiros ‘Hass’ avaliados. (Tabela 4). Em 2014 os abacateiros exibiram uma produção média de frutos entre 73,93 (T4) a 86,89 kg.planta^{-1} (T2) enquanto no ano de 2015 essa produção foi de 96,08 Kg.planta^{-1} (T3) a 120,58 Kg.planta^{-1} (T2) e em 2016 variou de 79,70 (T7) a 88,40 kg.planta^{-1} (T2). A queda na produção registrada no ano de 2016, pode ser reflexo da alternância produtiva, que ocorre naturalmente entre os abacateiros, após um ano de bons resultados para esta variável (MONSELISE; GOLDSCHMIDT, 1982).

No México, Salazar-García, Cossio-Vargas e González-Durán (2007) também não registraram efeito da aplicação dos fitorreguladores prohexadione cálcio e GA_3 sobre a produção de abacateiros ‘Hass’ não irrigados, com idade entre 16 e 18 anos, quando comparados à testemunha não tratada. Os autores observaram uma produção entre 105 (controle), 111 (68,75 mg.L^{-1} de ProCa) e 115 (50 mg.L^{-1} GA_3) Kg.planta^{-1} , respectivamente.

Santos (2013) observou para abacateiros ‘Hass’, de 7 anos de idade, conduzidos em condições de sequeiro no Brasil, e sem aplicação de fitorreguladores, uma produção média de 82,9 Kg.planta^{-1} , valor próximo ao registrado nesta pesquisa para plantas de mesma idade, representada pelos resultados obtidos no ano de 2016.

Para a produção acumulada dos anos de 2014 e 2016, em que se utilizou as mesmas concentrações dos fitorreguladores, também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e os valores variaram de 151,29 kg.planta^{-1} (T7) a 186,85 kg.planta^{-1} (T5) (Tabela 4).

Diversos autores reportaram incrementos significativos na produção média de frutos (kg.planta^{-1}) de abacateiros irrigados, submetidos a pulverização foliar de fitorreguladores como paclobutrazol (ADATO, 1990; KREMER-KÖHNE; KÖHNE; KIRKMAN, 1991; WHILEY et al., 1991; KREMER-KÖHNE; KÖHNE, 1995; VUTHAPANIC et al., 1995; LEANDRO; RAMIREZ; CAJACHAGUA, 2015), uniconazole (ERASMUS; BROOKS, 1998; PENTER et al., 2000; LEONARDI, 2001; 2005; MENA et al., 2003; MOUCO; LIMA, 2014), prohexadione-cálcio (LOVATT, 2003; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011), 6-benziladenina (LOVATT; SALAZAR-GARCÍA, 2006; LOVATT, 2005; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011) e ácido giberélico (LOVATT; SALAZAR-GARCÍA, 2006; LOVATT, 2003; 2004; 2005; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011), não havendo registro do uso de TrixE na cultura do abacateiro. No entanto, estes resultados não foram observados nesta pesquisa.

Os distintos efeitos dos fitorreguladores sobre a produção de frutos de abacateiros ‘Hass’ são dependentes de vários fatores, tais como dose, época de aplicação e produto utilizado, diferenças nas condições edafoclimáticas de cada região de cultivo, o tipo e grau de fertilidade dos solos e as condições de irrigação (LEVER, 1986; KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1989; ADATO, 1990; THORP; SEDGLEY, 1993; MENZEL; LAGADEC, 2014). Segundo Lever (1986), a resposta das plantas ao uso de paclobutrazol está sujeita também a espécie, cultivar, idade das plantas, estado fitossanitário, método de aplicação, entre outras variáveis.

De acordo com Menzel e Lagadec (2014), o efeito dos fitorreguladores paclobutrazol, uniconazole e prohexadione-cálcio na produção de frutos de abacateiros ‘Hass’ são menos consistentes que o efeito que proporcionam na redução do crescimento vegetativo, o que também foi observado neste trabalho.

Embora os valores da eficiência produtiva dos abacateiros ‘Hass’ (Kg.m^{-3}) nos três anos de avaliação e sua média entre 2014 e 2016 tenham se apresentado estatisticamente similares entre si, no ano de 2016 eles foram os mais baixos, variando entre $0,79 \text{ Kg.m}^{-3}$ (T3) a $1,32 \text{ Kg.m}^{-3}$ (T4) (Tabela 4), resultados já esperados, pois neste ano foi registrado os maiores valores para volume de copa e baixos valores para a produção média de frutos. Estes valores são inferiores ao mínimo de $4,80 \text{ Kg.m}^{-3}$ de copa registrado por Santos (2013), para plantas de ‘Hass’ cultivadas no Brasil sem irrigação e com a mesma idade produtiva.

No Brasil, Cantuarias-Avilés et al. (2016) também não encontraram diferenças significativas na eficiência produtiva de abacateiros ‘Margarida’ não irrigados, com 8 anos de idade, pulverizados com os inibidores de giberelinas paclobutrazol, uniconazole e prohexadione-cálcio em pleno florescimento.

O não registro de efeitos significativos entre os fitorreguladores para as variáveis de produção nos abacateiros ‘Hass’ do presente estudo, podem estar relacionados a grande variação existente entre as plantas do pomar resultantes principalmente do uso de porta-enxerto oriundos de sementes na formação das mudas, o que gera alta variabilidade entre as mesmas, tratos culturais deficitários e cultivo em sequeiro.

As pesquisas demonstram que o efeito positivo dos fitorreguladores na produção de frutos, se dá principalmente em pomares de abacateiros irrigados, com bons resultados no rendimento da cultura (MENA et al., 2003; LOVATT, 2003; 2004; 2005; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011; LEANDRO; RAMIREZ; CAJACHAGUA, 2015). Portanto, plantas estressadas e não irrigadas são limitantes aos possíveis benefícios que os fitorreguladores poderiam proporcionar a produção de frutos.

Tabela 4- Número médio e acumulado de frutos/planta, produção média e acumulada (kg.planta^{-1}) e eficiência produtiva e média (Kg.m^{-3}) (2014 e 2016) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.

Trat. ¹	Número médio de frutos/planta				Produção média (kg.planta^{-1})				Eficiência produtiva (Kg.m^{-3})			
	2014*	2015	2016 ²	2014 e 2016 (Acumulado)	2014*	2015	2016	2014 e 2016 (Acumulada)	2014* ²	2015	2016 ²	2014 e 2016 (Média) ²
1	507 a	493 a	490 a	1089 a	73,98 a	102,25 a	83,53 a	175,14 a	1,88 a	1,60 a	0,93 a	1,47 a
2	534 a	599 a	456 a	920 a	83,89 a	120,58 a	88,40 a	157,29 a	2,21 a	1,72 a	0,84 a	1,59 a
3	524 a	446 a	440 a	883 a	80,03 a	96,08 a	81,85 a	152,73 a	1,95 a	1,30 a	0,79 a	1,35 a
4	457 a	493 a	480 a	975 a	73,93 a	110,00 a	86,85 a	155,43 a	1,76 a	1,94 a	1,32 a	1,67 a
5	519 a	547 a	441 a	1090 a	75,73 a	111,28 a	84,85 a	186,85 a	2,08 a	1,64 a	0,87 a	1,53 a
6	558 a	482 a	418 a	1038 a	86,89 a	105,83 a	83,60 a	161,34 a	2,06 a	1,65 a	0,80 a	1,65 a
7	545 a	522 a	474 a	845 a	76,85 a	109,00 a	79,70 a	151,29 a	1,95 a	1,68 a	0,83 a	1,49 a
CV (%)	37,44	35,38	6,57	4,20	39,13	34,40	34,90	29,92	42,99	34,60	51,00	23,65
Valor p	0,9667	0,7286	0,9241	0,5222	0,9702	0,9105	0,9979	0,7362	0,7389	0,5107	0,5327	0,5915

¹T1 = água; T2= 909 mg.L^{-1} de Viviful® (250 mg.L^{-1} ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L^{-1} de MaxCel® (25 mg.L^{-1} BA); T7= 125 mg.L^{-1} de ProGibb® 400 (50 mg.L^{-1} GA₃); *Aplicação de 28% da concentração do T2 e de 10% da concentração de T3 e T4, respectivamente; Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ²Os dados originais foram transformados em $\hat{y}=\log_{10}$.

Os fitorreguladores afetaram significativamente o índice de alternância produtiva dos abacateiros ‘Hass’ entre os anos de 2014 e 2016 (Tabela 5). O menor índice para esta variável, de 0,07, foi observado pela aplicação do tratamento 6 (25 mg.L⁻¹ BA) enquanto os maiores valores ocorreram nos tratamentos 1 (controle), 2 (250 mg.L⁻¹ prohexadione-cálcio), 4 (0,035% uniconazole) e 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico) e foram de 0,24; 0,23; 0,24 e 0,27, respectivamente (Tabela 5). Moraes (2014) registrou maior valor para a eficiência produtiva, de 0,46 em abacateiros ‘Hass’ cultivados no Brasil em condições irrigadas, num período de comparação de dois anos, como no presente estudo. Monselise e Goldschmidt (1982) relataram que a alternância de produção é comumente registrada em fruteiras cultivadas em condições de sequeiro.

Tabela 5 - Índice de Alternância Produtiva (IAP) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, período de 2014/2016.

Tratamento ¹	Índice de Alternância Produtiva ²
	2014/2016
1	0,24 a
2	0,23 a
3	0,20 ab
4	0,24 a
5	0,15 ab
6	0,07 b
7	0,27 a
CV (%)	20,67
Valor p	0,0053

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ²Os valores originais foram transformados $\hat{y}=y^{0,3}$.

Nos abacateiros, o ciclo de alternância produtiva é determinado pela intensidade do florescimento anual das árvores, a qual é afetada por fatores endógenos (SALAZAR-GARCÍA; LORD; LOVATT, 1998), como a disponibilidade de carboidratos acumulados e o balanço hormonal (VÖLKER et al., 2015).

Sendo assim, há uma correlação direta entre o florescimento e o fenômeno da bienalidade produtiva em abacateiros, que pode ser desencadeada por fatores como déficit hídrico, desordens nutricionais, práticas de podas mal realizadas e colheitas tardias ou por eventos climáticos, como geadas e temperaturas extremas durante o florescimento e a fixação de frutos (WHILEY; WOLSTENHOLME; FABER, 2013).

Há pesquisas que buscam respostas sobre a relação entre o florescimento e a alternância produtiva dos abacateiros, mas estudos básicos afirmam que os fitohormônios endógenos, como as auxinas, citocininas, etileno e giberelinas agem e interagem durante o processo do desenvolvimento floral, sendo alguns deles responsáveis pela regulação do florescimento em abacateiros (MONSELISE; GOLDSCHMIDT, 1982), portanto, tais hormônios podem influenciar no fenômeno da bienalidade de produção. Lopez-Gimenez et al. (2011) afirmaram que em um ano ‘ON’ de produção ocorre uma inibição correlativa entre os hormônios auxina e citocinina, em que há maior concentração desta primeira em relação a outra, inibindo assim, a brotação das gemas de primavera do ano seguinte, o qual tenderá a ser um ano ‘OFF’.

Por estas informações, sugere-se que o menor índice de alternância produtiva, observado no tratamento 6 (25 mg L⁻¹ de BA) (Tabela 5) o qual se trata de uma citocinina, ocorreu pelo equilíbrio entre a concentração dos hormônios endógenos dos abacateiros, principalmente pela relação entre a auxina e a citocinina (LOPEZ-GIMENEZ et al., 2011).

4.4. Tamanho e formato de frutos

No ano de 2014, os maiores valores para a massa média dos frutos foram observados nos tratamentos 2 (250 mg.L⁻¹ ProCa), 3 (0,175% paclobutrazol), 4 (0,035% uniconazole) e 6 (25 mg.L⁻¹ benziladenina). Já no ano de 2015 não houve registros do efeito dos tratamentos para esta variável e em 2016, o tratamento 5 (0,25% TrixE) foi o que proporcionou a maior massa média de frutos, de 224,38 g quando comparado aos tratamentos 1 (controle), 3 (0,175% paclobutrazol) e 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico), com os menores valores (Tabela 6). Outros autores também registraram o efeito da aplicação dos fitorreguladores prohexadione-cálcio (ATUCHA, 2006), uniconazole (LEONARDI, 2005) e 6-benziladenina (ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011) no aumento do tamanho de frutos em abacateiros ‘Hass’.

Na média dos anos de 2014 e 2016, os resultados para a massa média dos frutos de ‘Hass’ apresentaram o mesmo efeito observado em 2014, com os tratamentos 4 (0,035% uniconazole), 6 (25 mg.L⁻¹ benziladenina) e 2 (250 mg.L⁻¹ ProCa) exibindo os maiores valores para a massa média dos frutos, que foi de 198,17g, 197,50g e 194,04g, respectivamente. O tratamento controle apresentou o menor valor para esta variável, que foi de 181,04 g na média dos anos de 2014 e 2016 (Tabela 6), o que confirma novamente o efeito de alguns fitorreguladores na obtenção de frutos de melhor tamanho em abacateiros.

Os fitorreguladores que retardam o crescimento vegetal são capazes de aumentar o tamanho dos frutos de abacateiros, por seu efeito supressor na biossíntese de giberelinas, que

ao inibirem o crescimento do broto vegetativo acima da inflorescência indeterminada, afetam a redistribuição da matéria seca a favor dos frutos e não aos brotos, o que consequentemente provoca o aumento na massa média dos abacates (EVANS et al., 1999; LEVER, 1986; LOVATT, 2004).

O aumento da massa média dos frutos de abacates, ocasionado pelo uso dos fitorreguladores, é de interesse comercial, pois esta variável é utilizada na classificação comercial dos frutos. Portanto, quanto maior o valor da massa média do abacate, melhor será a classificação de calibres deste, o que consequentemente proporcionará melhores retornos econômicos ao produtor.

Em países como os Estados Unidos, que não permitem o uso e a comercialização de frutos tratados com os fitorreguladores da classe dos triazóis, a benziladenina e o prohexadione-cálcio se tornam uma alternativa para serem utilizados na cultura do abacateiro, com efeitos similares aos antigiberélicos, da classe dos triazóis.

A aplicação dos fitorreguladores afetou significativamente as variáveis comprimento e diâmetro médio de abacates ‘Hass’ (Tabela 6). O mesmo efeito da aplicação dos tratamentos ocorreu para o comprimento médio dos frutos de ‘Hass’ nos anos de 2014 e 2016 com o tratamento 6 (25 mg.L⁻¹ 6-benziladenina) resultando nos maiores valores, de 83,94 e 89,90 mm, enquanto os menores valores, de 76,87; 77,89 e 84,07 e 85,72 foram registrados para os tratamentos 5 (0,25% TrixE) e 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico), respectivamente. No ano de 2015, apenas o efeito da aplicação do tratamento 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico), se manteve, proporcionando o menor valor para esta variável, que foi de 83,42 mm (Tabela 6). Nota-se o efeito variável da aplicação dos fitorreguladores em pomares de ‘Hass’ não irrigados, que não se mantém constante ao longo dos anos. Na média dos anos de 2014 e 2016, a aplicação do tratamento 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico) também resultou no menor valor para o comprimento médio dos frutos, de 82,13 mm, enquanto os maiores valores foram observados nos tratamentos 6 (25 mg.L⁻¹ 6-benziladenina), 4 (0,035% de uniconazole) e 3 (0,175% de paclobutrazol) (Tabela 6). Unrath (1974) também afirmou que o fitorregulador BA é capaz de alongar o formato dos frutos.

O diâmetro médio de frutos também foi reduzido com a aplicação do tratamento 7 (50 mg.L⁻¹ ácido giberélico) em todos os anos de avaliação do experimento e também na média dos anos de 2014 e 2016 (Tabela 6). Esses resultados diferem dos obtidos por Zheng, Khuong e Lovatt (2011) que não registraram mudanças no diâmetro e comprimento de abacates ‘Hass’ tratados com 25 mg.L⁻¹ de GA₃ diretamente nos frutos.

Nota-se uma diminuição tanto do comprimento quanto do diâmetro dos frutos de ‘Hass’ tratados com o ácido giberélico, embora o GA₃ tenha sido aplicado diretamente nos frutos para aumentar o seu tamanho, fato não registrado, e que poderia ser explicado por fatores como concentração do produto, estágio fenológico das plantas no momento da aplicação, condições nutricionais e fisiológicas dos abacateiros em avaliação, bem como das condições ambientais da região de cultivo (VIVAR; ALVAREZ, 2015).

Observou-se que alguns dos inibidores da biossíntese de giberelinas modificaram o formato dos frutos, tornando-os mais arredondados, devido a menor razão C:D observada (Tabela 6). Em 2014, este efeito foi registrado de forma significativa pelos antigiberélicos paclobutrazol (T3), uniconazole (T4) e TrixE (T5). Em 2015, este mesmo resultado foi observado apenas pela aplicação do TrixE (T5) enquanto em 2016 pela aplicação dos fitorreguladores prohexadione-cálcio (T2), uniconazole (T4) e TrixE (T5) (Tabela 6).

Nos três anos de avaliação do experimento, a aplicação do fitorregulador TrixE (T5) resultou frutos de formato mais arredondado, característica que dificulta a comercialização dos mesmos.

Uma possível explicação para os inibidores de giberelinas modificarem o formato dos frutos seria justamente, o aumento do número de células na região equatorial dos frutos, promovendo o alargamento do diâmetro dos mesmos (SYMONS; WOLSTENHOLME, 1990; TADEO et al., 1997). Também há registros de frutos de abacates ‘Hass’ mais arredondados, devido ao aumento do seu diâmetro após tratamentos com inibidores de giberelinas, como uniconazole (MENA et al., 2003; ERASMUS; BROOKS, 1998; LEONARDI, 2001) e ProCa (ATUCHA, 2006; LOVATT, 2004). O formato mais arredondado dos abacates ‘Hass’ prejudica a qualidade visual dos frutos, depreciando os preços e o retorno econômico.

Na média dos anos 2014 e 2016 a menor relação C:D, que tornou os frutos de abacates mais arredondados foi observada pela aplicação dos antigiberélicos TrixE (T5) e uniconazole (T4), respectivamente (Tabela 6). Também foi observado que o GA₃ (T7) diminuiu de forma significativa o formato dos frutos, quando comparado à testemunha e não foi eficiente em melhorar nenhum dos parâmetros analisados.

Nota-se que entre os três anos de avaliações, bem como na média dos anos de 2014 e 2016 o único tratamento que não tornou o formato do fruto de ‘Hass’ mais arredondado, foi o T6 (25 mg.L⁻¹ 6- benziladenina) com valores estatisticamente semelhantes à testemunha (Tabela 6).

Tabela 6 - Massa média (gramas), comprimento médio (mm), diâmetro médio (mm) e relação C:D médio de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos nos anos de 2014 a 2016 e na média dos anos de 2014/2016. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP.

Trat. ¹	Massa média de frutos (g)				Comprimento médio de frutos (mm)				Diâmetro médio de frutos (mm)				Relação C:D médio de frutos			
	2014*	2015	2016	Média 2014/2016	2014* ²	2015 ²	2016	Média 2014/2016	2014* ³	2015 ⁴	2016	Média 2014/2016 ⁴	2014*	2015	2016	Média 2014/2016
1	141,78 b	208,56 a	194,60 b	181,04 c	78,77 cd	90,79 a	87,19 ab	85,23 ab	59,71 b	66,86 a	66,70 c	64,51 cd	1,32 a	1,36 ab	1,30 a	1,32 a
2	166,82 a	203,81 a	214,98 ab	194,04 a	83,13 ab	87,25 ab	86,25 ab	85,04 ab	63,35 a	66,97 a	69,87 ab	66,66 a	1,31 ab	1,31 cd	1,24 b	1,28 cd
3	168,05 a	201,00 a	198,90 b	192,05 ab	81,68 ab	89,24 ab	85,68 ab	86,50 a	63,68 a	66,52 a	67,47 bc	66,16 ab	1,28 c	1,35 bc	1,27 ab	1,31 ab
4	167,66 a	212,29 a	215,48 ab	198,17 a	80,97 bc	90,50 a	86,23 ab	85,93 a	63,87 a	67,19 a	69,83 ab	66,95 a	1,27 c	1,35 bc	1,24 b	1,29 c
5	145,15 b	199,57 a	224,38 a	191,73 abc	76,87 d	86,09 bc	84,07 b	83,44 bc	60,74 b	66,56 a	71,44 a	66,49 ab	1,27 c	1,30 d	1,18 c	1,26 d
6	169,06 a	213,46 a	214,06 ab	197,50 a	83,94 a	88,70 ab	89,90 a	86,86 a	63,26 a	63,75 b	68,74 bc	65,17 bc	1,33 a	1,39 a	1,31 a	1,34 a
7	146,05 b	202,24 a	199,95 b	181,33 bc	77,89 d	83,42 c	85,72 b	82,13 c	60,40 b	63,77 b	67,24 c	63,60 d	1,29 bc	1,32 bcd	1,28 a	1,29 bc
CV (%)	24,15	30,53	56,86	13,59	21,32	19,49	20,16	6,04	22,10	24,51	55,95	14,90	7,89	8,22	7,49	4,59
Valor p	<0,0001	0,1889	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0016	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001**	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); *Aplicação de 28% da concentração do T2 e de 10% da concentração de T3 e T4, respectivamente; Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ²Os valores originais foram transformados $\hat{y}=y^2$; ³Os valores originais foram transformados $\hat{y}=y^{2,7}$; ⁴Os valores originais foram transformados $\hat{y}=y^3$; **Valor p de Kruskal-Wallis.

O efeito dos tratamentos na porcentagem de distribuição de calibres dos frutos de ‘Hass’ encontra-se na Tabela 7. Em 2014, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as classes de calibres 18 a 22 e de 24 a 32, sendo a maior porcentagem de frutos, de 46%, registrada pela aplicação dos tratamentos 3 (0,175% paclobutrazol) e 4 (0,035% uniconazole) para a primeira classe, que compreende frutos entre 171 a 235 gramas, enquanto que para a segunda classe, que abrange frutos entre 100 e 170 gramas, as maiores porcentagens ocorreram nos tratamentos 1 (controle, não tratado) e 2 (250 mg.L⁻¹ prohexadione-cálcio) e foram de 85 e 84%, respectivamente (Tabela 7).

Já em 2015, as diferenças entre os tratamentos ocorreram na classe de calibre 10 a 16 com o T4 (0,035% uniconazole) apresentando a maior porcentagem de frutos (33%) e o T3 (0,175% paclobutrazol) a menor porcentagem, de 18%. Na classe de calibre 18 a 22, a maior porcentagem de frutos ocorreu nos tratamentos 1 (controle, não tratado) e 2 (250 mg.L⁻¹ prohexadione-cálcio), com valores de 64 e 58%, respectivamente e as menores nos tratamentos de 4 a 7 (Tabela 7).

No ano de 2016, embora não tenha sido observada diferenças estatísticas entre os tratamentos para as diferentes classes de calibres, a maior porcentagem de frutos, para todos os tratamentos ocorreu na classe de calibres 18 a 22. O efeito da aplicação dos fitorreguladores sobre a distribuição de calibres foi variável entre os anos de avaliação do experimento e em dois, dos três anos de avaliações, observou-se uma maior porcentagem de frutos na classe de calibres de 18 a 22, considerada como intermediária e a mais comum na comercialização dos frutos de ‘Hass’. No entanto, há registros que validam o efeito da aplicação dos mesmos fitorreguladores utilizados nesta pesquisa na maior porcentagem de frutos de ‘Hass’ nas categorias de calibre 10 a 16, que compreendem frutos de maior massa média e como consequência melhor retorno econômico (ZILKAH et al., 1995; ZHENG; KHUONG; LOVATT, 2011; MENA et al., 2003; LOVATT, 2003; 2005; LOVATT; SALAZAR-GARCÍA, 2006; SALAZAR-GARCÍA et al., 2007b; GARNER et al., 2011).

Tabela 7 - Porcentagem da distribuição de calibres de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Fazenda Santa Cecília, Bernardino de Campos, SP, 2014 a 2016.

Trat. ¹	2014*			2015			2016		
	Classe de calibres de frutos 10 a 16	Classe de calibres de frutos 18 a 22	Classe de calibres de frutos 24 a 32	Classe de calibres de frutos 10 a 16	Classe de calibres de frutos 18 a 22	Classe de calibres de frutos 24 a 32 ³	Classe de calibres de frutos 10 a 16	Classe de calibres de frutos 18 a 22 ³	Classe de calibres de frutos 24 a 32 ⁴
1	1 a	14 c	85 a	21 ab	64 a	15 a	18 a	49 a	33 a
2	1 a	15 bc	84 a	26 ab	58 a	16 a	25 a	47 a	28 a
3	6 a	46 a	48 b	18 b	60 ab	22 a	31 a	38 a	31 a
4	3 a	46 a	51 ab	33 a	50 b	17 a	29 a	52 a	19 a
5	3 a	34 abc	63 ab	31 ab	48 b	21 a	24 a	56 a	20 a
6	3 a	41 ab	56 ab	35 ab	48 b	17 a	27 a	56 a	17 a
7	1 a	19 abc	80 ab	21 ab	56 b	23 a	21 a	53 a	26 a
CV (%)	49,75	42,59	25,44	45,48	11,55	52,15	48,05	5,93	26,11
Valor p	0,5892 ²	0,0009 ²	0,0028	0,0177 ²	0,0001	0,8562	0,6484	0,1214	0,2541

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); *Aplicação de 28% da concentração do T2 e de 10% da concentração de T3 e T4, respectivamente; Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey); ²Valor p de Kruskal-Wallis; ³Os dados originais foram transformados $\hat{y}=\log_{10}$; ⁴Os dados originais foram transformados $\hat{y}=y^{0.5}$

4.5. Qualidade pós-colheita de frutos

Em abacates ‘Hass’, nenhuma variável de qualidade pós-colheita foi afetada pelo uso dos fitorreguladores (Tabelas 8, 9, 10 e 11).

Ao longo dos 28 dias de armazenamento refrigerado, a coloração da casca dos abacates manteve-se com nota 0, que corresponde a 100% dos frutos com casca verde (tabela 8). Resultado semelhante foi reportado por Paredes, Carranza e Vilchez (2015a), em que os abacates ‘Hass’ permaneceram verdes por até 35 dias quando armazenados em câmara refrigerada a 6°C.

Já os abacates mantidos a temperatura ambiente apresentaram o desverdeamento da casca dos frutos, um indicativo de amadurecimento, como pode ser visto na tabela 9. Na data 14+5 dias, os abacates apresentaram notas variando de 1,7 a 2,4, o que corresponde a frutos com 20 até 40% da casca arroxeadada e após 28+5 dias, as notas variaram de 2,7 a 4,7, indicando que os frutos estavam com 21 a 80% da casca arroxeadada. A coloração do fruto é a principal característica observada pelos consumidores para a determinação da maturidade dos abacates (PAREDES; CARRANZA; VILCHEZ, 2015a) que no caso do ‘Hass’ fica mais arroxeadada.

Para a variável firmeza, verificou-se que até aos 14 dias de armazenamento refrigerado, os abacates se apresentaram firmes, exibindo valores entre 189,50 (T5) a 200,00 N (T2 e T3). Após 28 dias em câmara fria, os abacates perderam firmeza, e os valores diminuíram, variando de 143,48 (T3) a 192,57 N (T7) (Tabela 8). As baixas temperaturas favorecem a conservação dos frutos de abacates que são climatéricos e, desta forma, o processo do amolecimento da polpa ocorre de forma mais lenta e gradual.

Os abacates que permaneceram a temperatura ambiente após período de refrigeração, apresentaram maior perda de firmeza da polpa em relação aos frutos avaliados somente sob refrigeração, porém esta não foi uniforme (Tabelas 9 e 8). Esses mesmos resultados também foram observados por Yahia (2011). Nos frutos, o processo do amolecimento é natural com passar do tempo (RUSSO, 2012), devido as modificações observadas na lamela média e da parede celular, ocasionadas por atividades enzimáticas que ocorrem durante o processo do amadurecimento, ou quando os frutos permanecem em situações de baixa umidade relativa do ar, pois neste caso, ocorre uma excessiva perda de água dos tecidos celulares, ocasionando a perda de pressão do turgor celular (KLUGE et al., 1997).

O registro de danos das lenticelas na casca dos frutos foi semelhante para todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento, que apresentaram notas variando de 1,0 a

1,2 (dia 0, inicial); de 0,8 a 1,3 (dia 14) e de 0,9 a 1,1 (dia 28), o que equivale desde a frutos sem presença de lenticelas a frutos com até 20% da casca com esses danos (Tabela 8). Paredes, Carranza e Vilchez (2015b) registraram 25% de danos das lenticelas na casca de abacates ‘Hass’ armazenados por 28 dias a 6°C, valor superior ao observado neste trabalho. Esses danos são muito comuns em abacateiros ‘Hass’ ainda verdes, mas à medida que os frutos amadurecem e tornam-se arroxeados, os danos se tornam invisíveis, pois este é um tipo de dano externo, não acometendo o fruto internamente (WHITE et al., 2009).

Tabela 8 - Coloração da casca (0-5), danos das lenticelas (0-5) e firmeza da polpa (N) de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, no início (dia 0), 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 5°C e 85% UR. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.

Trat. ¹	Dia inicial			14 dias			28 dias		
	*Cor (0-5)	**Danos por lenticela (0-5)	Firmeza (N)	*Cor (0-5)	**Danos por lenticela (0-5)	Firmeza (N)	*Cor (0-5)	**Danos por lenticela (0-5)	Firmeza (N) ³
1	0	1,0	200,00	0	1,2	198,51	0	1,0	146,20
2	0	1,1	189,52	0	1,2	200,00	0	1,0	164,32
3	0	1,0	197,62	0	1,2	200,00	0	1,1	143,48
4	0	1,2	196,21	0	1,3	196,12	0	1,0	174,18
5	0	1,0	194,61	0	0,9	189,50	0	1,0	164,07
6	0	1,0	195,92	0	0,8	198,06	0	0,9	166,39
7	0	1,0	199,45	0	0,8	198,97	0	1,0	192,57
CV (%)	0	19,64	40,17	0	50,74	26,37	0	45,67	31,68
Valor p	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); NS: não significativo pelo teste de Tukey; ²Valor p = Kruskal-Wallis; ³Os dados originais foram transformados $\hat{y}=y^2$.

*COR - Escala subjetiva de notas: 0 = fruto com a coloração da casca 100% verde; 1 = até 20% da coloração da casca escura (roxa); 2 = de 21 até 40% da coloração da casca escura (roxa); 3 = de 41 até 60% da coloração da casca escura (roxa); 4 = de 61 até 80% da coloração da casca escura (roxa); e 5 = > 80% da casca com a coloração arroxeada.

**DANOS DAS LENTICELAS - Escala subjetiva de notas: 0 = sem a presença de danos das lenticelas na casca do fruto; 1 = até 20% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 2 = de 21 até 40% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 3 = de 41 até 60% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; 4 = de 61 até 80% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas; e 5 = > 80% da casca dos abacates apresentando danos das lenticelas

Tabela 9 - Coloração da casca (0-5) e firmeza da polpa (N) de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado e mais 5 dias em temperatura ambiente para cada data, respectivamente. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.

Trat. ¹	14 + 5 dias		28 + 5 dias	
	*Cor (0-5)	Firmeza (N) ³	*Cor (0-5)	Firmeza (N) ⁴
1	2,4	10,12	2,70	58,15
2	2,1	23,63	3,50	23,64
3	1,8	34,88	3,60	36,58
4	1,7	29,81	4,70	3,52
5	2,0	22,65	3,10	37,98
6	2,3	11,45	3,40	34,46
7	1,8	27,33	3,50	37,36
CV (%)	54,55	48,70	53,24	54,15
Valor p	NS ²	NS	NS ²	NS

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); NS: não significativo pelo teste de Tukey; ²Valor p = Kruskal-Wallis; ³Os dados originais foram transformados $\hat{y}=\log_{10}$; ⁴ Os dados originais foram transformados $\hat{y}=y^{-1}$

*COR - Escala subjetiva de notas: 0 = fruto com a coloração da casca 100% verde; 1 = até 20% da coloração da casca escura (roxa); 2 = de 21 até 40% da coloração da casca escura (roxa); 3 = de 41 até 60% da coloração da casca escura (roxa); 4 = de 61 até 80% da coloração da casca escura (roxa); e 5 = > 80% da casca com a coloração arroxeada.

Nenhum registro do efeito dos fitorreguladores para as variáveis dano por frio, escurecimento vascular e descoloração de polpa, definidas como distúrbios fisiológicos, foram observadas entre os tratamentos (Tabelas 10 e 11).

O dano por frio na casca dos frutos foi reportado em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento (Tabela 10). No 14º dia de armazenamento os abacates apresentaram notas variando de 0,6 (T2) a 1,0 (T6), enquanto aos 28 dias, esses valores variaram de 0,7 (T7) a 1,6 (T3), o que indica que nas duas datas foram observados frutos sem danos até frutos com 20% de danos por frio (Tabela 10). Corrales-García e Tlapa-Rangel (1999) reportaram maior intensidade de danos por frio em abacates ‘Hass’ a partir do 12º dia de armazenamento refrigerado a 4°C, que exibiram até 33% de danos pelo frio ao longo dos 30 dias de armazenamento em câmara fria.

A descoloração de polpa foi registrada tanto durante o armazenamento refrigerado, quanto em temperatura ambiente. A incidência deste sintoma variou entre 0 a 20% e 0 a 10% para os dois tipos de armazenamento, respectivamente (Tabelas 10 e 11). A descoloração da polpa dos abacates pode estar associada ao armazenamento refrigerado ou a baixas temperaturas sofridas pelos abacateiros antes do período da colheita dos frutos, ocorrendo pela ação da enzima polifenol oxidase (PPO); fenóis e de alguns tipos de disfunções celulares (YAHIA, 2011; HOFMAN; BOWER; WOOLF, 2013).

O escurecimento vascular também foi observado na polpa dos frutos armazenados em câmara fria e nos avaliados em temperatura ambiente. A incidência deste sintoma variou entre 0 a 20% e 0 a 30% para os dois tipos de armazenamento, respectivamente (Tabelas 10 e 11). O escurecimento vascular da polpa dos frutos pode estar relacionado ao longo período de armazenamento em câmara fria; a temperaturas de armazenamento inadequadas ou a podridões causadas na extremidade do pedúnculo, quando este não permanece no fruto colhido (HOFMAN; BOWER; WOOLF, 2013).

Os distúrbios fisiológicos também podem estar relacionados a diversos fatores pré-colheita como temperaturas e precipitações no local de cultivo, idade e vigor dos abacateiros, tamanho de frutos, época de colheita e condições nutricionais das plantas (HOFMAN; BOWER; WOOLF, 2013).

Assim como observado neste trabalho, outros autores também não reportaram efeitos na qualidade pós-colheita de ‘Hass’ para as variáveis escurecimento vascular e descoloração de polpa, em abacateiros submetidos a pulverização foliar de paclobutrazol (SYMONS; WOLSTENHOLME, 1990), prohexadione-cálcio, 6-benziladenina (LOVATT, 2003; 2004) e ácido giberélico (LOVATT, 2003; 2004; LOVATT; SALAZAR-GARCÍA, 2006).

Tabela 10 - Desordens fisiológicas em frutos de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, no início (dia 0), 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 5°C e 85% UR. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.

Trat. ¹	Dia inicial		14 dias			28 dias		
	Escurecimento vascular (%)	*Descoloração de polpa (%)	**Escurecimento vascular (%)	*Dano por frio (0-5)	***Descoloração de polpa (%)	**Escurecimento vascular (%)	*Dano por frio (0-5)	***Descoloração de polpa (%)
1	0	0	10	0,7	0	0	0,9	20
2	0	0	0	0,6	0	0	0,9	0
3	0	0	0	0,9	0	20	1,6	0
4	0	0	0	0,7	0	0	1,1	0
5	0	0	0	0,9	0	0	1,4	0
6	0	0	0	1,0	0	0	1,5	0
7	0	0	0	0,9	0	0	0,7	0
CV (%)	0	0	11,78	42,69	0	15,71	45,68	15,71
Valor p	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); NS: não significativo pelo teste de Tukey; ²Valor p = Kruskal-Wallis.

*DANOS POR FRIO - escala subjetiva de notas: 0 = sem a presença de danos por frio na casca do fruto; 1 = até 20% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 2 = de 21 até 40% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 3 = de 41 até 60% da casca dos abacates apresentando danos por frio; 4 = de 61 até 80% da casca dos abacates apresentando danos por frio; e 5 = >80% da casca dos abacates apresentando danos por frio.

**ESCURECIMENTO VASCULAR: Porcentagem da incidência de frutos que apresentaram o dano

***DESCOLORAÇÃO DE POLPA: Porcentagem da incidência de frutos que apresentaram o dano

Tabela 11 - Desordens fisiológicas em frutos de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado e mais 5 dias em temperatura ambiente para cada data, respectivamente. Laboratório de Pós-Colheita, ESALQ/USP, 2014/2016.

Trat. ¹	14 + 5 dias		28 + 5 dias	
	Escurecimento vascular (%)	*Descoloração de polpa (%)	**Escurecimento vascular (%)	***Descoloração de polpa (%)
1	0	0	10	0
2	0	0	10	10
3	0	0	0,0	0
4	0	0	30	10
5	0	0	10	0
6	0	0	20	0
7	10	0	10	0
CV (%)	11,78	0	33,56	16,67
Valor p	NS ²	NS ²	NS ²	NS ²

¹T1 = água; T2= 909 mg.L⁻¹ de Viviful® (250 mg.L⁻¹ ProCa); T3 = 0,7% Cultar® 250 SC (0,175% paclobutrazol); T4= 0,7% Sunny® (0,035% uniconazole); T5= 1% Moddus® (0,25% TrixE); T6= 1250 mg.L⁻¹ de MaxCel® (25 mg.L⁻¹ BA); T7= 125 mg.L⁻¹ de ProGibb® 400 (50 mg.L⁻¹ GA₃); NS: não significativo pelo teste de Tukey; ²Valor p = Kruskal-Wallis.

**ESCURECIMENTO VASCULAR: Porcentagem da incidência de frutos que apresentaram o dano

***DESCOLORAÇÃO DE POLPA: Porcentagem da incidência de frutos que apresentaram o dano

5. CONCLUSÕES

O inibidor de giberelina uniconazole reduz o comprimento dos brotos de primavera em abacateiros 'Hass' não irrigados.

Os distintos fitorreguladores não afetam número de frutos, produção, eficiência produtiva, nem a qualidade pós-colheita de frutos de abacateiros 'Hass' não irrigados.

A alternância produtiva de abacateiros 'Hass' se reduz pela aplicação da citocinina 6-benziladenina (BA).

Os antigiberélicos prohexadione-cálcio e uniconazole, bem como a citocinina 6-benziladenina alteram positivamente o tamanho dos frutos de abacateiros 'Hass'.

Há modificação no formato dos frutos de abacateiros 'Hass' com aplicação de inibidores da biossíntese de giberelinas e do ácido giberélico.

REFERÊNCIAS

ADATO, I. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. *Scientia Horticulturae*, v. 45, p. 105–115, 1990.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, FNP Consultoria, 2016.

ATUCHA, A. **Efecto del Prohexadione Calcio sobre la productividad y desarrollo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass**. 2006. 56 f. Tesis (Licenciatura en Agronomía) – Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, 2006.

BARRERA, C. A. D. **Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate Hass producidos en la zona marginal alta cafetera**. 2014. 60 f. Monografía (Programa de Agronomía) – Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Dosquebradas, 2014.

BEN-YA'ACOV, A.; MICHELSON, E. Avocado rootstocks. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**. New York: John Wiley and Sons, Inc. v. 17, 1995. p. 381-429.

BONINO, L. C.; MANDIOLA, P. L.; ANTOGNOLI, F. R. Efecto de la distancia de plantacion em huertos de alta densidade em palto cv. Hass – Primer avance. In: CONGRESO MUNDIAL DEL AGUACATE, VII., 2011, Cairns. **Actas...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011.

BUBÁN, T. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. **Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 381-390, 2000.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; SILVA, S. R.; BAPTISTA, E. G.; BROGIO, B. A.; ROCHA, D. U. Aplicação de inibidores de giberelinas durante o florescimento em abacateiros cv. 'Margarida'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXIV., 2016, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2016.

CARDOSO, M. G. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; VIANAS, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H. Florescimento e frutificação de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Rosa promovidos por diferentes doses de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 209-212, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v29n2/02.pdf>>.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas**. 2016. Disponível em:<<http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 9 set. 2016.

CHANDERBALI, A. S.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; WOLSTENHOLME, B. N. Taxonomía y Botánica. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. **El Aguacate: Botánica, Producción y Usos**. 2. ed. Chile: CABI publishing, Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2013. cap. 3, p. 49-71.

CHAPMAN, G.P. Pollination and the yields of tropical crops: an appraisal. **Euphytica**, Dordrecht, v. 13, p. 187-197, 1964.

CHATZIVAGIANNIS, M. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; OLIVEIRA, M. X.; REBOUÇAS, T. N. H. Florescimento e produtividade de mangueira ‘Boubon’, ‘Palmer’ e ‘Rosa’ com uso de paclobutrazol. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 15, n. 1, p. 41-17, 2014.

CORRALES-GARCÍA, J.; TLAPA-RANGEL, C. C. Danos por frio y producción de etanol em aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 5, p. 345-351, 1999.

COSSIO-VARGAS, L. E.; SALAZAR-GARCÍA, S.; GONZÁLEZ-DURÁN, I. J. L.; MEDINA-TORRES, R. Fenología del aguacate ‘Hass’ em el clima semicálido de Nayarit, México. **Revista Chapingo, Serie Horticultura**, v. 14, n. 3, p. 325-330, 2008.

CRANE, J. H.; DOUHAN, G.; FABER, B. A.; ARPAIA, M. L.; BENDER, G. S.; BALERDI, C. F.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F. Cultivares y portainjertos. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. **El Aguacate: Botánica, Producción y Usos**. 2. ed. Chile: CABI, Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2013. cap. 8, p. 243-281.

CUTTING, J. G. M. The cytokinin complex as related to small fruit in 'Hass' avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 16, p. 20-21, 1993.

CUTTING, J. G. M.; BOWER, J. P. Spring vegetative flush removal: the effect on yield, size, fruit mineral composition and quality. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 13, p. 33-34, 1990.

DIAS, J. P. T. **Etil-trinexapac em diferentes concentrações e épocas de aplicações no crescimento de figueira (*Ficus carica* L.)**. 2014. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Faculdade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Botucatu, 2014.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1995. 53 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 2).

ELFVING, D. C. N-(phenylmethyl)-1H-purine-6-amine (BA) as a chemical thinner for ‘Idared’ apple. **Acta Horticulturae**, v. 239, p. 357-362, 1989.

ERASMUS, H. D.; BROOKS, W. H. Foliar application of uniconazole (Sunny®) to avocado trees to improve fruit size and yield and to change fruit shape. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 21, p. 52–53, 1998.

EVANS, J. R.; EVANS, R. R.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, Prohexadione-calcium. **HortScience**, v. 34, n. 7, p. 1200-1201, 1999.

FAO. **FAOSTAT: food and agricultural commodities production**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

FINAZZO, S. F.; DAVENPORT, T. L. Partitioning of recent photoassimilates during avocado fruit development and abscission. In: The Plant Growth Regulation Society of America, 1988, USA. **Proceedings...** 1988. Disponível em: <http://www.pgrsa.org/sites/default/files/conference_proceedings/pgrsa-1988.pdf>.

FLORES, D. **México: avocado annual production and exports forecast higher**. 2012. Disponível em: <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_11-26-2012.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPTISTELLA, C. S. L. Cultura do abacate no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 27-41, maio, 2005.

GARNER, L.; KLEIN, G.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C. J. Response of evergreen perennial tree crops to gibberellic acid is crop load-dependent: II. GA3 increases yield and fruit size of 'Hass' avocado only in the on-crop year of an alternate bearing orchard, **Scientia Horticulturae**, Califórnia, v. 130, n. 4, p. 753-761, 2011.

GRAEBE, J. E. Gibberellin biosynthesis and control. **Annual Reviews, Plant Physiology**, v. 38, p. 419-465, 1987.

GREENE, D. W.; AUTIO, W. R. Evaluation of benzyladenine as a chemical thinner on 'McIntosh' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, p. 68-73, 1989.

GREENE, D. W.; AUTIO, W. R.; ERF, J. A.; MAO, Z. Y. Mode of action of Benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 5, p. 775-779, 1992.

HOFMAN, P. J.; BOWER, J.; WOOLF, A. Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. **The Avocado: botany, production and uses**. 2. ed. Wallingford: CABI publishing, 2013. Chap. 15, p. 489-540.

HOFMAN, P. J.; FUCHS, Y.; MILNE, D. L. Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing. In: WHILEY, A. W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N. **The avocado: botany, production and uses**. (Ed.). Wallingford: CAB publishing, 2002. chap. 14, p. 363-402.

HOFMAN, P. J.; VUTHAPANICH, S.; KLIEBER, A.; WHILEY, A. W.; SIMONS, D. H. **Effect of locality, irrigation and paclobutrazol on quality of 'Hass' avocado**. In: COATES, L. M.; HOFMAN, P. J.; JOHNSON, G. I. Disease control and storage life extension in fruit. (Eds.). Chiang Mai: ACIAR, Canberra, 1998. p. 67-76.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatística: frutas fresca**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 16 ago. 2016.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.J. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 1997. 163 p.

KÖHNE, J. S.; KREMER-KÖHNE, S. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (paclobutrazol). **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 10, p. 64–66, 1987.

KÖHNE, J. S.; KREMER-KÖHNE, S. Comparison of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 12, p. 38–39, 1989.

KOLLER, O. C. **Abacaticultura**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1992, 138 p.

KOLLER, O. C. **Abacate**: Produção de mudas, instalação, manejo de pomares, colheita e pós-colheita. (Ed.). Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002, 154 p.

KREMER-KÖHNE, S.; KÖHNE, J. S. Possible means to increase Hass avocado fruit size. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, III., 1995, Israel. **Proceedings...** Israel: Internacional Avocado Society, 1995. p. 29-31.

KREMER-KÖHNE, S.; KÖHNE, J. S.; KIRKMAN, B. Yield and fruit quality of avocado cv Fuerte as influenced by paclobutrazol foliar applications. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 14, p. 22-23, 1991.

LEANDRO, D. F.; RAMIREZ, R. Q.; CAJACHAGUA, E. F. Aplicación de Paclobutrazol en el rendimiento del cultivo de palto cv. "Hass". In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Actas...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015. p. 253-256.

LEONARDI, J. Progress in canopy management of avocados. In: AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND AVOCADO GROWERS' CONFERENCE 'VISION 2020', 2001, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: Conference CD, Australian Avocado Growers' Federation, Session 7/18, 2001, 11 p.

LEONARDI, J. New strategies and tools for avocado canopy management. In: AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND AVOCADO GROWERS' CONFERENCE, 5., 2005, Tauranga. **Proceedings...** Tauranga: Australian Avocado Growers' Federation, Session 9, 2005, 15 p.

LEVER, B. G. Cultar - a technical overview. **Acta Horticulturae**, v. 179, p. 459-466, 1986.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA-MATOS, R. R. S. Inibidor de crescimento em macieira (*Malus domestica*) 'Eva' no vale do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXII., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 3757-3760, 2012.

LOPEZ-JIMENEZ, A.; EYHERAGUIBEL, B.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; AVILES, J.; LOVATT, C. J. Mitigating alternate bearing of 'Hass' avocado in Californi. In: WORLD

AVOCADO CONGRESS, VII., 2011, Cairns. **Abstract...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011.

LOVATT, C. J. Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. In: CALIFORNIA AVOCADO RESEARCH SYMPOSIUM, 2003, Riverside. **Proceedings...** Riverside: California Avocado Commission, 2003, p. 108-115.

LOVATT, C. J. Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. In: CALIFORNIA AVOCADO RESEARCH SYMPOSIUM, 2004, Riverside. **Proceedings...** Riverside: California Avocado Commission, 2004, p. 96-107.

LOVATT, C. J. Plant growth regulators for avocado production. **California Avocado Society Yearbook**, v. 88, p. 81-91, 2005.

LOVATT, C. J.; SALAZAR-GARCÍA, S. Plant growth regulators for avocado production. In: PGRSA ANUUAL MEETING, 33rd., 2006, Quebec. **Proceedings...** Quebec: Plant Growth Regulation Society of America, 2006, p. 98-107.

MACIEL, M. R. A. Botânica e biologia reprodutiva do abacateiro. In: LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. **Abacate: Aspectos técnicos da produção**. 1^a ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Cultura Acadêmica Editora, 2008. cap. 2, p. 17-23.

MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; SILVA, S. R.; SOUSA, F. F. Polinização em flores do abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 937-941, 2000.

MANDEMAKER, A. J.; CUTTING, J. G. M.; SMITH, D. B.; DIXON, J. Effect of Prohexadione-Ca on shoot growth, fruit set and retention in 'Hass' avocado in New Zealand. **New Zealand Avocado Grower's Association Annual Research Report**, v. 5, p. 35 – 42, 2005.

MENA, F.; GARDIAZABAL, F.; MAGDAHL, C.; WHILEY, A. W.; CANTUARIAS, T.; WILHELMY, C.; GONZÁLEZ, F. Efecto del uniconazol-P (Sunny®) sobre el crecimiento y productividad de paltos cv. Hass en Chile. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, V., 2003, Granada – Málaga. **Proceedings...** Granada – Málaga, 2003. p. 267-272. Disponível em: <http://www.avocadosource.com/WAC5/WAC5_TOC.htm>. Acesso em: 29 ago. 2016.

MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. F. **Culturas do abacateiro e do abacaxizeiro**: Boletim técnico, v. 5. Mossoró: UFERSA, 2011. 37 p.

MENZEL, C. M.; LEGADEC, M. D. Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 117, p. 21-36, 2014.

MICKELBART, M. V.; BENDER, G. S.; WITNEY, G. W.; ADAMS, C.; ARPAIA, M. L. Effects of clonal rootstocks on 'Hass' avocado yield components, alternate bearing, and nutrition. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 82, n. 3, p. 460-466, 2007.

MONSELISE, S. P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Alternate bearing in fruit trees. In: JANICK, J. **Horticultural reviews**. vol. 4. West Lafayette: The AVI Publishing Company, 1982. cap. 5, p. 128-173.

MONTERROSO, A. **Evolution of gibberellic acid (Progibb-PGR) to improve flower and fruit setting on avocados**. 2010. Disponível em: <<http://ir4.rutgers.edu/FoodUse/PerfData/3423.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016

MORAES, A. F. G. **Desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de abacateiro cv. ‘Hass’ sobre dois porta-enxertos nas condições edafoclimáticas da região central do Estado de São Paulo**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MOUCO, M. A. C. **Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas**. 2008. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Botucatu, 2008.

MOUCO, M. A. C.; LIMA, M. A. C. **Reguladores vegetais no manejo da produção e qualidade de abacate no semiárido brasileiro**: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 118. Petrolina: EMBRAPA, 2014. 25 p.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira ‘Tommy Atkins’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 273-279, fev, 2010.

NAAMANI, G. Global Trends in main avocado markets. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, VII., 2011, Cairns. **Proceedings...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011.

NACHTIGAL, J. C. Abacateiro (*Persea americana*, Mill.). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de fruteiras**: Abacateiro, aceroleira, macieira, pereira e videira. 1ª ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2003. cap. 1, p. 1-24.

OLIVEIRA, M. C.; PIO, L. R.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; PASQUAL, M.; SANTOS, V. A. Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 411-418, mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013000300006>. Acesso em: 29 jan. 2016.

PAREDES, G. O.; CARRANZA, C. A.; VILCHEZ, W. M. Efecto del uso de biopelícula sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil en *Persea Americana* “palto” var. Hass. In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Proceedings...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015a. p. 441-448.

PAREDES, G. O.; CARRANZA, C. A.; VILCHEZ, W. M. Efecto de atmosfera controlada sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de *Persea americana* “Palto” var. Hass In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Proceedings...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015b. p. 430-435.

PAZ-VEGA, R. Producción, comercialización y consumo del aguacate: una perspectiva global. In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Resúmenes...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015. p. 5.

PEARCE, S. C.; DOBERSEK-URBANC, S. The measurements of irregularity in growth and cropping. **Journal of Horticultural Science**, Geneva, v. 42, p. 295-305, 1967.

PENTER, M. G.; SNIJDER, B.; STASSEN, P. J. C.; SCHÄFER, E. The effect of growth inhibitors on fruit production in 'Hass' avocado trees. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 23, p. 46-51, 2000.

PEREIRA, P. A. **Evolução da produção mundial e nacional de abacate**. 2015. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engharia Agrônômica) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PUTTI, F. F.; GÓES, B. C.; CAETANEO, P. F. Análise econômica de oferta e demanda do abacate na alta paulista. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, X. Tupã, v. 10, n. 7, p. 158-169, 2014. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/835>. Acesso em: 16 ago. 2016.

RADEMACHER, W. Gibberellin control in plants: from molecular biology to commercial application. In: PGRSA ANNUAL MEETING., 24rd., 1997, USA.

Proceedings...USA: Plant Growth Regulation Society of America, 1997. p. 1-2. Disponível em: <http://www.pgrsa.org/sites/default/files/conference_proceedings/pgrsa-1997.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2016.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531, 2000.

RAMOS, D. P.; SAMPAIO, A. C. Principais variedades de abacateiro. In: LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. **Abacate**: Aspectos técnicos da produção. (Ed.). São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Cultura Acadêmica Editora, 2008. cap. 4, p. 37-64.

RUSSO, V. C. **Conservação refrigerada de abacate 'Hass' e 'Fuerte' submetidos à atmosferas modificadas ativas**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Botucatu, 2012.

SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO-VARGAS, L. E.; GONZÁLEZ-DURÁN, I. J. L. **Uso de Biorreguladores Vegetales para Mejorar la Productividad del Aguacate 'Hass' en Nayarit**: Folheto Científico, 1. México: INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Santiago Ixcuintla, 2007. 35 p.

SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO-VARGAS, L. E.; GONZÁLEZ-DURÁN, I. J. L.; LOVATT, C. J. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. Parte I. Influência de la carga de fruto y edad de los brotes. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 13, n. 1, p. 82-92, 2007a.

SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO-VARGAS, L. E.; GONZÁLEZ-DURÁN, I. J. L.; LOVATT, C. J. Foliar-applied GA₃ advances fruit maturity and allows off-season harvest of 'Hass' avocado. **HortScience**, v. 42, n. 2, p. 257-261, 2007b.

SALAZAR-GARCÍA, S.; LORD, E. M.; LOVATT, C. J. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 4, p. 537-544, 1998.

SANTOS, N. T. **Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura morta na cultura do abacateiro visando minimizar os danos causados por *Phytophthora cinnamomi***. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SILVA, S. R.; CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MATTAR, G.; FEICHTENBERGER, E.; MOURÃO-FILHO, F. A. A.; BREMER-NETO, H. Cultural practices to control *Phytophthora* root in 'Hass' avocados under subtropical conditions. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, VII., 2011, Cairns. **Abstract...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011.

SILVA, G. J. N.; SOUZA, E. M.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; MOUCO, M. A. C. Uniconazole on mango floral induction cultivar 'Kent' at submedio. **Acta Horticulturae**, Bologna, v. 884, p. 677-682, 2010.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SOTO, E.; AZKUE, M. P.; AVILÁN, L.; ESCALANTE, H.; RODRÍGUEZ, M.; RUIZ, J. Efecto de la poda y la aplicación de paclobutrazol y sobre la floración y las dimensiones de la panícula del mango. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 30, p. 15-25, 2004.

STASSEN, P. J. C.; SNIJDER, B.; DONKIN, D. J. Results with spacing, tree training and orchard maintenance in young avocado orchards. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 5, p. 159-164, 1999.

SYMONS, P. R. R.; WOLSTENHOLME, B. N. Field trial using paclobutrazol foliar sprays on Hass avocado trees. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 13, p. 35-36, 1990.

TADEO, F. R.; GÓMEZ-CADENA, A.; BEN-CHEIKEN, W.; PRIMI-MILLO, E.; TALÓN, M. Gibberellin-ethylene interaction controls radial expansion in citrus roots. **Planta**, v. 21, p. 1001-1003, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

THORP, T. G.; ANDERSON, P.; CAMILLERI, M. Avocado tree growth cycles – A quantitative model. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, III., 1995, Israel. **Proceedings...** Israel: Internacional Avocado Society, 1995. Disponível em: <http://www.avocadosource.com/WAC3/wac3_p076.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

THORP, T. G.; SEDGLEY, M. Manipulation of shoot growth patterns in relation to early fruit set in 'Hass' avocado (*Persea Americana* Mill.). **Scientia Horticulturae**, v. 56, p. 147–156, 1993.

UNRATH, C. R. The commercial implications of gibberellin A₄A₇ plus benzyladenine for improving shape and yield of 'Delicious' apples. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 99, p. 381-384, 1974.

UPRETI, K. K.; REDDY, Y. T. N.; SHIVU-PRASAD, S. R.; BINDU, G. V.; JAYARAMA, H. L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 414-418, 2013.

VIVAR, S. F.; ALVAREZ, J. E. Incremento del tamaño de fruto de palto 'hass' (*Persea americana* Mill.) Con aplicaciones de ácido Giberélico, Thidiazuron y anillado de ramas. In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Proceedings...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015. p. 284-289.

VÖLKER, F. M.; IRAZABAL, F. G.; BARRIENTOS, J. T.; ARÉVALO, A. P. Efecto de la época de cosecha sobre el rendimiento y calibre de la fruta de paltos (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. In: CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA, VIII., 2015, Lima. **Proceedings...** Lima: Internacional Avocado Society, 2015. p. 353-357.

VUTHAPANIC, S.; HOFMAN, P. J.; WHILEY, A. W.; KLIEBER, A.; SIMONS, D. H. Effects of irrigation and foliar Cultar® on fruit yield and quality of 'Hass' avocado fruit. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, III., 1995, Israel. **Proceedings...** Israel: Internacional Avocado Society, 1995.

WHILEY, A.W.; SARANAH, J. B.; CULL, B. W.; PEGG, K. G. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. **Queensland Agricultural Journal**, v. 114, p. 29–36, 1988.

WHILEY, A.W.; SARANAH, J. S.; WOLSTENHOLME, B. N.; RASMUSSEN, T. S. Use of paclobutrazol sprays at mid-anthesis on fruit size and yield of avocado (*Persea americana* Mill. cv 'Hass'). **Journal of Horticultural Science**, v. 66, p. 593–600, 1991.

WHILEY, A. W.; WOLSTENHOLME, B. N.; FABER, B. A. Manejo del cultivo. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. **El Aguacate: Botánica, Producción y Usos**. 2 ed. Chile: CABI, Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2013. cap. 12, p. 405-448.

WHITE, A.; WOOLF, A.; HOFMAN, P.; ARPAIA, M. L. **The international avocado quality manual**. Auckland: Plant and Food Research Publisher, 2009. 70 p.

WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. Carbohydrate and phonological cycling as management tools for avocado orchards. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 12, n. 33, p. 33–37, 1989.

WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W.; SARANAH, J. B. Manipulating vegetative: reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. **Scientia Horticulturae**, v. 41, p. 315–327, 1990.

YAHIA, E. M. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. v. 2. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. 532 p.

ZEKRI, M. Evaluation of orange trees budded on several rootstocks and planted at high density on flat woods soil. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Gainesville, v. 113, p. 119-123, 2000.

ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C.J. Effect of foliar-applied plant bioregulators on 'Hass' avocado yield. In: **WORLD AVOCADO CONGRESS, VII.**, 2011, Cairns. **Proceedings...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011.

ZILKAH, S.; DAVID, I.; YESELSON, Y.; TAMIR, M.; WINER, L. Increasing 'Hass' avocado fruit size by CPPU and GA application. In: **WORLD AVOCADO CONGRESS, III.**, 1995, Israel. **Proceedings...** Israel: Internacional Avocado Society, 1995. p. 11-18.