

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO HUMANA**

TATIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E DE FITOESTERÓIS EM FRUTOS DE
QUATRO VARIEDADES DE ABACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BRASÍLIA
2008**

TATIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E DE FITOESTERÓIS EM FRUTOS DE
QUATRO VARIEDADES DE ABACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA

2008

TATIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E DE FITOESTERÓIS EM FRUTOS DE
QUATRO VARIEDADES DE ABACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL)**

**Dissertação apresentada como requisito
à obtenção do grau de Mestre em
Nutrição Humana, Programa de Pós
graduação em Nutrição Humana,
Departamento de Nutrição, Faculdade de
Ciências da Saúde, Universidade de
Brasília**

Orientadora: Profa Dr^a Marina Kiyomi Ito

BRASÍLIA

2008

BANCA EXAMINADORA

Presidente da Banca: Prof^a Dr^a Marina Kiyomi Ito

Departamento de Nutrição – Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade de Brasília

2º Membro: Prof^a Dr^a Elaine Meire de Assis

Departamento de Nutrição – Faculdade de Nutrição – Universidade Federal de Goiás

3º Membro: Dr^o Tadeu Graciolli Guimarães

Engenheiro Agrônomo – Pesquisador Fruticultura/Nutrição de Plantas – Embrapa Cerrados

4º Membro: Prof^a Dr^a Wilma Maria Coelho Araújo

Departamento de Nutrição – Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade de Brasília

A Deus por me dar força, saúde e paz interior, para conseguir concluir mais essa etapa na minha caminhada.

Aos meus pais, Trajano e Maria Helena
e a minha irmã Juliana por todo incentivo
e carinho durante essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, professora Marina, por toda competência, a inteligência, a determinação, os conselhos, as conversas, as dicas como colega de trabalho, os ensinamentos e principalmente, a paciência. E também por confiar em mim, pois sem nem me conhecer me aceitou entre no seu grupo de orientadas, do qual tenho muito orgulho de ter participado.

Agradeço aos meus pais, Trajano e Maria Helena, que sempre entenderam minha ausência nesse período, e apesar da saudade sempre tiveram doces palavras para me confortar, principalmente nos momentos mais difíceis.

Agradeço a minha irmã Juliana, pela paciência, amizade, cumplicidade, carinho, determinação, inteligência e pela ajuda nas correções finais.

Aos meus tios Paulinho e Eliane, por abrirem a porta da sua casa e me receberem com todo carinho, amor e atenção. Aos meus primos Karina e Leandro, por se tornarem verdadeiros irmãos de coração, meu muito obrigada.

Agradeço aos colegas do mestrado, com os quais eu dividi momentos ímpares na minha vida, que jamais serão esquecidos. A Veruska pelos conselhos e pela prestatividade. A Rosa por todo o apoio, principalmente no início de tudo. A Rosana por ter se tornado uma amiga de profissão. Ao Márcio por dividir comigo momentos de desespero no laboratório de Química, e ainda conseguir fazer sair um sorriso num momento de lágrimas. A Luana por dividir comigo disciplina. Em especial a Paula Bagno, por ter se tornado uma amiga. Por todas suas ajudas nas análises, por estar sempre disponível para tirar minhas dúvidas no laboratório.

Aos colegas do laboratório de Química, que fizeram parte da minha vida em 2007, que me acolheram com tanto carinho, muito obrigada a professora Inês, a Waleria, a Mariane, a Erislene, a Tatiane, a Karina e a Daniela.

Agradeço aos colegas do Laboratório de Nutrição que estiveram comigo durante todo o mestrado, em especial a aluna de PIBIC Thaís, Fábio, Débora e Lili.

Agradeço ao professor Hugo que foi um grande orientador durante todo o mestrado, por todo o entusiasmo, a competência, a inteligência, o dinamismo, a garra, a persistência, o amor à Química, pelo apoio na parte prática dos experimentos, os conselhos, as dicas, os ensinamentos, os cafezinhos no período da manhã e principalmente, o carinho.

Agradeço ao Senhor Antonio técnico do laboratório de química e ao Warte do laboratório de Nutrição pelo auxílio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, aos professores e funcionários, pela convivência, pelos ensinamentos e pela acolhida. Em especial as professoras Karin, Raquel, Sandra, Wilma e Egle por todo o apoio.

Agradeço aos professores Elaine e Eduardo que sempre me incentivaram a seguir a carreira de docente, dos quais me orgulho muito, por serem os responsáveis pelo meu amor à pesquisa.

Agradeço à Deus que sempre me deu força para seguir em frente, por ter me dado saúde, força, determinação, inteligência, persistência e por ter me mostrado sempre um lado mais fácil nos momentos mais difíceis. E por todas as oportunidades que vem surgindo na minha vida, muito obrigada.

Aos meus amigos que sempre me deram força para seguir em frente, em especial a Larissa, Kelma, Lu, Kiki, Tânia, July, Renata Pires, Renata Melo, Eliane, Izabella, Dani.

Agradeço à Família QG pelo apoio, confiança e por acreditarem sempre em mim, meu eterno obrigada.

A Embrapa por disponibilizar os frutos para essa pesquisa, e aos pesquisadores Tadeu Gracioli e Marcelo Fidelis por todos os auxílios nesse período.

Ao Cnpq por conceder a bolsa durante o mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
APRESENTAÇÃO.....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1.1 Doenças crônicas não transmissíveis.....	19
1.2 Esteróis.....	21
1.3 Ácidos graxos monoinsaturados.....	25
1.4 Abacate.....	26
1.4.1 Ácido graxo e abacate.....	29
1.4.2 Fitosteróis e abacate.....	30
2. OBJETIVOS.....	32
2.1 Geral.....	32
2.2 Específico.....	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Matéria-prima.....	33
3.2 Locais dos experimentos.....	34
3.3 Delineamento do estudo.....	34
3.3.1 Estudo da composição de ácidos graxos e fitosteróis dos diferentes variedades de abacate.....	34
3.3.2 Estudo da composição de ácidos graxos e fitosteróis nos diferentes períodos da safra.....	34
3.3.3 Estudo da mudança da composição de ácidos graxos e fitosteróis nos diferentes estágios de maturação pós-colheita.....	35
3.4 Preparação da amostra.....	35
3.4.1 Extração do lipídio.....	35
3.4.2 Saponificação.....	36
3.4.3 Análise de fitosteróis.....	36
3.5 Curva de calibração para fitosteróis.....	37

3.6 Extração e metilação de ácidos graxos.....	38
3.7 Análise estatística.....	40
4 Capítulo 1: Perfil de ácidos graxos em frutos de quatro variedades de abacate (<i>PERSEA AMERICANA</i> MILL).....	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	44
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
4.2.1 Análise estatística.....	47
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.4 CONCLUSÃO.....	56
4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
5 Capítulo 2: Concentração de fitoesteróis em frutos de quatro variedades de abacate (<i>PERSEA AMERICANA</i> MILL).....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
5.1 INTRODUÇÃO.....	62
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
5.2.1 Curva de calibração para fitosteróis.....	65
5.2.2 Análise estatística.....	65
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
5.4 CONCLUSAO.....	70
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	73
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8 APÊNDICES.....	79
APÊNDICE A: Fotos Variedades Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner.....	80
APÊNDICE B: Fotos Variedades Wagner início, pleno e final da safra...	82
APÊNDICE C: Fotos Variedades Wagner pós-colheita, maduro e pós-maduro.....	84

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Organização Mundial de Saúde	OMS
Lipoproteína de baixa densidade	LDL
Lipoproteína de alta densidade	HDL
Doenças crônicas não transmissíveis	DCNT
Triacilgliceróis	TAG
Gasto energético total	GET
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	EMBRAPA
Flame ionization detector	FID
Ácido clorídrico	HCL
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄
Bicarbonato de potássio	KHCO ₃

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Fontes de fitosteróis em alimentos (mg/100g de alimentos).....	24
Tabela 2. Composição dos esteróis na fração insaponificáveis de óleos de abacate de diferentes cultivares expressos em mg/100g de esteróis totais.....	31

Capítulo 1

Tabela 1. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca de 4 variedades de frutos de abacate.....	48
Tabela 2. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca de frutos de abacate da variedade Wagner em diferentes períodos de maturação.....	50
Tabela 3. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca em diferentes períodos da safra da variedade Wagner.....	50
Tabela 4. Concentração de lipídio e de ácido graxo de quatro variedades de abacate.....	52
Tabela 5. Concentração de lipídio e de ácido graxo de frutos de abacate variedade Wagner, em diferentes períodos da safra.....	53
Tabela 6. Concentração de lipídio e de ácido graxo do fruto de abacate da variedade Wagner em períodos diferentes de maturação.....	54

Capítulo 2

Tabela 1. Teores de fitoesteróis em diferentes variedades de abacate (mg/100g de polpa).....	67
Tabela 2. Teores de fitoesteróis em períodos diferentes da safra de abacate da variedade Wagner (mg/100g de polpa).....	68
Tabela 3. Teores de fitoesteróis em períodos diferentes de maturação do abacate da variedade Wagner (mg/100g de polpa).....	68

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Estrutura básica dos esteróis.....	21
Figura 2. Estrutura básica dos principais esteróis dietéticos.....	22

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação abrange a avaliação da composição de ácidos graxos e de fitoesteróis em frutos de quatro variedades de abacate (*PERSEA AMERICANA* MILL), produzidas em condições de campo, no Cerrado. Foi estruturada no formato de artigo, de acordo com as normas desta pós-graduação, de forma a contemplar a seguinte divisão:

- Na parte I, foram apresentadas a introdução, contendo uma revisão de literatura bibliográfica do tema, os objetivos, os materiais e métodos, e as referências bibliográficas citadas ao longo desta primeira parte;
- Na parte II, encontram-se dois artigos, apresentados em capítulos, referentes aos resultados obtidos neste trabalho e as respectivas discussões:
 - Capítulo 1: refere-se ao artigo “Composição de ácidos graxos do fruto do abacate *in natura*”, o qual será, possivelmente, submetido a periódico especializado.
 - Capítulo 2: refere-se ao artigo “Avaliação do conteúdo de fitoesteróis do fruto de abacate *in natura*”, o qual será, possivelmente, submetido ao periódico especializado.
- Na parte III, foram apresentadas as conclusões gerais deste trabalho, obtidas a partir dos resultados expostos nos artigos produzidos.

As referências bibliográficas de toda a dissertação, incluindo as citadas nos artigos, foram mantidas em extenso no corpo do texto para facilitar a leitura deste trabalho.

RESUMO

Os fitosteróis, presentes na porção insaponificável das gorduras dietéticas, têm sido apontados como fator protetor contra as doenças cardiovasculares e o ácido graxo oléico tem sido estudado com evidências de efeitos positivos na prevenção e tratamento de doenças crônicas. Devido à elevada riqueza nestes dois componentes apresentada pelos frutos de abacate, este estudo teve como objetivo avaliar quatro variedades desta fruta quanto ao seu conteúdo de ácidos graxos e de fitosteróis. Dentre as variedades estudadas (Wagner, Fortuna, Fuerte e Hass), Fuerte ($20,09 \pm 3,16$ g/ 100g) e Wagner ($20,99 \pm 1,43$ g/ 100g) foram as que apresentaram maiores concentrações lipídico ($p < 0,05$), e Fuerte foi a variedade mais rica em ácido oléico ($63,16 \pm 0,11\%$). O perfil de fitoesteróis foi significativamente diferente entre as quatro variedades analisadas. O β -sitosterol foi o mais abundante dos quatro esteróis identificados no estudo, e a variedade Fuerte foi a mais rica nesta molécula ($207,21 \pm 17,63$ mg/100g) ($p < 0,05$). Traços de colesterol foram encontrados nas variedades Fortuna e Fuerte. O conteúdo lipídico e de fitoesteróis elevaram-se com a evolução da maturação do fruto, porém o perfil dos ácidos graxos permaneceu inalterado. Os conteúdos lipídico, de ácido oléico e de β -sitosterol foram maiores no período final da safra. Os resultados deste trabalho indicam que, dentre as variedades estudadas, Fuerte é a mais indicada para consumo visando os benefícios comprovados deste ácido graxo e dos fitoesteróis à saúde.

Palavra-chave: ácidos graxos, fitosteróis, abacate, lipídios.

ABSTRACT

The phytosterols, present in the non saponifiable portion of dietary fats have been pointed out as protective against cardiovascular diseases. The oleic acid is another compound with positive effects on the treatment and prevention of chronic diseases. Therefore, this study has evaluated four varieties of avocado (*Persea americana Mill*) for the composition of fatty acids and phytosterols. Among analyzed varieties (Wagner, Fuerte, Fortuna and Hass) analysed, Fuerte (20.09 ± 3.16 g/ 100g) and Wagner (20.99 ± 1.43 g/ 100g) presented the highest lipid content ($p < 0.05$). Fuerte showed the highest content of oleic acid ($63.16 \pm 0.11\%$). The amount of phytosterols was significantly different among the four analyzed varieties, being β -sitosterol the most abundant out of the four sterols identified in the study, and Fuerte the richest variety in this compound (207.21 ± 17.63 mg/100g) ($p < 0.05$). Traces of cholesterol were found in the Fortuna and Fuerte varieties. The content of lipids and phytosterols increased with the ripening of the fruit; however, the amount of the fatty acid remained unchanged. The content of total lipids, oleic acids and β -sitosterol were higher at the end of the harvest period. The results of this study indicate that the Fuerte variety may be the most appropriated fruit for consumption, aiming at the proven benefits of fatty acid and the phytosterols to health.

Keywords: fatty acids, phytosterols, avocado, lipids.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Doenças crônicas não transmissíveis

Estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam que as doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) são responsáveis por quase 60% de todas as mortes e por mais de 40% da carga total global de doenças expressa por anos perdidos de vida saudável (WHO, 2003).

As DCNT são de etiologia multifatorial e compartilham vários fatores de riscos modificáveis como o tabagismo, a inatividade física, a alimentação inadequada, a hipertensão arterial, a obesidade e a dislipidemia (BARRETO *et al*, 2001). Estudos epidemiológicos mostram que as doenças cardiovasculares, por exemplo, seria uma causa relativamente rara de morte na ausência dos principais fatores de risco (BEAGHOLE, SARACCI, PÂNICO, 2001). Stamler *et al* (1999) mostraram que aproximadamente 75% dos casos novos dessas doenças ocorridos nos países desenvolvidos nas décadas de 70 e 80 poderiam ser explicados por dietas e atividade física inadequadas, expressos por níveis lipídicos desfavoráveis, obesidade e elevação da pressão arterial, associados ao hábito de fumar.

O crescimento da incidência de DCNT observado nas últimas décadas relaciona-se, em grande parte, com os maus hábitos de vida adquiridos nesse período. Entre eles, destacam-se os comportamentos que desequilibram o balanço energético induzindo ganho excessivo de peso. Estima-se que, para cada 5% de aumento de peso acima daquele apresentado aos 20 anos de idade, ocorrem um aumento de 200% no risco de desenvolver a síndrome metabólica na meia idade. Esse complexo metabólico, por sua vez, se associa ao desenvolvimento de DCNT, como do diabete e da doença cardiovascular (BARRETO, 2004).

A alimentação e a nutrição constituem requisitos básicos para a promoção e a proteção da saúde, possibilitando a afirmação do crescimento e desenvolvimento humano com qualidade de vida (PINHEIRO, 2005). Entretanto, características da dieta são importantes na definição do estado de saúde, em particular no que se refere às doenças crônicas. A relação entre o consumo de gorduras saturadas, níveis plasmáticos elevados de colesterol e risco de doença coronariana foi das primeiras a ser comprovada. Assim como ocorre com as gorduras saturadas, o consumo elevado de colesterol e de gordura *trans* também pode aumentar o risco de doença coronariana (MONTEIRO *et al*, 2000; MENSINK *et al*, 2003). Estudos conduzidos visando avaliar o efeito da gordura dietética e o risco para doenças crônico-degenerativas, sugerem que a concentração dos diferentes tipos de ácidos graxos presentes na dieta pode ser mais importante como determinante para o risco cardiovascular do que propriamente o total de lipídios da dieta (HU, MANSON e WILLETT, 2001).

A identificação de componentes dietéticos que auxiliam no controle e prevenção das DCNT tem sido cada vez mais pesquisados, com ênfase nas potencialidades funcionais dos alimentos. Dentre estes, os fitosteróis, presentes na porção insaponificável das gorduras dietéticas, têm sido apontados como fator protetor contra as doenças cardiovasculares. A ação do ácido graxo monoinsaturado, representado principalmente pelo ácido oléico, também tem sido estudada, demonstrando efeitos significativos na prevenção e tratamento de doenças crônicas. (OSTLUND, 2007; HU, MANSON e WILLETT, 2001).

1.2 Esteróis

Os esteróis constituem uma classe de lipídios que tem uma estrutura básica de átomos de carbono dispostos em quatro anéis ligados entre si, com um grupo hidroxila (OH) na terceira posição (Figura 1). Os esteróis apresentam efeitos fisiológicos quando são administrados a organismos vivos. Entre estes compostos importantes estão os hormônios sexuais masculinos (testorena) e femininos (estradiol), os hormônios adrenocorticais (cortisona, aldosterona), as vitaminas D, os ácidos biliares e o colesterol.

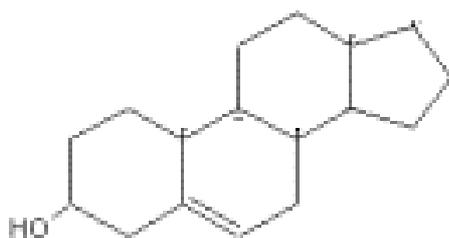


Figura 1. Estrutura básica dos esteróis.

O colesterol é o esterol mais abundante no reino animal (precursor hormonal) e pode ser isolado por extração, em quase todos os tecidos animais. Toda célula eucariótica sintetiza ou tem capacidade de sintetizar colesterol. As membranas citoplasmáticas de células eucarióticas são geralmente ricas em colesterol, enquanto as membranas de suas organelas têm tipicamente quantidades muito menores desse lipídio (RODRIGUES *et al*, 2004).

O colesterol é disseminado amplamente pelo organismo humano e atua como um intermediário na biossíntese de todos os esteróis do corpo, sendo, portanto, essencial para a vida. Elevados níveis de colesterol no sangue implicam no desenvolvimento da arteriosclerose (FORNÉS *et al*, 2002).

Os fitoesteróis, que são esteróis vegetais, diferem quanto à configuração da cadeia lateral e ao padrão de ligação ao anel esteróide, como observado na Figura 2. Os fitosteróis dietéticos mais comuns são o β -sitosterol, o campesterol e o estigmasterol. A hidrogenação dos fitoesteróis forma fitoesteróis saturados, tais como o campestanol e o sitostanol, denominados estanóis.

No organismo humano, os fitoesteróis atuam na diminuição da absorção de colesterol no intestino delgado por um mecanismo de competição com conseqüente aumento na excreção fecal do colesterol. Esta competição ocorre porque a estrutura química dos fitoesteróis é semelhante à do colesterol, diferindo no tamanho da cadeia (RODRIGUES *et al*, 2004).

Os fitoesteróis saturados inibem a absorção de colesterol com maior eficiência do que os esteróis vegetais mais insaturados, como o β -sitosterol. Estes fitoesteróis saturados são encontrados em quantidades muito pequenas nas dietas normais, mas podem ser produzidos comercialmente (SHILS *et al*, 2003).

Uma dieta balanceada com quantidades adequadas de hortaliças fornece aproximadamente 0,2-0,4g de fitoesteróis. A ingestão de 3-4g/dia de fitosteróis promove a redução de nível de LDL-C ao redor de 10 -15% em média (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2001).

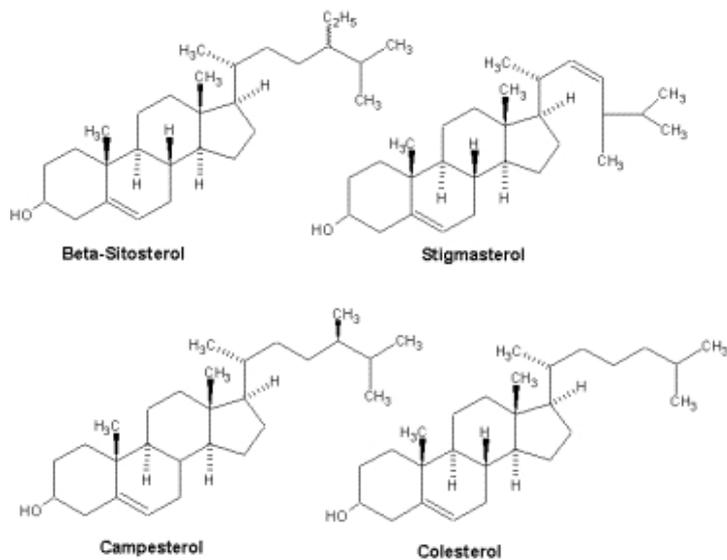


Figura 2. Estrutura básica dos principais esteróis dietéticos.

Os fitoesteróis são encontrados principalmente em óleos vegetais, nozes e hortaliças. Há aproximadamente 44 esteróis conhecidos em plantas, sendo os mais abundantes na natureza os β -sitosterol, campesterol, e stigmasterol (WEIHRAUCH, GARDNER, 1978)

Na Tabela 1 encontra-se uma lista de alimentos com conteúdo total de fitoesteróis (WEIHRAUCH, GARDNER, 1978). Os óleos possuem um conteúdo maior de esterol. Nas hortaliças e frutas o conteúdo é menor devido ao menor teor lipídico destes.

Tabela 1. Fontes de fitosteróis em alimentos (mg/100g de alimento).

Fontes alimentares	Concentração Total de esterol ¹ (mg/100g de alimento)	Concentração de Lipídio ² (g/100g)
Óleos		
Milho	952	100
Soja	221	100
Azeite	176	100
Hortaliças		
Beterraba	25	0,1
Couve-flor	18	0,2
Cebola	15	0,1
Cenoura	12	0,2
Repolho	11	01
Inhame	10	0,2
Frutas		
Abacate	94 ³	17
Laranja	24	0,1
Banana	16	0,1
Maça	12	0,2
Nozes		
Castanha de caju	158	63,5
Amêndoa	143	47,3
Noz	108	59,4
Leguminosas		
Ervilha	135	0,5
Feijão roxo cru	127	1,2

Adaptado de ¹ WEIHRAUCH, JL; GARDNER, JM. (1978). ² TUCUNDUVA, 2006. ³ SCINCALEPORE, DURBESSAN; 1991.

Os estudos demonstram que os fitosteróis desempenham um importante papel na diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo. Lottenberg *et al* (2002) mostraram que as concentrações de colesterol total e de LDL-c diminuíram significativamente após quatro semanas de uso de fitoesteróis (3g) em comparação com o período placebo e basal. Os indivíduos que apresentam maiores concentrações de colesterol plasmático se beneficiaram mais. Volpe *et al* (2001) estudaram o efeito de iogurte enriquecido com fitoesteróis nos lipídios séricos de pacientes com hipercolesterolemia moderada por 4 semanas obtendo resultados positivos desse consumo. Acuff *et al* (2007) observaram que esteróis em cápsulas (0,8 g de esteróis livres) foram efetivos na melhora do perfil lipídico de indivíduos hipercolesterolêmicos. Após 3 semanas de tratamento houve redução de 7% nos níveis de LDL-colesterol e aumento de 9% nos níveis de HDL-colesterol.

1.3 Ácido graxo monoinsaturado

Os ácidos graxos possuem uma cadeia hidrocarbonada central, com um grupo carboxila (COOH) em uma terminação e um grupo metila (CH₃) na outra. A maioria dos ácidos graxos tem entre 4 e 22 carbonos, sendo os mais prevalentes os ácidos graxos de cadeia longa, com 16 e 18 carbonos (ETTINGER, 2002).

Os ácidos graxos são nomeados de acordo com suas estruturas químicas e são classificados como saturados ou insaturados, conforme o número de duplasligações. Aqueles com uma única dupla ligação, é denominado ácido graxo monoinsaturado, se apresentar duas ou mais este será poliinsaturado (VISENTAINER, FRANCO, 2006). O ácido oléico é o mais comum dos ácidos graxos monoinsaturados, e pode ser encontrado no azeite de oliva, óleo de canola, óleo de

amendoim, nozes, amêndoas e no abacate. Os ácidos graxos poliinsaturados possuem dois representantes principais, ácido graxo linolênico (n-3) e ácido graxo linoléico (n-6). O ácido linolênico é encontrado em sementes oleaginosas como canola, soja e linhaça e o ácido linoléico em óleos vegetais como óleo de girassol, milho, soja e algodão (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2002).

Estudos concluíram que dietas ricas em gordura monoinsaturada, proveniente do azeite de oliva, diminuem as concentrações séricas de triacilgliceróis (TAG), colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) (THOMSEN, 1999). Rebollo *et al* (1998) avaliaram duas dietas ricas em ácido oléico (22% da ingestão de energia) em substituição às gorduras saturadas, em um grupo de 19 mulheres pós-menopausa. Os autores concluíram que dietas ricas em gorduras monoinsaturadas, exerceram efeitos fisiológicos nos humanos, causando reduções nos níveis de colesterol total, de triglicerídeos e de LDL-colesterol, sem alterar a fração lipoproteica de alta densidade (HDL-colesterol) do plasma.

1.4 Abacate

O abacateiro (*Persea americana* Mill) é uma planta frutífera originária do continente americano, especialmente México, América Central e Antilhas. No Brasil, a produção de abacates encontra-se distribuída por todo o território nacional (TANGO, TURATTI, 1992).

O fruto do abacate apresenta uma intensa atividade no seu crescimento e desenvolvimento, diferenciando das demais espécies de fruteiras, em relação à maturação. Por ser um fruto climatérico, o abacate, após a colheita, completa a

maturação, apresentando profundas alterações no metabolismo e elevada taxa respiratória (VIEIRA, VIÉGAS, 1994).

Pode permanecer por longo tempo imaturo, desde que o seu pedicelo esteja sadio, sem presença de fungos e ferimentos. Se por um lado o abacate não amadurece na planta, em qualquer período de seu desenvolvimento, quando colhido, inicia a fase climatérica, com rápidas e intensas alterações fisiológicas e bioquímicas, dentre as quais pode-se destacar a elevada produção de gás carbônico e etileno, o que desencadeia o processo de amadurecimento (MARTÍNEZ-ROMERO *et al*, 2003). O etileno é um hormônio que atua em diversas fases como a floração, e no crescimento, desenvolvimento, na senescência e principalmente, no amadurecimento de frutos climatéricos (LELIEVRE *et al*, 1997). Por estas características, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento da vida útil após a colheita (KLUGE *et al*, 2002).

Quando a fruta é colhida precocemente leva-se mais tempo para o amadurecimento, isto é, em frutos novos o período climatérico ocorre num período de 15 a 17 dias pós-colheita. Em frutos com 50% do seu desenvolvimento no tamanho, este período é de 10 dias e quando o fruto é colhido no período ideal de colheita, necessita em torno de 8 dias para amadurecimento (BLEINROTH, CASTRO, 1992).

O abacateiro é uma planta de larga adaptação, predominando em regiões tropicais e subtropicais. Temperatura, umidade, precipitação, luminosidade e ventos são os fatores climáticos que mais influem no cultivo do abacateiro (DONADIO, 1995).

A safra do abacate ocorre principalmente nos meses de maio a outubro. Na região dos Cerrados, no pomar de abacates da Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (Embrapa-Cerrados), há uma coleção de 44 variedades de abacate, entre eles podemos citar: Barker, Collinson, Dourado, Fortuna, Hass, Lula, Ouro Verde, Simmonds, Tonnage, Wagner, Waldin, Booth, Choquette, Doke, Fuerte, Geada, Herculano, Lima late, Linda, Margarida, Pollock, Prince, Quintal, Rayan, Solano, Vitória, Winslowson, Chiquito Cardoso, DF 3,4,6,7, Grandão, Green Gold, Grupo Escolar, Izidora, Lana, Wanda, Suguiura. No Distrito Federal as variedades Hass, Fortuna, Margarida, Fuerte, Manteiga e Paulista são as mais consumidas.

Em muitos países, o abacate é consumido como uma hortaliça, ingerido sob forma de salada, com cebola e queijo, ou de sopa com sal e pimenta-do-reino, ou mesmo em conserva. No Brasil é mais apreciada a fruta madura, acompanhada por açúcar, mel e licores. Da polpa tem-se obtido óleos comerciais substitutos do óleo de oliva e do óleo para cosméticos. As sementes também produzem uma tinta castanho-arroxeadada, própria para marcação de roupa. A casca e o caroço são componentes que possuem teores de lipídios bastante reduzidos, portanto não utilizados para extração de óleo (TEIXEIRA *et al*, 1992).

Algumas variedades de abacate apresentam teor relativamente alto em lipídio e dentre elas citam-se Hass, Fuerte e Wagner que apresentam teor de óleo acima de 20% e por isso a extração do óleo poderá ser uma das opções na industrialização dessa fruta (SANTOS, 1985).

O abacate é útil na alimentação humana como fonte de diversos nutrientes e particularmente como fonte energética e de ácido graxo monoinsaturado. Do peso total médio do fruto do abacate, cerca de 70% corresponde à polpa, que possui grandes quantidades de óleo (FAVIER, 1999). É uma fruta que possui excelente valor nutritivo, apresentando em média 6,94g de carboidratos, 17,34g de lipídio, 2,08g de proteínas, 2,72g de fibras em 100g de polpa frescas (TUCUNDUVA, 2002).

1.4.1 Ácidos graxos e abacate

Em comparação com outras fontes de óleos vegetais, o óleo de abacate caracteriza-se por apresentar teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados, oléico (18:1, n-9) e palmitoléico (16:1, n-9), baixo teor de ácido graxo poliinsaturado linoléico (18:2, n-6), teor relativamente elevado do ácido saturado palmítico (16:0) e menor conteúdo do ácido esteárico (18:0) (TURATTI *et al*, 1985; SOARES; MANCINI FILHO, DELLA MODESTA, 1992).

O óleo de abacate assemelha-se muito ao o óleo de oliva, pela similaridade de suas propriedades físico-químicas, principalmente pela composição de seus ácidos graxos, predominando em ambos o ácido oléico (TANGO; CARVALHO; SOARES, 2004). Segundo Tango *et al* (2004), a composição de ácidos graxos do óleo de abacate varia de acordo com as cultivares, estágio de maturação, região anatômica do fruto e localização geográfica de plantio.

Estudo conduzido no México por Alvizouri-Munoz *et al* (1992), país de consumo tradicional de abacate, testou a eficácia do abacate como fonte de ácidos graxos monoinsaturados foi testada em indivíduos saudáveis. Após duas semanas de consumo de dietas controladas, observou-se que dietas com baixos teores de gordura saturada e acrescidas de abacate (30% de gordura no total de energia da dieta, sendo 75% provenientes do abacate) foram mais eficazes em diminuir os teores de colesterol total, LDL e TAG do que dietas onde simplesmente se restringiu a ingesta de gordura saturada (restrição de gordura total por volta dos 20% do total de energia da dieta), em relação à dieta habitual mexicana. O resultado não desejado deste estudo foi a diminuição também da lipoproteína de alta densidade (HDL).

Entretanto, em outro estudo, pacientes com hipercolesterolemia leve e indivíduos saudáveis, receberam as dietas compostas de 52% e 53% de energia lipídica, nas dietas controle e teste, respectivamente, sendo que na dieta teste utilizou-se 300g de abacate como parte da fonte lipídica. Após 7 dias de consumo da dieta teste, nos pacientes hipercolesterolêmicos, houve decréscimo significativo do colesterol sérico (17%), LDL (22%), TAG (22%), além da elevação da HDL (11%). Nos indivíduos saudáveis, o principal resultado foi o decréscimo de 16% no colesterol total após a dieta com abacate e elevação destes níveis com a dieta teste (LEDESMA *et al*,1996).

Soares (2002) avaliou os efeitos do consumo regular de abacate, por período de 21 dias, nos lipídios séricos de jejum e na lipemia pós-prandial, em 13 mulheres eutróficas e 12 com sobrepeso, saudáveis e normolipidêmicas. Todas as voluntárias consumiram abacate conforme a proporção de 8g de abacate/100kcal do gasto energético total (GET), e foram orientadas a manter seus hábitos alimentares e de atividade física. Foi observado redução significativa dos níveis séricos em jejum de colesterol total (10%), triacilgliceróis (17%) e LDL colesterol (11%), e aumento significativo dos níveis de HDL-colesterol (7%).

1.4.2 Fitosteróis e abacate

Uma outra característica importante dessa fruta para alimentação é o alto teor de insaponificáveis (1 a 4%), quando comparado com o dos óleos comestíveis comuns (TURATTI, CANTO, 1985). Os esteróis constituem o grupo predominante dentre os presentes nos insaponificáveis de abacate, sendo que o constituinte principal desse grupo é o β -sitosterol, perfazendo cerca de 80% dos esteróis

presentes nos insaponificáveis. Outros tipos de esteróis também presentes são o campesterol, estigmasterol e colesterol (LAW, 2002). A Tabela 2 mostra a composição da fração de insaponificáveis de óleo de abacate de diferentes cultivares.

Tabela 2. Composição dos esteróis na fração insaponificável de óleos de abacate de diferentes cultivares expressos em g/100g de esteróis totais.

Componentes da fração esterólica	Cultivares				
	Pollock	Fuerte	Waldin	Gottfried	Puebla
Colesterol	1,3	1,8	2,3	1,5	1,1
Campesterol	5,5	6,3	4,9	6,1	5,0
Stigmasterol	0,9	0,8	1,1	0,6	1,0
β -sitosterol	83,7	87,0	83,7	86,9	84,1
Delta-5-avenasterol	6,3	1,8	5,8	2,4	5,3
Delta-7-stigmasterol	1,1	0,9	1,0	1,1	1,3
Delta-7-avenaterol	1,2	1,4	1,2	1,4	1,7

Fonte: SCINCALEPORE; DURBESSAN, 1991.

Não foi encontrado nenhum estudo que relacionasse o consumo de abacate como fonte de fitosteróis com a redução de níveis plasmáticos de LDL-colesterol, colesterol e triglicérides.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar as concentrações e perfis de ácidos graxos e fitoesteróis de quatro variedades de abacate, *Persea americana* Mill, cultivadas nas condições do Planalto Central, na região de Cerrado.

2.2 Específico

- Identificar e quantificar a concentração de ácidos graxos e fitoesteróis de quatro variedades de abacate, cultivados no Cerrado.
- Identificar e quantificar a concentração de ácidos graxos e fitoesteróis em frutos de abacate da variedade Wagner, em diferentes graus de maturação pós-colheita.
- Identificar e quantificar a concentração de ácidos graxos e fitoesteróis nos frutos de abacate da variedade Wagner, durante a safra.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Utilizaram-se frutos de abacate das variedades Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner, fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), Planaltina, Distrito Federal.

Os frutos de abacates foram colhidos quando ainda se apresentavam firmes. O ponto de início das colheitas foi identificado com base na observação da queda natural de frutos. Para a colheita utilizou-se tesoura de poda, para manter intacto o pedúnculo dos frutos e evitar a penetração de fungos que pudessem causar apodrecimento. Durante a colheita teve-se o cuidado de colher frutos de mesmo tamanho dentro de cada variedade. Após a colheita os frutos foram levados para o Laboratório de Bioquímica da Nutrição, na Universidade de Brasília, onde foram acondicionados em caixa de polietileno em temperatura ambiente, durante a fase climatérica. O ponto de consumo foi definido quando a polpa do fruto tornou-se mole e cedia à leve pressão feita com os dedos. Todos os frutos foram pesados para registro do peso médio imaturo.

A safra do abacate da variedade Wagner é entre os meses de maio a agosto. Os frutos desta variedade para estudo foram colhidos nos meses de maio, julho e final de agosto. A escolha do abacate da variedade Wagner para o estudo das mudanças durante a maturação do fruto e na safra foi por conveniência, por atender ao período estipulado para a colheita dos frutos e também para avaliar o seu potencial comercial pelo pequeno porte apresentada. A variedade Fortuna no mês

de maio, a variedade Hass no mês de agosto e a variedade Fuerte no mês de outubro, períodos de pico de colheita destas variedades.

3.2 Locais dos experimentos

As análises de ácidos graxos foram realizadas nos Laboratórios de Bioquímica da Nutrição do Departamento de Nutrição e as de fitoesteróis no Laboratório de Química Orgânica do Instituto de Química, ambos na Universidade de Brasília.

3.3 Delineamento da pesquisa

3.3.1 Concentração de ácidos graxos e fitoesteróis em frutos maduros de 4 variedades de abacate:

- Variedades: Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner (Apêndice A);
- 10 amostras de cada variedade (n = 40);

3.3.2 Concentração de ácidos graxos e fitoesteróis em frutos da variedade Wagner, colhidos em diferentes épocas durante a safra:

- Variedade estudada: Wagner;
- Períodos estudados: início, meio e final da safra (Apêndice B);
- 10 amostras foram analisadas em cada período (n = 30);
- As análises foram realizadas no fruto maduro.

3.3.3 Concentração de ácidos graxos e fitoesteróis nos diferentes estágios de maturação pós-colheita:

- Variedade estudada: Wagner;
- Estágios de maturação (Apêndice C):
 - Pós colheita imediato: frutos imaturos (n=5);
 - Plena maturação (n=10): em média 8 dias pós colheita;
 - Frutos pós-maduros (n=5): em média 13 dias pós colheita.

3.4 Preparação das amostras

3.4.1 Extração do lipídio

Todos os frutos foram pesados antes da extração e após cortados e separados em polpa, casca e caroço, estas partes também foram pesadas separadamente.

Em seguida, aproximadamente metade da polpa de cada amostra foi homogeneizada utilizando microprocessador comercial (Black&Decker) até obtenção de uma massa lisa e homogênea. Cerca de 10g da polpa homogeneizada foram pesadas em duplicata para extração do óleo.

A extração do óleo foi realizada segundo método de Bligh & Dyer (1959). Para extração, adicionou-se 10 ml de clorofórmio, 10 ml de metanol e 5ml de água destilada à amostra, sendo a mistura homogeneizada energeticamente por 2 minutos em vórtex (Sieger, modelo AV) e centrifugada por 5 minutos a 2500rpm, na centrífuga International Centrifuge (Modelo UV). Em seguida, retirou-se a fase aquosa inferior e submeteu-se a fase orgânica contendo os solventes e o óleo à

evaporação em rota-evaporador por 20 minutos, seguida de bomba a vácuo, por cerca de 2 horas até obtenção do peso constante para secagem. O extrato seco representa a fração lipofílica total da amostra foi pesado e transferido para frasco âmbar recebendo traços de hidroquinona, como antioxidante. Os extratos foram identificados e armazenados em freezer a -20°C.

3.4.2 Saponificação

Pesaram-se 200mg de óleo e adicionou-se 2ml da solução de KOH (1M) em metanol. Os tubos foram submetidos a um recipiente de ultra-som por 1 hora e 20 minutos. O processo de separação ocorreu em 3 repetições com adição de 2 ml de hexano e agitação em vórtex por 1 minuto (HOLSER, BOST, BOVEN, 2004).

A fase superior contendo os insaponificáveis (esteróis) e a inferior contendo os saponificáveis (ácidos graxos), foram coletadas em tubos diferentes.

3.4.3 Análise de fitoesteróis

Os tubos que continham os fitoesteróis foram levados para evaporação em gás argônio e posteriormente foram pesados até obtenção do peso constante. Ao final, os tubos foram pesados para identificar a massa de matéria insaponificada presente no óleo de abacate.

Essa amostra foi diluída em 1 ml de isoctano, e em seguida, amostras de 2 µl foram injetadas no cromatógrafo a gás da marca Varian Star 3400 CX. A separação foi feita utilizando coluna capilar de sílica com metil 5% fenilsilicone da marca Quadrex, com dimensão de 30m, 0,25mm de diâmetro interno e 0,25 µm de

revestimento., utilizando o gás nitrogênio como gás de arraste. O detector utilizado foi o FID (ionização de chama), mantido a 300 °C, e o injetor foi mantido a 270 °C. O gradiente de temperatura utilizado para a coluna foi de 245 °C, com incremento de 3 °C/min até 280°C (15 minutos). Após estabilização em 280 °C, a temperatura foi mantida constante até o término da corrida (21,6 minutos), totalizando 37 minutos para cada amostra analisada.

Os esteróis foram identificados por comparação com o tempo de retenção de padrões de colesterol (Sigma[®]), campesterol (Supelco[®]), stigmasterol (Supelco[®]) e β-sitosterol (Chromadex[®]). Para cálculo dos resultados foi elaborado uma curva de calibração para o colesterol, que foi extrapolado para todos os outros esteróis identificados.

3.5 Curva de calibração para fitoesteróis

A curva foi elaborada com o padrão colesterol e extrapolada para cálculo de todos os esteróis. As soluções de calibração foram preparadas em balões volumétricos de 10 ml. Para solução estoque de colesterol a 1500ppm, utilizou-se 150mg de colesterol puro (Sigma[®]) completando 100ml com clorofórmio. A partir dessa solução preparou-se as soluções intermediárias de 7,5, 75, 150, 300, 600 e 1200ppm para determinar a curva padrão. Cada solução intermediária foi injetada em triplicata, resultando na equação de reta $y = 4330,7x - 43763$ ($R^2 = 0,9951$), que foi usada para cálculo da concentração das amostras do óleo de abacate.

3.5 Extração e metilação de ácidos graxos

Ao tubo contendo os saponificáveis (fase inferior) adicionou-se 1 gota de fenolftaleína (indicador de pH) e agitou-se rapidamente em vortex, obtendo-se uma amostra cor-de-rosa, indicativo de pH básico.

Em seguida, solução de HCL em água (1M) foi pipetada até a indicação de pH neutro, permitindo que ocorresse a liberação dos ácidos graxos. Para extração dos ácidos graxos livres, adicionou-se 2 ml de hexano e agitou-se em vórtex por 1 minuto. A fase aquosa (fase inferior) foi descartada, permanecendo a fase orgânica com os ácidos graxos. Repetiu-se o processo por 3 vezes. O solvente foi evaporado em gás argônio e em seguida pesado. Os ácidos graxos foram transmetilados de acordo com o método de Hamilton e Hamilton (1992). Da amostra contendo a fração lipídica total eluída em tolueno, transferiu-se 0,5 ml para outro tubo de vidro 16x100mm com tampa rosqueável e septo de teflon (Pyrex[®], USA), a este foi adicionado 3 ml de solução metanólica a 1% de ácido sulfúrico e o tubo foi aquecido a 50°C em banho-maria 316/1DN (Nova Ética, Brasil) por um período de 12 horas.

Após este tempo para a esterificação dos ácidos graxos, o tubo foi resfriado em água corrente, e em seguida, a reação foi interrompida adicionando-se 1 ml de água purificada em deionizador de água Mili-Q (Milipore, USA). Ao tubo foi acrescentado 3 ml de solução hexano-éter (1:1, v/v), agitou-se por 30 segundos e centrifugou-se por 5 minutos a 2500rpm. A fase orgânica superior contendo os ácidos graxos metilados (FAME) foi transferida para um segundo tubo de vidro de mesmas dimensões e reservada. A operação foi repetida, adicionando-se mais 3 ml de solução hexano-éter (1:1, v/v) à fase inferior aquosa restante no tubo, e a fase

orgânica superior formada foi transferida para o mesmo tubo de vidro contendo a primeira fase retirada.

À fase orgânica foi adicionado 2ml de solução de KHCO_3 a 2%, sendo a mistura agitada e centrifugada 2500 rpm por 5 minutos a. A fase orgânica superior foi transferida para um terceiro tubo de vidro de mesmas dimensões para ser evaporada por N_2 . Após secagem, o extrato foi quantificado e a amostra contendo os FAME foi reeluída em isoctano de modo a obter uma concentração de 10mg/ml.

3.6.1 Análise cromatográfica dos ácidos graxos esterificados

A análise foi realizada no cromatógrafo a gás GC-17A (Shimadzu®), utilizando coluna capilar de sílica fundida SPTM 2560 (Supelco®, USA), com dimensão de 100 metros de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno, 0,25 μm de filme de revestimento. Injetou-se o volume de 1 μl de amostra de FAME.

As condições cromatográficas foram: o detector do tipo FID (ionizador de chamas), mantido a 250 °C, e o injetor a 250 °C. O gradiente de temperatura utilizado inicialmente para coluna foi 125 °C, durante 3 minutos com incremento de 10°C/min até 170 °C (5 minutos), 3°C/min até 176 °C (1 minuto), 2°C/min até 185 °C (2 minutos), 1°C/min até 190 °C (1 minuto), 5°C/min até 240 °C (8 minutos) e temperatura final de 250 °C. Cada análise durou 46 minutos. O injetor foi usado em modo *split* (1:50). O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio e os gases oxigênio e nitrogênio foram usados para manutenção da chama. Os ácidos graxos foram identificados por comparação com o tempo de retenção de padrões externos (Sigma). Os resultados foram expressos em percentual de área de detecção do

ácido graxo em relação à área total dos ácidos graxos identificados nos cromatogramas.

3.7 Análise estatística

Todos os dados foram compilados em planilha do programa Microsoft Office Excel (2003), onde se calculou média e desvio padrão de cada amostra.

Para comparação de médias dos dados obtidos dos frutos estudados, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, com o pacote SPSS 10.0 for Windows[®], estabelecendo um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4 Capítulo 1: Perfil de ácidos graxos em frutos de quatro variedades de abacate (*PERSEA AMERICANA* MILL).

RESUMO

A identificação de componentes dietéticos que auxiliam no controle e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis tem sido cada vez mais pesquisada, com ênfase nas potencialidades funcionais dos alimentos. O ácido graxo oléico tem sido estudado demonstrando efeitos positivos na prevenção e tratamento de doenças crônicas. Este estudo teve como objetivo avaliar quatro variedades de abacate (*Persea americana* Mill), quanto ao seu conteúdo de ácidos graxos. Das variedades estudadas (Wagner, Fortuna, Fuerte e Hass), Fuerte ($20,09 \pm 3,16$ g/ 100g) e Wagner ($20,99 \pm 1,43$ g/ 100g) foram as que apresentaram maior conteúdo lipídico ($p < 0,05$), sendo que Fuerte foi a variedade mais rica em ácido oléico ($63,16 \pm 0,11\%$). O conteúdo lipídico elevou-se com a maturação do fruto, porém o perfil dos ácidos graxos permaneceu inalterado. Os resultados deste trabalho sugerem que a variedade Fuerte pode ser a mais indicada para consumo visando os benefícios comprovados do ácido oléico à saúde.

Palavra-chave: ácido graxo monoinsaturado, abacate, composição de ácido graxo, ácido oléico.

ABSTRACT

The identification of diet components that help control and prevent the Non transmittable chronic diseases has been intensively studied, highlighting the functional potentialities of foods. Among them, the oleic acid has demonstrated positive effects on the treatment and prevention of chronic diseases. Therefore, this study has evaluated four varieties the avocado fruit (*Persea americana Mill*), which is a fruit rich in oleic acid. Among the analyzed varieties (Wagner, Fuerte, Fortuna and Hass), Fuerte ($20.09 \pm 3.16\text{g}/100\text{g}$) and Wagner ($20.99 \pm 1.43\text{g}/100\text{g}$) presented the highest lipid content ($p < 0,05$). Fuerte is the one that shows the highest content of oleic acid ($63.16 \pm 0.11\%$). The content of lipids increased with the ripening of the fruit; however, the concentration of fatty acids remained unchanged. The results of this study indicate that Fuerte is the variety most appropriate for consumption, aiming at the proven health benefits of this fatty acid .

Keywords: monoinsaturaded fatty acid, avocado, composition fatty acid, oleic acid.

4.1 INTRODUÇÃO

A alimentação rica em ácidos graxos monoinsaturados como o ácido oléico, auxilia na diminuição plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), sem redução das lipoproteínas de alta densidade (HDL), com redução do risco de doenças do coração (SALGADO, BIN, CORNÉLIO, 2005). Suas principais fontes dietéticas são os óleos vegetais, como os de oliva, canola, abacate e sementes oleaginosas (castanhas, nozes, amêndoas) (HU; MANSON; WILLET, 2001).

O abacateiro (*Persea americana* Mill) é cultivado em quase todos os estados do Brasil (TANGO, TURATTI, 1992). Seus frutos apresentam teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados (oléico e palmitoléico), baixos teores de ácidos graxos polinsaturados (linoléico), teores relativamente elevados do ácido graxo saturado palmítico e baixos teores do ácido esteárico (saturado) (TURATTI, CANTO, 1985; SOARES *et al*, 1992). De acordo com a literatura, a composição de ácidos graxos do óleo de abacate varia de acordo com as cultivares, estágio de maturação e localização geográfica de crescimento da planta (TANGO *et al*, 1970).

Estudos conduzidos com indivíduos normolipidêmicos e hipercolesterolêmicos receberam uma dieta normocalórica, sendo que um dos grupos recebeu 300g de abacate da variedade Hass, substituindo outras fontes de lipídios, Ledesma *et al* (1996) observaram reduções significativas no total de colesterol (17%), LDL-colesterol (22%) e de triglicerídeos (22%), bem como aumento de HDL-colesterol (11%) no sangue entre os que seguiram a dieta com abacate. Outro estudo que avaliou a influência do consumo de abacate, durante 30 dias, indicou que a dieta com 15% da gordura oriunda de abacate mostrou ser mais

efetiva para reduzir os níveis de colesterol total e LDL em comparação ao controle que não recebeu o abacate (SALGADO, BIN, CORNÉLIO, 2005).

Além do uso do fruto *in natura*, a industrialização do abacate para produção de óleo apresenta boas perspectivas no Brasil, visto que o fruto de algumas variedades cultivadas como Wagner, Fuerte, Linda e Margarida, contém quantidades apreciáveis de lipídios, de aproximadamente 20% de óleo na polpa úmida (ITAL, 1978). No Distrito Federal mais de 40 variedades são mantidas no banco de germoplasma na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados). Estudos anteriores mostram que o principal componente do óleo de abacate é o ácido oléico, cuja proporção varia segundo a variedade. Os valores encontrados foram de 71,58% no óleo da variedade Fuerte e de 58,7% na variedade Fortuna (SZPIZ, PEREIRA, 1987).

Assim o objetivo deste estudo foi avaliar a composição de ácidos graxos de quatro variedades de abacate do Planalto Central, na região de Cerrado. E as mudanças oriundas do processo de maturação do fruto no período pós-colheita e diferenças durante a safra foram estudados na variedade Wagner.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudados os frutos de abacate das variedades Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner, obtidos no Banco de Germoplasma de abacate da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), Planaltina, Distrito Federal. Todos os frutos foram pesados imediatamente pós-colheita, sendo a polpa, casca e caroço pesados separadamente para determinação do peso médio.

Amostras de polpa de abacate foram homogenizadas utilizando o microprocessador (Black & Decker®). Os lipídios foram extraídos pelo método de Bligh & Dyer (1959) e o óleo obtido saponificado com KOH (1M) em água destilada para separação do material saponificado contendo os ácidos graxos. Vinte miligramas de ácidos graxos foram transesterificados em tolueno (1ml) e solução metanólica de ácido sulfúrico a 1% (3ml), à temperatura de 50°C por 12 horas (HAMILTON, HAMILTON, 1992). Os metil ésteres de ácidos graxos foram ressuspensos em isoctano a uma concentração de 10mg/ml e 1µl foi injetado em coluna capilar SP 2560 (Supelco®, 100m x 0,25mm x 0,20µm) acoplado ao cromatógrafo a gás modelo GC 17A (Shimadzu®). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor a 250 °C; temperatura do detector a 250 °C (ionizador de chamas). O injetor foi usado em modo *split* (1:50). O gradiente de temperatura utilizado para análise foi 125 °C, durante 3 minutos, com incremento de 10°C/min até 170 °C (5 minutos), 3°C/min até 176 °C (1 minuto), 2°C/min até 185 °C (2 minutos), 1°C/min até 190 °C (1 minuto), 5°C/min até 240 °C (8 minutos) e após estabilização em 250 °C a temperatura foi mantida constante até o término da corrida, totalizando 46 minutos para cada amostra analisada. O gás de arraste foi o hidrogênio.

Os ácidos graxos foram identificados por comparação com o tempo de retenção de padrões externos de ácidos graxos (Sigma[®]), usados como padrões externos nas mesmas condições das amostras. Os resultados foram expressos em percentual de área de detecção do ácido graxo em relação à área total dos ácidos graxos identificados nos cromatogramas.

4.2.1 Análise estatística

Todos os dados de ácidos graxos foram compilados em planilha de dados do programa Microsoft Office Excel (2003), e calculou-se média e desvio padrão de cada amostra. Para comparação de médias dos resultados, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, com o pacote SPSS 10.0 for Windows[®], estabelecendo um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostrados os valores correspondentes ao peso dos frutos inteiros e as proporções dos componentes casca, polpa e caroço de 4 variedades do fruto de abacate estudadas.

Tabela 1. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca de 4 variedades de frutos de abacate.

	Fuerte (n=10)	Fortuna (n=10)	Hass (n=10)	Wagner (n=10)
Fruto inteiro (g)	249,18±39,18 ^{ax}	246,98±61,3 ^a	165,02±13,75 ^b	242,26±46,3 ^a
Polpa (%)	66,81±3,24 ^a	59,14±4,3 ^b	63,83±3,05 ^a	57,71±4,3 ^b
Caroço (%)	11,94±2,06 ^a	14,56±1,36 ^b	14,01±1,12 ^b	12,21±0,88 ^a
Casca (%)	21,34±4,85 ^a	25,45±3,63 ^b	21,29±2,87 ^a	29,64±4,16 ^c
Casca + caroço (%)	33,28±4,02	40,01±4,29	35,3±3,00	41,85±4,38

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Os pesos dos frutos das variedades Fuerte, Fortuna e Wagner não se mostraram diferentes estatisticamente. Os valores de peso médio dos frutos da variedade Fuerte (249,18±39,18g) obtidos neste estudo foram bem maiores que os valores encontrados por Tango *et al* (1970) (159g), quando estudaram essa mesma variedade cultivada no estado de São Paulo. No entanto, os valores médios do fruto da variedade Wagner determinados atualmente foram menores que os pesos encontrados no mesmo pomar (430g), em pesquisa realizada anteriormente (GENU, PEDRAZZI, PINTO, 1982). Os frutos nesse estudo encontraram-se bem menores do que os referidos pelos mesmos autores, os quais observaram o peso médio de 897,7g para variedade Fortuna em 1982. Estas diferenças podem ter ocorrido em função da menor produtividade pela idade das plantas, adubação e/ ou pelo clima.

O percentual de polpa nos frutos das variedades Fuerte e Hass foram semelhantes entre si, porém significativamente menores que os percentuais observados para as duas outras variedades. Essa porção é a de maior interesse, pois é a porção comestível do fruto e onde se concentra a maior parte dos lipídios contidos no fruto, uma vez que, no caroço e na casca, os teores dessas substâncias são baixos (TANGO, TURATTI, 1992).

Apesar do cuidado em colher frutos do mesmo tamanho, é possível verificar um alto desvio padrão entre o peso médio dos frutos. A proporção de caroço foi o que apresentou menores diferenças. Observou-se que os frutos com maiores percentuais de polpa apresentaram menores proporções de caroço e casca (Tabela 1), como encontrado por Tango *et al* (2004).

Os caroços e cascas representaram 33 a 41% dos frutos analisados neste estudo. Seria de grande interesse para o processo de extração de óleo obter variedades de abacate com menores percentagens de caroço e casca, tendo em vista o maior rendimento da polpa para extração do óleo e também para o consumo.

Na Tabela 2 verifica-se a proporção de peso entre os componentes no fruto de abacate da variedade Wagner em diferentes períodos de maturação.

Tabela 2. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca de abacate da variedade Wagner em diferentes períodos de maturação.

	Imaturo (n=5)	Plena maturação (n=5)	Pós-maduro (n=5)
Fruto inteiro (g)	276,98±51,47 ^{a*}	242,26±46,3 ^b	240,37±35,77 ^b
Polpa (%)	54,0±4,42 ^a	57,71±4,3 ^b	56,4±5,18 ^b
Caroço (%)	27,04±3,29 ^a	12,21±0,88 ^b	12,92±0,95 ^b
Casca (%)	19,36±1,43 ^a	29,64±4,16 ^b	30,33±4,58 ^b
Casca+caroço (%)	46,4±2,86	41,85±4,38	43,25±5,08

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Analisando os dados apresentados na tabela, observa-se que no transcorrer da maturação ocorrem variações no peso do fruto, influenciado pelo metabolismo da própria planta (WILLS *et al*, 1981) e também pelo meio em que os frutos foram armazenados. Uma observação interessante diz respeito à porcentagem relativa da casca que elevou-se com o processo de maturação.

A tabela 3 apresenta os componentes do fruto Wagner em diferentes períodos da safra.

Tabela 3. Peso médio da fruta, polpa, caroço e casca em diferentes períodos da safra da variedade Wagner.

	Início safra (n=10)	Plena safra (n=10)	Final safra (n=10)
Fruto inteiro (g)	311,08±23,99 ^{a*}	242,26±46,3 ^b	276,98±51,47 ^b
Polpa (%)	62,24±2,36 ^a	57,71±4,3 ^b	59,3±2,53 ^b
Caroço (%)	12,08±0,97	12,21±0,88	11,79±1,51
Casca (%)	29,64±2,61	29,64±4,16	28,40±2,14
Casca+caroço (%)	41,72±2,55	41,85±4,38	40,19±2,61

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

A média dos pesos ($311,08 \pm 23,99\text{g}$) e a proporção de polpa ($62,24 \pm 2,36\%$) das frutas no início da safra foram significativamente maiores que nos frutos colhidos nos demais períodos da safra. Uma possível explicação para isto poderia ser pelo fato da frutificação ocorrer ao longo da safra, permitindo que no início houvesse menor número de frutos e conseqüentemente menor competição entre os frutos para o seu crescimento, aumentando no período de plena safra, geralmente caracterizado pelo maior número de frutos maduros. Ao final da safra, o decréscimo no número total de frutos na planta pode ter propiciado maior crescimento dos frutos. Estas especulações necessitam ser estudadas com maior cuidado.

Na Tabela 4 são apresentados os teores de lipídio e de ácidos graxos dos frutos analisados.

De acordo com a tabela, verifica-se que o óleo de abacate apresenta proporção maior de ácidos graxos monoinsaturados (AGM), variando de 59 a 72% do total de ácidos graxos, seguido de ácidos graxos saturados (AGS), que foi de 17 a 23% e poliinsaturados (AGP) (10 a 14%) em menor proporção.

Entre as variedades estudadas a variedade Fuerte apresentou o maior teor de AGM ($72,72 \pm 0,19\%$) e de ácido oléico ($63,16 \pm 0,11\%$). Quantidade semelhante foi encontrada em estudos feito por Tango *et al* (2004), que encontraram 61,4% deste ácido graxo na mesma variedade. Da mesma forma, naquele estudo, os autores encontraram a menor quantidade de ácido oléico na variedade Hass (47,7%). Estes resultados sugerem que o abacate da variedade Fuerte é a mais indicada para consumo visando os benefícios comprovados do AGM à saúde.

Tabela 4. Concentração de lipídios e de ácidos graxos de quatro variedades de abacate.

	Wagner (n=10)	Fortuna (n=10)	Hass (n=10)	Fuerte (n=10)
Lipídio (%)	20,09±3,16 ^{a*}	10,97±0,95 ^b	17,79±2,44 ^c	20,99±1,43 ^a
14:0 (%)	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,001
16:0 (%)	22,21±1,4 ^a	25,71±0,70 ^a	25,66±0,49 ^a	16,08±0,07 ^b
18:0 (%)	0,89±0,12 ^a	1,42±0,12 ^b	0,73±0,12 ^a	1,09±0,006 ^c
AGS ¹ (%)	23,17±1,53 ^a	27,19±0,2 ^a	27,02±0,62 ^a	17,23±0,07 ^b
16:1 (%)	7,24±0,31 ^a	2,88±0,24 ^b	14,86±0,26 ^c	4,63±0,02 ^d
18:1, 9C (%)	49,85±1,42 ^a	55,56±1,12 ^b	37,37±0,94 ^c	63,16±0,11 ^d
NI ² (%)	5,94±0,18 ^a	2,95±0,14 ^b	7,02±0,13 ^c	4,93±0,06 ^d
AGM ¹ (%)	63,03±1,91 ^a	61,39±1,5 ^a	59,25±1,33 ^a	72,72±0,19 ^b
18:2 n-6 (%)	13,08±0,16 ^a	10,65±0,43 ^b	13,57±0,19 ^a	9,42±0,01 ^b
18:3 n-3 (%)	0,71±0,06 ^a	0,73±0,06 ^a	0,74±0,03 ^a	0,6±0,02 ^b
AGP ¹ (%)	13,79±0,22 ^{ac}	11,38±0,49 ^{ab}	14,31±0,22 ^c	10,02±0,03 ^b

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. ¹ AGS – ácido graxo saturado, AGM – ácido graxo monoinsaturado, AGP – ácido graxo poliinsaturado. ²NI- isômero de 18:1 - não identificado.

Observando a Tabela 5 que apresenta os teores lipídico e o perfil de ácidos graxos do abacate da variedade Wagner em diferentes períodos da safra, é possível observar que concentração lipídica no fruto, aumentou significativamente de forma gradual do início para o final da safra (13,59±2,33% a 24,51±1,29%). Esta mudança foi acompanhada pelo aumento do ácido oléico e diminuição dos AGS e do ácido linoléico (18:2 n-6).

Tabela 5. Concentração de lipídio e de ácidos graxos do fruto de abacate da variedade Wagner em períodos diferentes da safra.

	Início safra (n=10)	Plena safra (n=10)	Fim safra (n=10)
Lipídio (%)	13,59±2,33 ^{a*}	20,09±3,16 ^b	24,51±1,29 ^c
14:0 (%)	0,06±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a	0,04±0,01 ^b
16:0 (%)	23,25±0,74 ^a	22,21±1,39 ^a	20,85±0,94 ^b
18:0 (%)	1,02±0,17 ^a	0,89±0,12 ^{ab}	0,86±0,11 ^b
AGS ¹ (%)	24,33±0,92 ^a	23,16±1,52 ^{ab}	21,75±1,06 ^b
16:1 (%)	5,97±0,25 ^a	7,24±0,31 ^b	5,82±0,23 ^a
18:1, 9C (%)	50,19±1,7 ^a	49,85±1,41 ^a	52,93±0,22 ^b
NI ² (%)	4,78±0,06 ^a	5,94±0,18 ^b	5,82±0,17 ^b
AGM ¹ (%)	60,94±2,01	63,03±1,9	64,57±0,62
18:2 n-6 (%)	13,93±1,28 ^a	13,07±0,16 ^{ab}	12,94±0,81 ^b
18:3 n-3 (%)	0,78±0,05 ^a	0,71±0,06 ^b	0,73±0,06 ^{ab}
AGP ¹ (%)	14,71±1,33	13,78±0,22	13,67±0,87

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.¹ AGS – ácido graxo saturado, AGM – ácido graxo monoinsaturado, AGP – ácido graxo poliinsaturado. ²NI- isômero de 18:1 - não identificado.

Os diferentes períodos da safra mostraram ter influencia no conteúdo de lipídios do fruto do abacate, pois houve diferença em todos os períodos estudados. A porcentagem de lipídio encontrada no final da safra (24,51±1,29%) foi semelhante à quantidade observada para a mesma variedade em estudos anteriores (24,8%) (TANGO *et al*, 1970).

Na Tabela 6 é possível observar que os teores lipídico da fruta aumenta com a maturação, alcançando o seu pico no ponto de maturação, permanecendo inalterado mesmo após o período ideal de consumo, como encontrado por Tango *et al* (2004). O estado de maturação parece não interferir no perfil dos principais ácidos

graxos que compõe a fruta. Observou-se apenas um ligeiro declínio, porém significativo, no percentual de ácido oléico no ponto ideal de maturação. Entretanto, não se observou diferença significativa na concentração do total de AGM em função da fase de maturação do fruto.

Os teores de ácido oléico foi o maior em todas as amostras analisadas, comprovando que os frutos de abacate são fontes desse ácido graxo (LIMA *et al*, 2007; ARREBOLA *et al*, 2004).

Tabela 6. Concentração de lipídio e de ácidos graxos do fruto de abacate da variedade Wagner em períodos diferentes de maturação.

	Fruto imaturo (n=5)	Fruto ponto de consumo (n=10)	Fruto pós-maduro (n=5)
Lipídio (%)	12,1±1,80 ^{a*}	20,09±3,16 ^b	21,83±6,97 ^b
14:0 (%)	0,07±0,01 ^a	0,06±0,01 ^b	0,06±0,001 ^{ab}
16:0 (%)	20,68±0,51	22,21±1,39	21,35±1,89
18:0 (%)	0,94±0,16	0,89±0,12	1,04±0,22
AGS ¹ (%)	21,69±0,68	23,16±1,52	22,45±2,11
16:1 (%)	6,97±0,16	7,24±0,31	7,38±0,66
18:1, 9C (%)	52,25±0,81 ^a	49,85±1,41 ^b	51,71±0,52 ^a
NI ² (%)	6,02±0,21 ^a	5,94±0,18 ^a	5,56±0,57 ^b
AGM ^a (%)	65,24±1,18	63,03±1,9	64,65±1,75
18:2 n-6 (%)	12,36±0,28	13,08±0,16	12,41±0,47
18:3 n-3 (%)	0,65±0,02	0,71±0,06	0,65±0,02
AGP ¹ (%)	13,01±0,3	13,79±0,22	13,06±0,49

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. ¹ AGS – ácido graxo saturado, AGM – ácido graxo monoinsaturado, AGP – ácido graxo poliinsaturado. ²NI- isômero de 18:1 - não identificado.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados no estudo de composição em ácidos graxos e óleo de frutos verdes e maduros de diversas variedades de abacate, quando não foram verificadas diferenças de composição nos óleos extraídos da variedade Wagner (TANGO *et al*, 1970).

4.4 CONCLUSÃO

Dentre as quatro variedades de abacate analisadas neste estudo, a variedade Fortuna apresentou o menor conteúdo lipídico. Em relação ao ácido oléico (18:1n-9) a variedade Fuerte é a mais rica ($63,16 \pm 0,11$), sendo a mais indicada para consumo com fonte deste ácido graxo, seguida pela variedade Fortuna. O período de colheita na safra interferiu na composição lipídica do fruto, constatando que ao final da safra os frutos se apresentam com maior concentração de lipídio. Em relação ao período de maturação, a pesquisa indicou que a concentração de lipídio aumentou consideravelmente com a maturação do fruto no período pós-colheita, até a maturação plena. Os frutos de abacate com maiores pesos no momento de consumo, apresentaram maiores quantidades de polpa.

4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARREBOLA, M.R.B.; PETERLIN, M.F.; BASTOS, D.H.M.; RODRIGUES, R.F.O.; CARVALHO, P.O. Estudo dos componentes lipídicos das sementes de três espécies do gênero *Cordia* L. (Boraginaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. V.14, n.1, p.57-65, 2004.

BLIGH E.G.; DYER W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** v.37, p.911-917, 1959.

GENU PJC, PEDRAZZI RG, PINTO ACQ. Resultados preliminares do comportamento de oito cultivares de abacateiro (*Persea americana Mill*) introduzidas nos cerrados do Distrito Federal. **Proc Trop Region Am Soc Hort Sci.** v. 25, 1982.

HAMILTON RJ, HAMILTON S. Lipid analysis: a practical approach. **IRL Press**, 1992.

HU FB, MANSON JE, WILLET WC. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of American College of Nutrition*, 2001, 20 (1), p.5-19.

Instituto de Tecnologia de alimentos. **Abacate: série frutas tropicais 1**. Campinas, 1978.

LEDESMA RL, MUNARI ACF, DOMINGUEZ BCH, MONTALVO SC, LUNA MHH, JUAREZ C. Monounsaturated fatty acid (avocado) rich diet for mild hypercholesterolemia. **Arch Med. Res.** v. 24, n. 4, p. 519-23, 1996.

LIMA A, SILVA AMO, TRINDADE RA, TORRES RP, MANCINI-FILHO J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira Fruticultura.** v.29, n.3, p.695-698, 2007.

SALGADO JM, BIN C, CORNÉLIO AR. Efeito do abacate (*Persea americana Mill*) variedade Hass na lipidemia de ratos hipercolesterolêmicos. Simpósio Latino Americano de Ciências dos Alimentos. Campinas, 2005.

SZPIZ RR, PEREIRA DA. Avaliação do óleo de cultivares de abacate provenientes da região do cerrado. **Boletim Pesquisa** n^o16 CTAA- EMBRAPA, Rio de Janeiro, p. 01-11, 1987.

SOARES SE, MANCINI-FILHO J, DELLA-MODESTA RC. Sensory detection limit of avocado oil in mixtures with olive oil. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 32, n. 5, p. 509-516, 1992.

TANGO JS, COSTA SI, ANTUNES AJ, FIGUEIREDO IB. Composição do fruto e do óleo de diferentes variedades de abacate cultivadas no Estado de São Paulo. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. v.3, 1970.

TANGO JS, TURATTI JM. Óleo de abacate. In: **Abacate – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, p. 156-192, 1992

TANGO JST, CARVALHO CRL, SOARES N.B. Physical and chemical characterization of avocado fruits aiming its potencial for oil extraction. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 26, n. 1, 2004.

TURATTI JM, CANTO WL. Insaponificáveis do óleo de abacate. **Boletim ITAL**. v. 22, n. 3, p. 311-29, 1985.

WILS RHH, LEE TH, GRAHAM D, MCGLASSON WB, HALL EG. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Australia: American, 1981, p.161.

5 Capítulo 2: Concentração de fitoesteróis em frutos de quatro variedades de abacate (*PERSEA AMERICANA* MILL).

RESUMO

A identificação de componentes dietéticos que auxiliam no controle e prevenção das DCNT tem sido cada vez mais pesquisada, com ênfase nas potencialidades funcionais dos alimentos. Dentre estes, os fitosteróis, presente na porção insaponificável das gorduras dietéticas, tem sido apontadas como fator protetor para as doenças cardiovasculares. Portanto, este estudo avaliou quatro variedades de abacate (*Persea americana* Mill), que é um fruto rico em fitosteróis. O perfil de fitoesteróis foi significativamente diferente entre as quatro variedades analisadas, sendo o β -sitosterol o mais abundante dos quatro esteróis identificados no estudo e Fuerte a variedade mais rica nesta molécula ($207,21 \pm 17,63 \text{mg}/100\text{g}$) ($p < 0,05$). Traços de colesterol foram encontrados nas variedades Fortuna e Fuerte. O conteúdo de fitosteróis foi maior no ponto de consumo do fruto e de β -sitosterol foi maior ($p < 0,05$) no período final da safra. Os resultados deste trabalho indicaram que a variedade Fuerte é a mais indicada para consumo visando os benefícios comprovados dos fitosteróis à saúde.

Palavra-chave: fitosteróis, abacate, β -sitosterol, conteúdo de fitosteróis.

ABSTRACT

The identification of diet components that help control and prevent the DCNT has been intensively studied, highlighting the functional potentialities of foods. Among these, the phytosterols, present in the non saponifiable portion of fats, have been pointed out as a protective factor against cardiovascular diseases. Therefore, this study has evaluated four types of avocado (*Persea americana* Mill), which is a fruit rich in phytosterols. The amount of phytosterols was significantly different among the four varieties, being β -sitosterol the most abundant out of the four sterols identified in the study, and Fuerte the richest variety in this molecule ($207,21 \pm 17,63 \text{mg}/100\text{g}$) ($p < 0,05$). Traces of cholesterol were found in the Fortuna and Fuerte varieties. The content of phytosterols increased with the ripening of the fruit and β -sitosterol were higher at the end of the harvest period. The results of this study indicate that the Fuerte variety may be the most appropriate for consumption, aiming at the proven health benefits of of the phytosterols.

Keywords: phytosterols, avocado, β -sitosterol, content phyosterols.

5.1 INTRODUÇÃO

Os fitoesteróis são encontrados em alimentos de origem vegetal e possuem qualidades bioativas com implicações positivas para saúde humana (SEGURA *et al*, 2006), especialmente a sua capacidade de diminuir o colesterol plasmático (GERGER, 2002).

Os fitoesteróis são componentes chaves das membranas celulares vegetais. São conhecidos mais de 40 tipos, mas relativamente poucos são encontrados em quantidades significantes em alimentos. Esteróis de plantas são encontrados comumente em formas não-hidrogenadas, mas alguns hidrogenados derivados, ex. β -sitostanol do β -sitosterol e campestanol do campesterol. Estanóis são esteróis saturados, menos abundantes na natureza do que os esteróis (NTANIOS, 2001). Os fitoesteróis mais abundantes nos alimentos são o β -sitosterol, o campesterol e o stigmasterol, que apresentam uma estrutura química semelhante ao colesterol, diferindo somente em seus comprimentos da cadeia lateral (HICKS, MOREAU, 2001). Esta similaridade na estrutura explica a capacidade dos fitoesteróis em reduzir o colesterol.

Uma dieta balanceada com quantidades adequada de hortaliças fornece aproximadamente 0,2-0,4g de fitosteróis. A ingestão de 3-4g/dia de fitosteróis promove a redução de nível de LDL-colesterol de 10-15% em média (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2001).

Fitoesteróis são importante parte da matéria insaponificada de óleos vegetais e devem sempre estar presentes na dieta humana (CHEIKH-ROUHOU *et al*, 2008). Suas fontes principais são as sementes, castanhas, hortaliças e frutas, óleos vegetais refinados e cereais (PHILLIPS, RUGGIO, ASHRAF-KHORASSANI, 2005).

O abacate é uma fruta cultivada em todo o território nacional. É inegável o excelente valor alimentício do abacate e o valor do seu óleo, muito utilizado na indústria de cosméticos. E também há possibilidades de uso na alimentação humana como substituto do óleo de oliva (GENÚ, PEDRAZZI, PINTO, 1982)

Os insaponificáveis são substâncias presentes comumente nos óleos de origem vegetal e animal. No abacate os principais grupos de compostos presentes na fração insaponificável do óleo de abacate são, fitosteróis, hidrocarbonetos e álcoois (TANGO, TURATTI, 1992).

Em função dos benefícios que podemos encontrar no óleo de abacate, o objetivo desse estudo foi avaliar o conteúdo de fitosteróis de quatro variedades de abacate cultivadas no cerrado, assim como as mudanças no período pós-colheita do processo de maturação do fruto e possível diferença na composição em função do período de safra também foram estudados.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo utilizou-se frutos de abacate das variedades Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner, fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), em Planaltina, Distrito Federal.

Amostras de polpa de abacate foram homogeneizadas utilizando o microprocessador (Black & Decker[®]). Os lipídios foram extraídos pelo método de Bligh & Dyer (1959). O óleo obtido foi saponificado com KOH (1M) em água, para separação do material insaponificado contendo os fitosteróis, como descrito por Holser, Bost e Boven (2004). O tubo foi pesado para quantificar a matéria insaponificada presente no óleo de abacate. Essa amostra foi diluída com 1ml de isoctano e em seguida amostras de 2 µl foram injetados no cromatógrafo a gás Varian Star 3400 CX. A separação foi feita utilizando coluna capilar de sílica (Quadrex[®]) com metil 5% fenilsilicone, com dimensão de 30m, 0,25mm de diâmetro interno e 0,25µm de revestimento. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio e os gases responsáveis pela manutenção da chama do detector de ionização de chama (FID) foram o oxigênio e o hidrogênio.

O detector foi mantido a 300 °C e o injetor a 270 °C. O gradiente de temperatura utilizado para coluna foi temperatura inicial de 245 °C, com incremento de 3°C/min até 280 °C (15 minutos) que foi mantida por 21,6 minutos, totalizando 37 minutos para cada amostra analisada.

Os esteróis foram identificados por comparação com o tempo de retenção de padrões externos de esteróis, sendo estes, colesterol (Sigma[®]), campesterol (Supelco[®]), stigmasterol (Supelco[®]) e β-sitosterol (Chromadex[®]).

5.2.1 Curva de calibração para fitoesteróis

Para expressar os resultados foi elaborada uma curva de calibração para o colesterol e extrapolado para todos os outros esteróis identificados. As soluções de calibração foram preparadas a partir de solução estoque de colesterol a 1500ppm em clorofórmio. A partir dessa solução preparou-se as soluções intermediárias de 7,5, 75, 150, 300, 600 e 1200ppm para determinar a curva padrão.

Cada concentração de colesterol foi injetada em triplicata e a equação de reta obtida foi $y = 4330,7x - 43763$ ($R^2 = 0,9951$), que foi usada para cálculo da concentração dos fitoesteróis das amostras do óleo de abacate.

5.2.2 Análise estatística

Todos os resultados foram compilados em planilha de dados do programa Microsoft Office Excel (2003), onde calculou-se média e desvio padrão de cada amostra. Para comparação de médias dos frutos estudados, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, com o pacote SPSS 10.0 for Windows[®], estabelecendo um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os teores de fitoesteróis nas quatro variedades de abacate estudadas. Observa-se que o perfil dos fitoesteróis foram diferentes entre as variedades analisadas, confirmando que os teores de insaponificáveis em óleos de abacate variam de acordo com a variedade estudada (TANGO, TURATTI, 1992). O fitosterol mais abundante foi o β -sitosterol nas quatro variedades. A variedade Fuerte é a que apresentou maiores teores de β -sitosterol (261 mg/ 100g de polpa), sendo portanto a mais indicada para consumo, visando a obtenção de fitoesteróis tendo o abacate como fonte. Encontrou-se traços de colesterol nas variedades Fortuna e Fuerte, resultado semelhante ao obtido em análise do óleo de abacate por Sciancalepore e Dorbessan (1982) e em óleos de sementes de *Nigella sativa* L., *Pinus halepensis* Mill (CHEIKH-ROUHOU et al, 2008), pois sabe-se que o colesterol é sintetizado por qualquer celular eucariótica, não sendo exclusivo do reino animal (RODRIGUES et al, 2004).

Em estudo de Gutfinger e Letan (1974) o óleo de abacate da variedade Hass apresentou 91,1% de β -sitosterol, o que é semelhante ao encontrado nesse estudo para mesma variedade, que representou 93,75% em relação ao total de fitosteróis.

Tabela 1. Teores de fitoesteróis em diferentes variedades de abacate (mg/ 100g de polpa).

	Wagner (n=10)	Fortuna (n=10)	Hass (n=10)	Fuerte (n=10)
Colesterol (mg/100g)	ND	1,28±0,28 ^a	ND	2,10±0,15 ^b
Campesterol mg/100g)	9,16±0,72 ^{b*}	5,00±0,22 ^c	6,2±0,51 ^c	14,25±1,21 ^a
Stigmasterol (mg/100g)	2,27±0,17 ^a	1,65±0,05 ^b	ND	4,35±0,38 ^c
β-sitosterol (mg/100g)	87,83±6,28 ^b	44,82±1,39 ^d	79,08±8,02 ^c	207,21±17,63 ^a
Não identificado (mg/100g)	37,85±3,16	33,94±0,81	ND	33,87±2,77
Fitoesterol Total (mg/100g)	137,13±10,33	86,70±2,22	85,28±8,53	261,79±22,05
Lipídio (%)	20,09±3,16 ^a	10,97±0,95 ^b	17,79±2,44 ^c	20,99±1,43 ^a

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes (p<0,05) pelo teste Tukey. ND - não detectado.

Verificou-se que as variedades que apresentaram maiores porcentagens de lipídios apresentaram também, maiores quantidades de β-sitosterol. Os teores de lipídios das variedades Wagner e Fuerte foram semelhantes. Tango *et al* (1970) encontraram 24,8% e 25,5% nestas mesmas variedades, respectivamente, em abacates cultivados no estado de São Paulo. O mesmo autor, em 1990 (Tango *et al*, 2004), encontrou 30,3% de lipídio na variedade Fuerte e 5,9% na variedade Fortuna, sugerindo que o teor de lipídio era inversamente proporcional a umidade da polpa.

Na Tabela 2 encontra-se a concentração de fitoesteróis e de lipídios da variedade Wagner em diferentes períodos da safra. Houve aumento significativo no teor lipídico ao longo da safra, coincidindo com o período de seca da região do Cerrado, o que pode estar relacionado à possível diminuição no teor de umidade dos frutos (TANGO *et al*, 2004).

É possível observar que apenas a concentração do β-sitosterol variou nos diferentes momentos da safra, com maior concentração no final da safra.

Tabela 2. Teores de fitoesteróis em períodos diferentes da safra de abacate da variedade Wagner (mg/100g de polpa).

Fitoesteróis	Início (n=10)	Plena (n=10)	Final (n=10)
Colesterol (mg/100g)	ND	ND	ND
Campesterol (mg/100g)	8,16±1,07*	9,16±0,72	9,55±0,29
Stigmasterol (mg/100g)	ND	2,27±0,17	2,35±0,03
β-sitosterol (mg/100g)	90,84±2,16 ^a	87,83±6,28 ^a	108,04±1,24 ^b
Não identificado (mg/100g)	ND	37,85±3,16	34,25±0,49
Fitoesterol Total (mg/100g)	99,00±3,22	137,13±10,33	154,20±1,98
Lipídio (%)	13,59±2,33 ^a	20,09±3,16 ^b	24,51±1,29 ^c

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. ND - não detectado.

Observa-se ainda que o stigmasterol não foi detectado no início da safra.

Na tabela 3 observa-se a concentração de fitoesteróis em diferentes períodos de maturação pós-colheita do abacate.

Tabela 3. Teores de fitoesteróis em períodos diferentes de maturação do abacate da variedade Wagner (mg/100g de polpa).

	Verde (n=5)	Ponto de consumo (n=10)	Pós-maduro (n=5)
Colesterol (mg/100g)	ND	ND	1,29±0,3
Campesterol (mg/100g)	4,68±0,87 ^{a*}	9,16±0,72 ^b	8,52±1,97 ^b
Stigmasterol (mg/100g)	0,94±0,15 ^a	2,27±0,17 ^b	1,39±0,32 ^c
β-sitosterol (mg/100g)	48,16±9,0 ^a	87,83±6,28 ^b	90,72±20,98 ^c
Não identificado (mg/100g)	34,25±0,49	37,85±3,16	33,67±7,78
Fitoesterol Total (mg/100g)	88,05±9,59	137,13±10,33	135,62±31,35
Stigmasterol/β-sitosterol	0,019	0,021	0,015
Lipídio (%)	12,1±1,8 ^a	20,09±3,16 ^b	21,83±6,97 ^b

*Média ± desvio-padrão. Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. ND - não detectado.

Observou-se que há um aumento significativo na concentração dos fitosteróis com o processo de maturação do abacate. Este fenômeno foi observado no campesterol, stigmasterol, β -sitosterol que apresentaram os teores aumentados no fruto no ponto de consumo em relação ao fruto imaturo. O colesterol aparece apenas no fruto pós-maduro, o que pode estar relacionado a algum processo fisiológico de síntese de fitosteróis no abacate. Verifica-se que o conteúdo de fitoesterol esta associado com a maturação do fruto, maiores quantidades de fitoesterol são encontrados no fruto no ponto de consumo, aumentando a relação de stigmasterol/ β -sitosterol (WHITAKER, GAPPER, 2008).

O fruto verde apresentou os menores teores de todos os fitoesteróis identificados, o que já era de se esperar, pois sabe-se que o abacate por ser uma fruta climatérica, momento em que há um aumento da taxa de respiração e produção elevada de etileno, como também foi verificado por KLUGE *et al* (2002).

O fruto no ponto de consumo apresentou a maior quantidade de fitosteróis (137,11mg/100g), sugerindo ser o melhor momento de consumo.

5.4 CONCLUSÃO

Dentre as quatro variedades de abacate analisadas neste estudo, a variedade Fortuna apresentou o menor conteúdo lipídico. Em relação ao β -sitosterol a variedade Fuerte foi a mais rica (207,21mg/100g), sendo a mais indicada para consumo como fonte deste fitosterol. O período de colheita na safra parece interferir na quantidade de β -sitosterol do fruto, sugerindo que o final da safra se apresenta com maior concentração deste fitosterol. Nos resultados das análises há variação em função da maturação pós-colheita nas quantidades de stigmasterol e β -sitosterol.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLIGH EG, DYER WJ. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** v.37, p.911-917, 1959.

CHEIKH-ROUHOUS, BESBES S, LOGNAY G, BLECKER C, DEROANNE C, ATTIA H. Sterol composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seed oils. **Journal of Food Composition and Analysis.** v.21, p.162-168, 2008.

III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2001.

GENU PJC, PEDRAZZI RG, PINTO ACQ. Resultados preliminares do comportamento de oito cultivares de abacateiro (*Persea americana* Mill) introduzidas nos cerrados do Distrito Federal. **Proc Trop Region Am Soc Hort Sci.** v. 25, 1982.

GERBER, G.S. Phytotherapy for benign prostatic hyperplasia. **Curr Urol Rep.** v.3, p.285-291, 2002.

GUTFINGER T, LETAN A. Studies of unsaponifiables in several vegetable oils. **Lipids.** v.9, n.9, p.658-663, 1974.

HICKS KB, MOREAU RA. Phytosterols and phytostanols: functional food cholesterol busters. **Food Technology.** v.55, n.1, p. 63-67, 2001.

KLUGE RA, JACOMINO AP, OJEDA RM, BRACKMANN A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesq. Agropec. Brasileira.** v.37, n.7, p.895-901, 2002.

NTANIOS F. Plant sterol-ester-enriched spreads as an example of a new functional food. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** v.103, p.102-106, 2001.

PHILLIPS KM, RUGGIO DM, ASHRAF-KHORASSANI M. Phytosterol composition of nuts and seed commonly consumed in the United States. **Journal Agricultural Food Chemistry.** v.53, p.9436-9445, 2005.

RODRIGUES JN, MANCINI-FILHO J, TORRES RP, GIOIELLI LA. Physico-chemical characterization of a phytosterol ester enriched margarine. **Brazilian Journal Pharm Sci,** v.40, n.4, 506-519p, 2004.

TANGO JS, TURATTI JM. Óleo de abacate. In: **Abacate – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** Campinas: ITAL, p. 156-192, 1992.

TANGO JST, CARVALHO CRL, SOARES NB. Physical and chemical characterization of avocado fruits aiming its potential for oil extraction. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 26, n. 1, 2004.

TANGO, J.S.; COSTA, S.I.; ANTUNES, A.J.; FIGUEIEDO, I.B. Composição do fruto e do óleo de diferentes variedades de abacate cultivadas no estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v.3, 1970.

SCIANCELEPORE V, DURBESSAN W. Composición esterolica del aceite di aguacate (*Persea americana Mill*). **Graxas y Aceites**. v. 33, n. 5, p. 273-275, 1982.

SEGURA R, JAVIERRE C, LIZARRAGA MA, ROS E. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. **British Journal of Nutrition**. v.2, p.36-44, 2006.

WHITAKER BD, GAPPER NE. Ripening-specific stigmasterol increase in tomato fruit is associated with increased sterol C-22 desaturase (CYP710A11) gene expression. **Journal Agricultural of Food Chemistry**. V.56, p.3828-3835, 2008.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados do presente estudo permitem concluir que:

- 1) Das quatro variedades de abacate analisadas, Fuerte ($20,09 \pm 3,16$ g/ 100g) e Wagner ($20,99 \pm 1,43$ g/ 100g) foram as que apresentaram maior conteúdo lipídico, sendo que Fuerte foi a variedade mais rica em ácido oléico ($63,16 \pm 0,11\%$).
- 2) O perfil de fitosteróis foi significativamente diferente entre as quatro variedades analisadas, sendo o β -sitosterol o mais abundante dentre os quatro esteróis identificados no estudo e Fuerte a variedade mais rica nesta molécula. Traços de colesterol foram encontrados nas variedades Fortuna e Fuerte.
- 3) Verificou-se maior conteúdo lipídico e de ácido oléico no período final da safra e diminuição dos ácidos graxos saturados e do ácido linoléico (18:2, n-6). Apenas a concentração do β -sitosterol aumentou no final da safra na variedade Wagner.
- 4) O conteúdo lipídico elevou-se com a maturação do fruto, porém o perfil dos ácidos graxos saturados, monosaturados e poliinsaturados permaneceram inalterados. A concentração de fitosteróis foi maior no abacate da variedade Wagner mais maduro.
- 5) A variedade Fuerte, por apresentar maiores teores de ácido oléico e de β -sitosterol, é a mais indicada para consumo visando os benefícios comprovados deste ácido graxo e dos fitosteróis à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUFF RV, CAI DJ, DONG ZP, BELL D. The lipid lowering effect of plant sterol ester capsules in hypercholesterolemic subjects. **Lipids in Health and Disease**. v.6, n.11, 2007.

ALVIZOURI-MUNOZ M, CARRANZA-MADRIGAL J, HERRERA-ABARCA J, CHAVEZ-CARBAJAL F, AMEZCUA-GASTELUM JL. Effects of avocado as a source of monounsaturated fatty acids on plasma lipid levels. **Archives of Medical Research**. v.23, p. 163-67, 1992.

ARREBOLA, M.R.B.; PETERLIN, M.F.; BASTOS, D.H.M.; RODRIGUES, R.F.O.; CARVALHO, P.O. Estudo dos componentes lipídicos das sementes de três espécies do gênero *Cordia* L. (Boraginaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. V.14, n.1, p.57-65, 2004.

BARRETO S M. *et al.* Análise da Estratégia Global para Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde. **Ministério da Saúde**. Brasília, p.43, 2004.

BARRETO SM, PASSOS VM, FIRMO JO, GUERRA HL, VIDIGAL PG, LIMA-COSTA MF. Hypertension and clustering of cardiovascular risk factors in a community in Southeast Brazil- The Bambui Health and ageing study. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. v. 77, n.6, p.576-581, 2001.

BEAGHOLE R, SARACCI R, PÂNICO S. Cardiovascular diseases: causes, surveillance and prevention. **Int J Epidemiol**. v.30, 2001.

BLEINROTH EW, CASTRO JV. Óleo de abacate: In: **Abacate – matéria-prima**. Campinas: ITAL, 1992, p.58-138.

BLIGH E.G.; DYER W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol**. v.37, p.911-917, 1959.

CHEIKH-ROUHOUS, BESBES S, LOGNAY G, BLECKER C, DEROANNE C, ATTIA H. Sterol composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seed oils. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.21, p.162-168, 2008.

III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2001.

DONADIO LC. Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção. **Embrapa**. Brasília, 1995.

ETTINGER S. Macronutrientes: carboidratos, proteínas e lipídios. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 10 ed. São Paulo: Roca, p.30-64, 2002.

FAVIER JC, IRELAND-RIPERT J, TOQUE C, FEINBERG M. Repertório Geral dos alimentos: tabela de composição. 2 ed. São Paulo: Roca, 1999. 896p.

FORNES NS, MARTINS IS, VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ G, LATORRE MRDO. Escores de consumo alimentar e níveis lipídicos em população de São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**. v.36, n.1, p.08-12, 2002.

GENU PJC, PEDRAZZI RG, PINTO ACQ. Resultados preliminares do comportamento de oito cultivares de abacateiro (*Persea americana Mil*) introduzidas nos cerrados do Distrito Federal. **Proc Trop Region Am Soc Hort Sci**. v. 25, 1982.

GERBER GS. Phytotherapy for benign prostatic hyperplasia. **Curr Urol Rep**. v.3, p.285-291, 2002.

GUTFINGER T, LETAN A. Studies of unsaponifiables in several vegetable oils. **Lipids**. v.9, n.9, p.658-663. 1974.

HAMILTON RJ, HAMILTON S. Lipid analysis: a practical approach. **IRL Press**, 1992.

HICKS KB, MOREAU RA. Phytosterols and phytosterols: functional food cholesterol busters. **Food Technology**. v.55, n.1, p. 63-67, 2001.

HU FB, MANSON JE, WILLETT WC. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. **Journal of American College of Nutrition**. v.20, n.1, p. 5-19, 2001.

Instituto de Tecnologia de alimentos. **Abacate: série frutas tropicais 1**. Campinas, 1978.

LAW MR. Plant sterol and stanol margarines and health. **Br. Med. Journal**. v.320. p.861-864, 2000.

LEDESMA RL, MUNARI ACF, DOMINGUEZ BCH, MONTALVO SC, LUNA MHH, JUAREZ C. Monounsaturated fatty acid (avocado) rich diet for mild hypercholesterolemia. **Arch Med. Res**. v. 24, n. 4, p. 519-23, 1996.

LELIEVRE JM, LATCHE A, BRIAN J, BOUZAYEN M, PECH JC. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**. V.101, n.4. p.727-739, 1997.

LIMA A, SILVA AMO, TRINDADE RA, TORRES RP, MANCINI-FILHO J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira Fruticultura**. v.29, n.3, p.695-698, 2007.

LOTTENBERG AMP, NUNES VS, NAKANDAKARE ED, NEVES M, BERNIK M, SANTOS JE, QUINTAO ECR. Eficiência dos ésteres de fitoesteróis alimentares na redução dos lipídes plasmáticos em hipercolesterolêmicos moderados. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. v.79, n.2, 2002.

KLUGE RA, JACOMINO AP, OJEDA RM, BRACKMANN A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-meteticiclopropeno. **Pesq. Agropec. Brasileira**. V.37, n.7, p.895-901, 2002.

MAHAN LK, ESCOTT-STUMP S. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 10.ed. São Paulo: Roca, 2002. 1179p.

MARTÍNEZ-ROMERO D, DUPILLE E, GUILLEN F, VALVERDE JM, SERRANO M, VALERO D. 1-Methylcyclopropene increases storability and shelf life in climacteric and nonclimacteric plums. **Journal of agricultural and food chemistry**. v.51, p.4680-4686, 2003.

MENSINK RP, ZOCK PL, KESTER ADM, KATAN MB. Effects of dietary acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, p.1146-1155, 2003.

MONTEIRO CA, MONDINI L, COSTA RBL. Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988-1996). **Revista. Saúde Pública**. v.34, n.3, p.251-258, 2000.

NTANIOS F. Plant sterol-ester-enriched spreads as an example of a new functional food. **Eur. J. Lipid Sci. Technology**. v.103, p.102-106, 2001.

OSTLUND RE. Phytosterols, cholesterol absorption and healthy diets. **Lipids**. v.42, p.41-45, 2007.

PHILLIPS KM, RUGGIO DM, ASHRAF-KHORASSANI M. Phytosterol composition of nuts and seed commonly consumed in the United States. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v.53, p.9436-9445, 2005.

PINHEIRO ARO. A alimentação saudável e a promoção da saúde no contexto da segurança alimentar e nutricional. **Saúde em Debate**. V.29, n. 70, p. 125-139. Rio de Janeiro, 2005.

REBOLLO AJG, BOTEJA EM, CANSADO AO, BLANC PJM, BELLIDO MM, SÁNCHEZ AF, ARIAS PM, ALVAREZ JEC. Effects of consumption of meat product rich in monounsaturated fatty acids (the ham from the Iberian pig) on plasma lipids. **Nutrition Research**. V.18, p.743-750, 1998.

RODRIGUES JN, MANCINI-FILHO J, TORRES RP, GIOIELLI LA. Physico-chemical characterization of a phytosterol ester enriched margarine. **Brazilian Journal Pharm Sci**, v.40, n.4, 506-519p, 2004.

SALGADO JM, BIN C, CORNÉLIO AR. Efeito do abacate (*Persea americana* Mill) variedade Hass na lipidemia de ratos hipercolesterolêmicos. Simpósio Latino Americano de Ciências dos Alimentos. Campinas, 2005.

SANTOS L.C. **Estudo sobre a refinação do óleo de abacate (*Persesa americana* Mill.) da variedade Wagner.** Dissertação. Piracicaba, 1985.

SCIANCELEPORE V, DURBESSAN W. Composicion esterolica del aceite di aguacate (*Persea americana* Mill). **Graxas y Aceites.** v. 33, n. 5, p. 273-275, 1982.

SEGURA R.; JAVIERRE C.; LIZARRAGA M.A.; ROS E. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. **British Journal of Nutrition.** v.2, p.36-44. 2006.

SHILS ME, OLSON JÁ, SHIKE M, ROSS AC. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença.** 9. ed. São Paulo: Manole, 2003. 2106 p.

SOARES HF. **Efeito do abacate nos lipídios séricos de mulheres eutróficas ou com sobrepeso.** 2002. 101p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

SOARES SE, MANCINI-FILHO J, DELLA-MODESTA RC. Sensory detection limist of avocado oil in mixtures with olive oil. **Revista Española de Ciencia y Tecnologia de Alimentos,** v. 32, n. 5, p. 509-516, 1992.

STAMLER J, STAMLER R, NEATON JD, WENTWORTH D, DAVIGLUS ML, GARSIDE D, DYER AR, LIU K, GREENLAND P. Low risk-factor profile and long-term cardiovascular and noncardiovascular mortality and life expectancy: findings for 5 large cohorts of young adult and middle-aged men and women. **JAMA.** v.282, 1999.

SZPIZ RR, PEREIRA DA. Avaliação do óleo de cultivares de abacate provenientes da região do cerrado. **Boletim Pesquisa** n^o16 CTAA- EMBRAPA, Rio de Janeiro, p. 01-11, 1987.

TANGO JS, TURATTI JM. Óleo de Abacate. In: TEIXEIRA, C. G. et al. **ABACATE:** cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2^a. ed. Série Frutas Tropicais n^o 8, ITAL, Campinas, p. 250, 1992.

TANGO JST, CARVALHO CRL, SOARES NB. Physical and chemical characterization of avocado fruits aiming its potencial for oil extraction. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 26, n. 1, 2004.

TANGO JS, COSTA SI, ANTUNES AJ, FIGUEIREDO IB. Composição do fruto e do óleo de diferentes variedades de abacate cultivadas no estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos.** v.3, 1970.

TEIXEIRA CG, BLEINROTH EW, CASTRO JV, MARTIN ZJ, TANGO JS, TURATTI JM, LEITE RSSF, GARCIA AEB. **Abacate:** cultura, matéria-prima, processamento e

aspectos econômicos. 2º ed.-Revista e Ampliada: ITAL, Campinas, 1992. Série frutas tropicais nº8.

THOMSEN C, RASMUSSEN TL, HOLST JJ, FENSELAU S, SCHREZENMEIR J, HERMANSEN K. Differential effects of saturated and monounsaturated fatty acids on postprandial lipemia and incretin responses in healthy subjects. **Am. Journal Clinic Nutrition**, v.69, p.1135-1143, 1999.

TUCUNDUVA OS. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. São Paulo: Coronário, 2 ed. 2002.

TURATTI JM, CANTO WL. Insaponificáveis do óleo de abacate. **Boletim ITAL**. v. 22, n. 3, p. 311-29, 1985.

VIEIRA G, VIÉGAS PA. Fisiologia e manejo pós-colheita do abacate. **Informe Agropecuário**. v.17, n.179, p.27-32, 1994

VISENTAINER JV, FRANCO MRB. **Ácidos graxos em óleos e gorduras**: identificação e quantificação. São Paulo: Varela, 2006, p.120.

VOLPE R, NIITYNEN L, KORPELA R, SIRTORI C, BUCCI A, FRAONE N, PAZZUCCONI F. Effects of yoghurt enriched with plant sterols on serum lipids in patients with moderate hypercholesterolemia. **British Journal of Nutrition**, v. 86, p. 233-239, 2001.

WEIHRAUCH JL, GARDNER JM. Sterol content of foods of plant origin. **Journal Am. Diet Assoc.** v.73, n.1, p.39-47, 1978.

WILS RHH, LEE TH, GRAHAM D, MCGLASSON WB, HALL EG. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Australia: American, 1981, p.161.

WHITAKER BD, GAPPER NE. Ripening-specific stigmasterol increase in tomato fruit is associated with increased sterol C-22 desaturase (CYP710A11) gene expression. **Journal Agricultural of Food Chemistry**. V.56, p.3828-3835, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Geneva: World Health Organization, 2003.

APENDICES

APÊNDICE A: Fotos Variedades Hass, Fuerte, Fortuna e Wagner



Fortuna Meio da Safra



Hass Meio da Safra

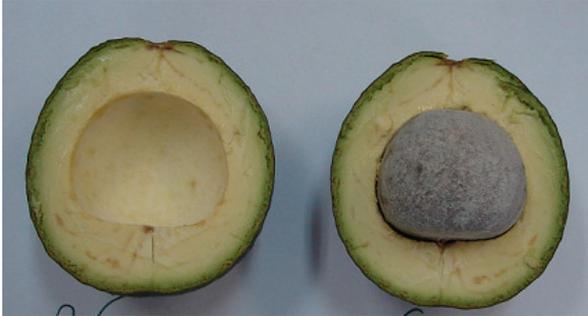


Wagner Meio da Safra



Fuerte Meio da Safra

APÊNDICE B: Fotos Variedades Wagner início, pleno e final da safra.



Wagner Início da Safra



Wagner Plena da Safra



Wagner Final da Safra

APÊNDICE C: Fotos Variedades Wagner pós-colheita, maduro e pós-maduro.



Wagner pós-colheita



Wagner ponto de consumo



Wagner pós-maduro