

# Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes

## Beneficial Bioactive Compounds Present in Nuts and Walnuts

Tainara Costa<sup>a\*</sup>; Neuza Jorge<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual Paulista, SP, Brasil

\*E-mail: tay\_costa@yahoo.com.br

Recebido: 06 de outubro de 2010; Aceito: 14 de março de 2011.

### Resumo

Estudos epidemiológicos têm demonstrado relação inversa entre a ingestão de castanhas, incluindo as nozes e as doenças crônicas, tais como doenças cardiovasculares e cânceres. As castanhas possuem ácidos fenólicos e flavonoides, além de serem ricas em tocoferóis, fitosteróis e esqualeno. São fontes de carboidratos, ácidos graxos essenciais e minerais. Já as nozes contêm alto teor de ácidos graxos n-3 e baixo de ácidos graxos saturados, elevados teores de vitamina E, polifenóis, flavonoides, arginina e fibras. Os possíveis efeitos benéficos destes compostos se devem à sua atividade antioxidante e antiproliferativa, que estão ligados a um risco reduzido de desenvolver aterosclerose e câncer. Nos últimos anos, os consumidores têm mostrado aumento do interesse em castanhas e nozes por causa da qualidade da alimentação e os potenciais efeitos benéficos para a saúde. Portanto, esta revisão tem como objetivo relatar a importância dos compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes.

**Palavras-chave:** Alimento Funcional. Ácidos Graxos. Tocoferóis. Compostos Fenólicos. Flavonóides.

### Abstract

*Epidemiological studies have shown an inverse relationship between nuts, including walnuts, intakes and chronic diseases such as cardiovascular diseases and cancers. The nuts contain phenolics compounds and flavonoids and are rich in tocopherol, phytosterols, and squalene. They are sources of carbohydrates, essential fatty acids and minerals. Since walnuts contain high levels of n-3 fatty acids and low unsaturated fatty acids, high levels of vitamin E, polyphenols, flavonoids, arginine and fiber. The compounds possible beneficial effects are due to their antioxidant and antiproliferative activities, which are linked to a reduced risk for developing atherosclerosis and cancer. In recent years, the consumers have been showing an increased interest in nuts and walnuts because of their nutritional qualities and their potential beneficial effects on people's health. This review aims to describe the importance of beneficial bioactive compounds present in nuts and walnuts.*

**Keywords:** Functional Food. Fatty Acids. Tocopherols. Phenolic Compounds. Flavonoids

## 1 Introdução

O binômio dieta-saúde representa um novo paradigma no estudo dos alimentos. Neste contexto, surge a compreensão de que a alimentação adequada vai além do que simplesmente fornecer energia e nutrientes essenciais. Ela enfatiza também a importância dos compostos bioativos benéficos, que são identificados pela promoção de efeitos fisiológicos benéficos que podem prevenir ou retardar doenças tais como: as cardiovasculares, câncer, infecções intestinais, hipertensão, osteoporose, dentre outras.

Assim, a demanda por alimentos com constituintes bioativos vem aumentando nos últimos anos devido à presença destes, os quais os caracterizam como alimentos com propriedades funcionais.

Os alimentos de origem vegetal constituem uma das principais fontes de compostos biologicamente ativos e de ácidos graxos poli-insaturados. Dentre estes, as oleaginosas, em especial as castanhas, são alvos de estudos a fim de elucidar a composição de suas amêndoas e do óleo extraído destas.

## 2 Compostos Bioativos

Define-se alimento funcional o alimento, natural ou processado, que além de seus nutrientes, possua componentes adicionais que atuem no metabolismo e fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, além de retardar o aparecimento de doenças crônico-degenerativas e que possam melhorar a qualidade e a expectativa de vida das pessoas<sup>1,2</sup>.

As substâncias ou compostos bioativos têm ação funcional capazes de proporcionar benefícios à saúde, a exemplo pode-se citar os isoprenoides, compostos fenólicos, ácidos graxos e aminoácidos essenciais, fibras, entre outros. Esses compostos exercem várias ações do ponto de vista biológico, tais como: atividade antioxidante, modulação de enzimas de detoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, atividade antibacteriana e antiviral, etc.<sup>3</sup>. Sendo encontrados em muitos vegetais e em seus óleos, extraídos da polpa e da amêndoa, como demonstra a tabela 1.

**Tabela 1:** Compostos bioativos, efeitos fisiológicos e fontes

Compostos bioativos	Efeitos fisiológicos	Fontes
Ácidos graxos n-3, n-6 e n-9	Redução do risco de câncer e doenças cardiovasculares	Óleos de canola, linhaça, oliva, oleaginosas
Tocoferóis	Atividade antioxidante e vitamina E	Óleos
Carotenoides e antocianinas	Atividade antioxidante e anticancerígena	Frutas e hortaliças
Flavonoides	Atividade antioxidante, redução do risco de doenças	Vinho, chás, cacau e maçã
Fitoestrógenos e resveratrol	Redução do risco de doenças cardiovasculares	Semente de abóbora, Linhaça e gergelim

Sabe-se que os lipídios são importantes componentes da dieta e a maioria dos seus efeitos prejudiciais à saúde está relacionada ao consumo excessivo dos mesmos. A elevada ingestão de gorduras, especialmente saturadas, tem sido relacionada às desordens cardiovasculares, incluindo aterosclerose e trombose, certos tipos de câncer e diabetes. Por outro lado, existem evidências de que uma dieta contendo elevados teores de certos componentes lipídicos está associada à redução no surgimento de inúmeras doenças<sup>3</sup>.

Os óleos vegetais podem conter ácidos graxos essenciais e teores significantes de outros compostos bioativos, tais como: tocoferóis, compostos fenólicos, fitosteróis e carotenoides<sup>4</sup>, contribuindo para a prevenção de doenças cardiovasculares através de diversos mecanismos que podem ser atribuídos aos seus efeitos antioxidantes que protegem as biomoléculas da ação dos radicais livres<sup>5</sup>.

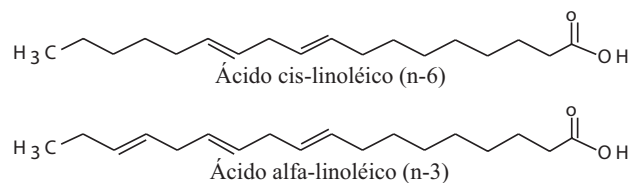
As castanhas e nozes são fontes de fibras (1,75 g de fibra solúvel por 100 g de nozes) e compostos bioativos, incluindo compostos fenólicos (taninos, ácido elágico e curcumina), flavonoides (luteolina, quercetina, miricetina, campeferol e resveratrol), isoflavonas (genisteína e daidzeína), terpenos, compostos organosulfurosos e tocoferol. O amendoim, por exemplo, é rico em folato, resveratrol e vários outros flavonoides enquanto que o alquifênol existe em abundância na castanha de caju<sup>6</sup>. Além do mais, os compostos fenólicos se fazem presentes em maiores quantidades e os carotenoides em menores nestas oleaginosas. A presença de compostos fenólicos e flavonoides é mais relevante nas nozes Pecã e nos amendoins, enquanto que o pistache apresenta elevadas concentrações de isoflavonas, lignanas e fitoestrógenos quando comparados com as demais castanhas e nozes<sup>7</sup>.

## 2.1 Ácidos graxos essenciais

São chamados de ácidos graxos essenciais àqueles que, contrariamente a todos os outros, não podem ser produzidos pelo homem em seu organismo por meio de seu próprio metabolismo, devendo ser ingeridos diariamente através de alimentos, tais como oleaginosas, peixes, algas, entre outros.

Existem dois tipos de ácidos graxos essenciais, a série dos ácidos graxos n-6, derivada do ácido cis-linoleico (C18: 2), e a série dos n-3, derivada do ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3)<sup>8</sup>.

As estruturas químicas dos ácidos graxos n-6 e n-3 são apresentadas na figura 1.

**Figura 1:** Estruturas químicas dos ácidos graxos cis-linoleico e  $\alpha$ -linolênico

As famílias n-6 e n-3 abrangem ácidos graxos que apresentam insaturações separadas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente, enumerado a partir do grupo metila terminal. Esses dois ácidos graxos são compostos que dão origem a outros ácidos graxos biologicamente ativos, como ácidos araquidônico, eicosapentaenoico (EPA; C20:5) e docosahexaenoico (DHA; C22:6)<sup>8</sup>.

O EPA e o DHA são os dois dos mais importantes ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) n-3 de cadeia longa (superior a 18 carbonos), naturalmente presentes em produtos de origem marinha. Na espécie humana, os tecidos que têm a capacidade de biossintetizar EPA e DHA são o fígado, as gônadas, e em menor escala, o cérebro e o tecido adiposo, e o fazem a partir do precursor ácido  $\alpha$ -linolênico através de sistemas enzimáticos de alongamento e dessaturação. Embora essas enzimas tenham maior afinidade pelos ácidos da família n-3, a conversão do ácido  $\alpha$ -linolênico em DHA e EPA é fortemente influenciada pelos níveis de ácido linoleico na dieta. O excesso desse ácido graxo pode reduzir a síntese de metabólitos do ácido linolênico, como o ácido eicosapentaenoico<sup>9</sup>.

Evidências indicam que o aumento no consumo de ácido linoleico juntamente com a razão elevada de consumo de n-6: n-3 é o principal fator de risco no desenvolvimento de trombose, câncer, apoplexia, alergias e outras doenças inflamatórias. No entanto, tem-se sugerido a substituição do n-6 por n-3 a fim de favorecer a síntese de eicosanoides com menor potencial inflamatório. Vários efeitos anti-inflamatórios do n-3, principalmente aqueles derivados de fontes marinhas (contendo EPA e DHA), foram comprovados. Porém, também há evidências substanciais de que o n-3 de origem vegetal (castanhas e nozes, semente de linhaça ou óleo de canola) conduz a efeitos anti-inflamatórios similares aos de origem marinha<sup>10</sup>.

Os ácidos graxos poli-insaturados n-6 e n-3 apresentam efeito hipocolesterolêmico e diminuem a concentração de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue, sendo que

os ácidos graxos n-3 parecem também reduzir os níveis de triglicerídios plasmáticos. O aumento no consumo de ácidos graxos n-3 pode baixar a pressão arterial (efeito hipotensivo), sendo associado a menores índices de doença cardiovascular. A deficiência da ingestão de ácidos graxos poli-insaturados n-3 foi associada em níveis reduzidos de DHA no eritrócito e nos tecidos da retina e do cérebro, com anormalidades na função da retina que podem ser irreversíveis<sup>11</sup>.

Os ácidos graxos n-6 estão presentes em grande variedade de alimentos, sendo os óleos vegetais as suas maiores fontes. Porém, as principais fontes dos ácidos graxos n-3 são os peixes, moluscos, crustáceos, algas e semente de linhaça. Atualmente, encontram-se inúmeros produtos enriquecidos com n-3, como óleos, produtos de panificação, leite, entre outros<sup>12</sup>.

Conforme tabela 2, as castanhas e nozes são boas fontes de ácidos graxos insaturados (mono e poli-insaturados), sendo a noz comum rica em ácido  $\alpha$ -linolênico (n-3), com cerca de 9%, o qual tem demonstrado efeito na redução de riscos cardiovasculares, na formação de coágulos sanguíneos e níveis de colesterol total<sup>7</sup>.

**Tabela 2:** Composição média em ácidos graxos (%) de óleos extraídos de castanhas e nozes

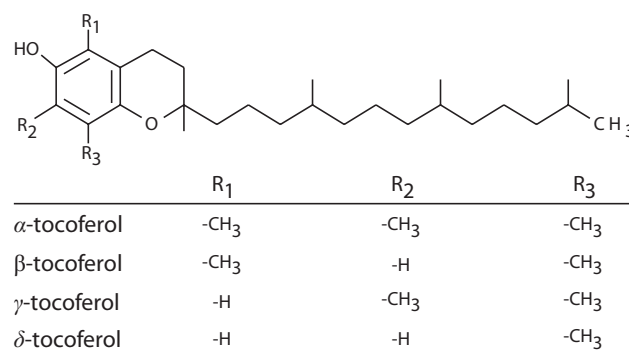
Amostra de óleo	n-6	n-3	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados
Amêndoa	12,2	0,0	3,9	32,2	12,2
Castanha do Brasil	20,5	0,04	15,1	24,6	20,6
Castanha de Caju	8,3	0,1	8,3	25,5	8,4
Macadâmia	1,3	0,2	12,1	58,9	1,5
Noz Pecã	20,6	1,0	6,2	40,8	21,6
Noz comum	38,1	9,1	6,1	8,9	47,2
Pistache	13,2	0,3	5,4	23,3	13,5

Fonte: Adaptado de Alasalvar e Shahidi<sup>7</sup>

O consumo de óleos vegetais monoinsaturados ricos em ácido oleico (C18:1, n-9) também tem sido recomendado pois apresenta dupla ligação localizada entre os carbonos 9 e 10 a partir do grupo metila. Apesar de não ser considerado um ácido graxo essencial, estudos apontam que o ácido oleico exerce efeito neutro sobre a colesterolemia. No entanto, tem-se observado que dietas ricas em ácido oleico aumentam o nível da fração de colesterol de lipoproteínas de alta densidade (HDLc) e podem reduzir o nível da fração de colesterol de lipoproteínas de baixa densidade (LDLc). Esses ácidos graxos também estão associados à redução da incidência de doenças cardíacas. Tal fato tem incentivado pesquisas por novas fontes de óleos vegetais que atendam estas recomendações de composição<sup>13</sup>.

## 2.2 Tocoferóis

Os tocoferóis consistem de um núcleo básico constituído por dois anéis, um fenólico e outro heterocíclico, ligados a uma cadeia lateral saturada formada por 16 carbonos. Dependendo do número e posição de grupos metila ligados ao anel aromático, os tocoferóis apresentam-se como quatro compostos homólogos, denominados  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocoferol<sup>14</sup>, conforme figura 2.



**Figura 2:** Estrutura química do tocoferol

Estes compostos apresentam atividade antioxidante *in vivo* e *in vitro*. Nos óleos vegetais, protegem os ácidos graxos insaturados da oxidação lipídica e no organismo humano apresentam atividade biológica de vitamina E<sup>13</sup>.

Quanto à atividade de vitamina E, o  $\alpha$ -tocoferol é a forma mais comum e apresenta a mais alta atividade biológica (100%), seguido pelo  $\beta$ -tocoferol (50%),  $\gamma$ -tocoferol (26%) e  $\delta$ -tocoferol (10%). No corpo humano, previne a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados e de componentes lipídicos das células<sup>15</sup>.

O grupo hidroxila livre no anel é responsável pelas propriedades antioxidantes sendo os hidrogênios fenólicos doados aos radicais livres lipídicos, formando produtos relativamente estáveis e interrompendo a propagação em cadeia da oxidação lipídica<sup>16,17</sup>.

Em consequência, o consumo de tocoferol tem importante papel no melhoramento da função imune e na limitação de incidências e progressão de muitas doenças degenerativas incluindo certos tipos de câncer, catarata, desordens neurológicas e doenças cardiovasculares<sup>18</sup>.

É de concordância geral que a atividade antioxidante dos tocoferóis *in vivo* segue a ordem  $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ , entretanto, existe discussão quanto ao potencial antioxidante destes compostos *in vitro*. Embora alguns estudos demonstrem que as atividades antioxidantes dos tocoferóis *in vivo* e *in vitro* seguem a mesma ordem, pesquisas comparando o potencial antioxidante relativo dos isômeros de tocoferóis em óleos e gorduras obtiveram a ordem inversa ( $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ )<sup>19</sup>.

Os tocoferóis estão presentes em vegetais, principalmente em sementes oleaginosas, folhas, óleos vegetais, frutas, castanhas e cereais<sup>20</sup>. A tabela 3 demonstra a quantidade de tocoferóis e fitosteróis em castanhas.

**Tabela 3:** Concentração média de tocoferóis ( $\mu\text{g/g}$  de óleo) e fitosteróis ( $\mu\text{g/g}$  de óleo) em óleos extraídos de castanhas

Amostra de óleo	Tocoferol		Fitosterol		
	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$ -sitosterol	campesterol	estigmasterol
Amêndoa	439,5	12,5	2071,7	55,0	51,7
Avelã	310,1	61,2	991,2	66,7	38,1
Castanha do Brasil	82,9	116,2	1325,4	26,9	577,5
Castanha de Caju	3,6	57,2	1768,0	105,3	116,7
Macadâmia	122,3	Tr	1506,7	73,3	38,3
Noz Pecã	12,2	168,5	1572,4	52,2	340,4
Noz comum	20,6	300,5	1129,5	51,0	55,5
Pistache	15,6	275,4	4685,9	236,8	663,3

Fonte: Adaptado de Yang<sup>21</sup>

### 2.3 Fitosteróis

Os fitosteróis, também chamados de esteróis vegetais, são componentes naturais dos óleos vegetais comestíveis como os óleos de girassol e soja e particularmente abundantes no reino vegetal presentes em frutas, sementes, folhas e talos<sup>11,22</sup>.

O anel esterol é comum a todos os esteróis, as diferenças estão na cadeia lateral. Esteróis da planta (fitosteróis) incluem ampla variedade de moléculas que são estruturalmente semelhantes ao colesterol. Os fitosteróis são C-28 ou C-29 esteróis, diferindo do colesterol (C-27) pela presença de um grupo metila extra (campesterol) ou etílico (sitosterol) na cadeia lateral do colesterol. Enquanto mais de 40 esteróis vegetais de sete diferentes classes de plantas foram identificados, campesterol (C-28), estigmasterol (C-29) e especialmente  $\beta$ -sitosterol (C-29) são os mais abundantes<sup>23,24</sup>.

No organismo, os fitosteróis atuam na diminuição da absorção de colesterol no intestino delgado por um mecanismo de competição, com consequente aumento na excreção fecal. Esta competição ocorre por causa da semelhança entre a estrutura química dos fitosteróis e a do colesterol, diferindo no tamanho da cadeia. Entretanto, os mecanismos exatos que levam à redução substancial na absorção de colesterol de cerca de 50% ainda não foram totalmente compreendidos<sup>24</sup>.

Assim, os fitosteróis reduzem os níveis de colesterol, possuem propriedades antiinflamatórias e antitumorais se consumidos regularmente<sup>22</sup>. De modo geral, a dieta suplementada com esteróis vegetais consegue reduzir a hipercolesterolemia, possibilitando prevenção e ajuda no tratamento das doenças cardiovasculares<sup>11,25</sup>.

Em geral, óleos vegetais e produtos derivados de óleos são considerados as fontes naturais mais ricas em esteróis, seguidos pelos cereais, produtos à base de cereais e castanhas, conforme tabela 3. Com isso, o enriquecimento de alimentos, como óleos e margarinas, com fitoesteróis é um dos desenvolvimentos em alimentos com propriedades funcionais, a fim de melhorar e/ou reduzir os níveis de colesterol de produtos alimentares tradicionais. Fitoesteróis também podem ser incorporados em produtos cozidos, suco de frutas, sorvetes e outros veículos<sup>24</sup>.

### 2.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem na pigmentação. Esses compostos encontram-se largamente em plantas e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Em alimentos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa<sup>26</sup>.

Estes compostos podem ser divididos em dois grupos: os flavonoides e os não flavonoides. Os denominados flavonoides são os que apresentam estrutura química descrita como C6-C3-C6. Já os denominados de não flavonoides possuem estrutura química C6-C1 (ácidos gálico), C6-C3 (ácido caféico) ou C6-C2-C6 (resveratrol)<sup>27,28</sup>.

Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila, incluindo seus grupos funcionais tais como ésteres, ésteres metílicos e glicosídeos. Possuem estrutura variável e, com isso, são multifuncionais. Existem cerca de 5.000 fenóis, dentre eles, destacam-se ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides e taninos<sup>11,29</sup>.

Os fenólicos englobam desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas<sup>30</sup>.

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é devido à sua capacidade de sequestrar radicais livres, doar átomos de hidrogênios ou elétrons ou quelar cátions de metais. Estas características desempenham papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo<sup>26,27</sup>. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias. Além disso, os compostos fenólicos podem atuar como protetores e regeneradores de antioxidantes primários como ácido ascórbico, tocoferol e  $\beta$ -caroteno<sup>11,28</sup>.

Este mecanismo de ação dos antioxidantes presentes em extratos de plantas possui papel importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal, pois quando incorporados na alimentação humana não conservam apenas a qualidade do alimento, mas também reduzem o risco de desenvolvimento de patologias, como aterosclerose, disfunção cerebral e câncer<sup>31</sup>. No entanto, os possíveis benefícios à saúde de compostos fenólicos derivados da dieta dependem da sua absorção e metabolismo. Além disso, os polifenóis têm muitas aplicações industriais, como por exemplo, são usadas como corantes e conservantes naturais de alimentos ou na produção de tintas, papel e cosméticos<sup>32</sup>.

Em sementes oleaginosas, poucos compostos fenólicos ocorrem em concentrações relativamente altas. Os flavonoides

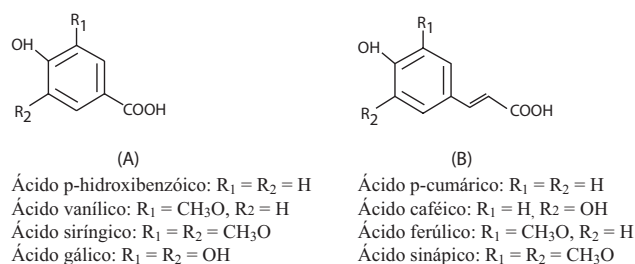
e ácidos fenólicos são os compostos encontrados com maior frequência nestas sementes, incluindo os ácidos caféico, gálico, vanílico, ferúlico, p-cumárico, protocateico, p-hidroxibenzoico, sinápico, gentísico e p-hidroxifenilacético<sup>29</sup>. Os compostos fenólicos e flavonoides totais são destaque na família *Juglandacea* (Noz Pecã e Noz comum), seguidos pelo pistache, conforme tabela 4.

**Tabela 4:** Composição média em compostos fenólicos totais (mg/100 g) e flavonoides totais (mg/100 g) de óleos extraídos de castanhas e nozes

Amostra de óleo	Compostos fenólicos totais	Flavonoides totais
Amêndoa	212,9	93,5
Avelã	314,8	113,7
Castanha do Brasil	169,2	107,8
Castanha de Caju	316,4	63,7
Macadamia	497,8	137,9
Noz Pecã	1463,9	704,7
Noz comum	1580,5	744,8
Pistache	571,8	143,3

Fonte: Adaptado de Yang *et al.*<sup>6</sup>

Na figura 3 estão representadas as estruturas químicas de alguns ácidos fenólicos.



**Figura 3:** Estruturas químicas dos principais ácidos fenólicos derivados do ácido benzoico (A) e ácido cinâmico (B)

Os compostos fenólicos oriundos de alimentos têm sido foco de muitos estudos acerca de suas propriedades anti-inflamatória, antimicrobiana, anticarcinogênica, antialérgica e antiviral<sup>30,33</sup>.

## 2.5 Carotenoides

Comumente encontrados na natureza, os carotenoides são pigmentos naturais presentes nas frutas e vegetais, com produção estimada de 100 milhões de toneladas por ano. Eles apresentam cor intensa que varia do amarelo ao vermelho. A mudança de cor durante o amadurecimento dos frutos ou envelhecimento de vegetais é causada pelo desaparecimento das clorofilas que, quando presentes, mascaram as cores de outros pigmentos<sup>34</sup>.

São substâncias lipossolúveis, poli-insaturadas,

tetraterpenoides de 40 carbonos unidos por unidades opostas no centro da molécula. Ciclização, hidrogenação, desidrogenação, migração de duplas ligações, encurtamento ou alongamento da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de funções com oxigênio ou a combinação destes processos resultam na diversidade de estruturas dos carotenoides<sup>35</sup>.

Em geral, duplas ligações podem ocorrer nas configurações *cis* e *trans*, porém nos carotenoides presentes nos alimentos a configuração *trans* ocorre mais frequentemente. A cor intensa dos carotenoides se deve ao grande número de insaturações conjugadas presentes na molécula. Quanto maior o número de insaturações, mais intensa é a cor. Assim, o grande número de duplas ligações, embora sejam essenciais para sua função, os tornam muito susceptíveis à degradação por oxidação<sup>36</sup>.

Os carotenoides apresentam atividade de pró-vitamina A e antioxidante, reduzindo o risco de cânceres e doenças cardiovasculares<sup>36,37</sup>. Possuem ainda, função antimutagênica, efeito imunomodulador, previnem degeneração macular e diminuem riscos de catarata<sup>38</sup>.

Os principais carotenoides pró-vitâmicos A são: β-caroteno, α-caroteno, γ-caroteno e β-criptoxantina; entre os não pró-vitâmicos estão a luteína, zeaxantina e licopeno. O β-caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade de vitamina A (100% de atividade), enquanto γ-caroteno, α-caroteno, β-zeacaroteno, β-criptoxantina e α-criptoxantina apresentam apenas 50% de atividade<sup>11</sup>.

A transformação dos carotenoides pró-vitâmicos em vitamina A ocorre por clivagem simétrica (mecanismo principal), onde o carotenoide é dividido ao meio, formando duas moléculas de retinol no caso do β-caroteno ou uma molécula no caso dos demais carotenoides pró-vitâmicos A, que são posteriormente transformadas em retinol. Alternativamente, pode ocorrer clivagem assimétrica em que segmentos são retirados de uma das extremidades da molécula do carotenoide, formando apocarotenoides e eventualmente retinal<sup>39</sup>.

A ingestão insuficiente de vitamina A ou de seus precursores, durante um período expressivo, leva a cegueira e tem resultado em altas taxas de mortalidade (60%), principalmente em crianças. A ingestão de próvitamina A tem-se como vantagem a bioconversão desta pelo organismo apenas quando há carência, evitando-se a hipervitaminose<sup>34</sup>.

Além da atividade pró-vitâmica A, testes *in vitro* e *in vivo* sugerem que os carotenoides sequestram e inativam radicais livres. Embora teoricamente todos os carotenoides com duplas ligações conjugadas possam atuar como antioxidantes, o β-caroteno tem apresentado especial ação interagindo irreversivelmente com radicais peróxidos e formando radicais β-caroteno estáveis<sup>18</sup>.

A principal ação antioxidante dos carotenoides, no entanto, está relacionada à capacidade que estes compostos apresentam de absorver energia do oxigênio singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), impedindo que o mesmo transfira energia para outras

moléculas e origine radicais livres. A desativação do  $^1O_2$  pode ocorrer de duas formas: pela transferência física da energia de excitação do  $^1O_2$  para o carotenoide e pela reação química do carotenoide com o  $^1O_2$ . Em condições normais no organismo, por exemplo, 95% da desativação do  $^1O_2$  é física, restando somente 5% para reagir quimicamente, o que torna os carotenoides antioxidantes mais efetivos<sup>35</sup>.

O aumento dos níveis de carotenoides no organismo promove a regulação da comunicação intercelular, a modulação de hormônios e melhora a resposta imune, diminuindo o risco de doenças crônicas<sup>11</sup>. Os principais carotenoides com potencial aplicação como ingredientes funcionais antioxidantes seriam:  $\alpha$ - e  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina e  $\beta$ -criptoxantina<sup>34</sup>.

Tuberoso *et al.*<sup>40</sup> quantificaram  $\beta$ -caroteno em óleos de linhaça, uva, milho, amendoim, abóbora, canola, soja, girassol e oliva. Quantidades acima de 1,0 mg/kg foram encontradas apenas nos óleos de oliva (6,9 mg/kg), abóbora (5,7 mg/kg) e canola (1,7 mg/kg).

### 3 Castanhas e Nozes

As castanhas e nozes são sementes riquíssimas em nutrientes, entre eles os ácidos graxos essenciais, que não podem ser sintetizados pelo homem. Representadas pelas nozes, amêndoas, castanhas, avelãs, entre outras, são bastante conhecidas pelo seu alto teor calórico, porém, podem trazer também diversos benefícios para a saúde<sup>41</sup>.

Estas oleaginosas são utilizadas normalmente apenas como aperitivo, em saladas ou em sobremesas. Em algumas partes do mundo onde a carne é proibida, são consideradas como alimento primordial como nos tempos antigos<sup>42</sup>.

O grupo das castanhas e nozes é isento de colesterol e rico em nutrientes importantes. Contém macronutrientes (lipídios, proteínas e carboidratos), micronutrientes (vitaminas e minerais, como vitamina E, selênio, manganês, magnésio, zinco, ácido fólico e cobre) além de ácidos graxos essenciais, fosfolipídios, tocoferóis, fitosteróis, e fitoquímicos (ácidos fenólicos, carotenoides, flavonoides). Desta forma, as oleaginosas são consideradas como alimento naturalmente funcional, promovendo a saúde<sup>7,10</sup>.

Suas amêndoas são excelentes fontes nutritivas apresentando composição química média em 100 g da fruta de: 18,6 g de proteínas; 254 mg de cálcio; 475 mg de fósforo; 4,4 mg de ferro e 0,67 mg de vitamina B<sub>2</sub>. Além disso, as amêndoas são ricas em proteínas e em gordura. Elas contêm, ainda, quantidades razoáveis de tiamina, riboflavina e niacina, e representam boas fontes de ferro e fósforo<sup>43</sup>. As amêndoas em combinação com outros cereais e frutas produzem inúmeros *snacks* processados que possuem grande aceitação pelos consumidores<sup>44,45</sup>.

Quimicamente as espécies do gênero *Dipteryx* acumulam cumarinas, isoflavonas, triterpenoides, ácidos graxos e diterpenoides furanocassanos. Em trabalho anterior

foram identificados ácidos graxos, sendo o ácido oleico o componente majoritário, além de  $\beta$ -farneseno e dois diterpenos furanocassanos nos frutos desta espécie<sup>46</sup>.

A castanha do Brasil tem pesquisa focada na presença de selênio, devido à ação antioxidante nos processos metabólicos<sup>47</sup>. A atuação do selênio está relacionada com a enzima glutatona-peroxidase, dependente do Se, no que se refere à formação de radicais livres no organismo, proteção contra a ação nociva de metais pesados, prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e aumento da resistência do sistema imunológico<sup>48</sup>. O óleo típico apresenta 13,8% de ácido palmítico, 8,7% de ácido esteárico, 31,4% de ácido oleico e 45,2% de ácido linoleico, além de pequenas quantidades dos ácidos mirístico e palmitoleico<sup>49</sup>.

As castanhas Portuguesa (*Castanea sativa*) são atualmente utilizadas em pediatria para o tratamento de gastroenterite e como fonte de dieta isenta de glúten em casos de doença celíaca, além do mais, essas castanhas são boa fonte de ácidos graxos essenciais<sup>50</sup>.

A Sapucaia (*Lecythis pisonis*) é rica em fósforo e o perfil de ácido graxo do óleo desta castanha indica predominância de ácido graxo essencial linoleico. Contudo, ainda existem poucos dados científicos na literatura sobre os aspectos físico-químicos do fruto e da amêndoa e do valor nutricional das amêndoas dessa espécie<sup>51</sup>.

As nozes Pecã (*Carya illinoensis*) possuem elevado valor nutricional em proteínas, vitaminas, carboidratos e lipídios. Eles são antioxidantes ricos em fibras e contém sódio livre<sup>52,53</sup>. O consumo, mesmo que em pequenas quantidades, diariamente, pode evitar até 65% do risco de doenças do coração, diminui o mau-colesterol, melhora o funcionamento intestinal, cerebral, pulmonar, entre outros. Estudos têm demonstrado que o consumo de noz Pecã pode melhorar o perfil lipídico humano e reduzir os níveis de lipoproteínas por conter alto teor de ácidos graxos monoinsaturados, além de vitamina E<sup>54</sup>.

As nozes comuns (*Juglans regia* L) estão recebendo interesse crescente como alimento saudável, pois seu consumo regular foi relatado para diminuir o risco de doenças cardiovasculares e diabetes tipo II<sup>55</sup>. Os benefícios das nozes na saúde são geralmente atribuídos à sua composição química. As nozes são boa fonte de ácidos graxos essenciais, vitamina E, tocoferóis e fitoesteróis<sup>56,57</sup>. Na composição do óleo das nozes o ácido linoleico é o principal ácido graxo com 57 a 64%, seguido por oleico (13-22%), linolênico (10-16%), palmítico (5-8%) e esteárico (1-3%). Devido ao seu alto teor de PUFA tem sido sugerido para reduzir o risco de doença cardíaca, diminuindo LDL e colesterol total e aumento de HDL<sup>55</sup>. As nozes têm ainda outros componentes que podem ser benéficos para a saúde, incluindo proteínas vegetais, fibra alimentar, melatonina, esteróis vegetais, folato, taninos e polifenóis<sup>5,58</sup>.

De modo geral, os benefícios de dietas ricas em castanhas

e nozes incluem: boa fonte de ácidos graxos essenciais; propriedades antiarrítmicas através da alta ingestão de ácido linolênico; benefício na homeostase da glucose e insulina via MUFA e PUFA; atividades antioxidantes; redução da iniciação e aumento de tumores; regulação da diferenciação e proliferação celular; reparo de danos ao DNA; regulação da atividade imunológica e resposta inflamatória; indução de enzimas metabólicas; regulação de hormônios através de fitoestrógeno; alta fonte de nutrientes como ácido fólico, selênio, magnésio, potássio, fibras e vitamina E. Estudos relatam também que pessoas com ingestão diária de castanhas e nozes tendem a perder peso, reduzem risco de câncer de cólon retal e doenças cardiovasculares com diminuição do colesterol<sup>6,7,59</sup>.

Jenkins *et al.*<sup>60</sup> realizaram estudo sobre o efeito do consumo de amêndoas no perfil lipídico humano com 27 homens saudáveis e mulheres hiperlipidêmicas (LDLc, superior a 158 mg/dL). Tal estudo evidenciou a redução dos níveis de colesterol total e LDLc e aumento dos níveis de HDLc com a ingestão de 37 a 73 g de amêndoas por dia.

Estudos aleatórios, em longo prazo, confirmaram os efeitos benéficos do consumo regular de castanhas e nozes no perfil lipídico em pacientes diabéticos tipo II e não diabéticos, mas não relataram melhora na glicemia destes<sup>61,62</sup>.

López-Uriarte *et al.*<sup>63</sup>, também em estudo aleatório, avaliaram a relação entre o consumo de 30 g/dia de um mix de castanhas e nozes (15 g noz comum, 7,5 g avelã e 7,5 g amêndoas) durante doze semanas e os marcadores de oxidação e função endoteliais na síndrome metabólica dos pacientes. Eles concluíram que o consumo de castanhas e nozes não teve qualquer efeito deletério sobre a oxidação lipídica, além de terem encontrado diminuição do dano ao DNA que pode contribuir para explicar os efeitos benéficos no consumo regular destes na prevenção de diversas doenças crônicas.

Rajaram *et al.*<sup>54</sup> avaliaram o efeito no perfil lipídico em pacientes hiperlipidêmicos de dietas enriquecidas com nozes ou peixes por quatro semanas e verificaram que no grupo de pacientes que consumiram dieta contendo 42,5 g de nozes por dia houve maior redução dos níveis de colesterol total e LDL-c do que nos grupos controle (sem nozes e peixes) e grupo com peixe (113 g salmão, 2 vezes por semana), enquanto que no grupo que recebeu dieta com peixe houve redução dos níveis de triglicerídios plasmáticos e elevaram os níveis de HDL-c.

A atividade antiproliferativa das castanhas e nozes foi evidenciada em estudo realizado por Yang *et al.*<sup>6</sup> com dez tipos de oleaginosas. Entre os extratos solúveis analisados, os extraídos das nozes comuns, nozes Pecã, amendoins e amêndoas mostraram atividades antiproliferativas relativamente elevadas tanto para as sulfotransferases de células de fígado humano (HepG2) quanto para as células de carcinoma do cólon (Caco-2), enquanto os extratos de castanhas de caju e macadâmia evidenciaram uma fraca atividade antiproliferativa para as células HepG2.

## 4 Conclusão

As castanhas e nozes, de maneira geral, são ricas fontes de ácidos graxos insaturados, proteínas, fibras, micronutrientes, vitaminas e compostos bioativos. Elas podem retardar o processo de envelhecimento, estimular o sistema imunológico e proteger contra doenças cardíacas e certos tipos de câncer.

Uma dieta modificada, com consumo de grande variedade de alimentos de origem vegetal, incluindo castanhas e nozes, otimiza o estado geral de saúde e auxilia no menor risco de doenças crônicas. No entanto, há ainda a ausência de informações sobre os compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes. Embora vários destes compostos presentes nas castanhas foram identificados, muitos outros permanecem não identificados e descaracterizados. Torna-se necessário aprofundar tal investigação, com ênfase nas atividades antioxidantes e anticancerígenas.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelas bolsas de Mestrado e de Produtividade em Pesquisa.

## Referências

1. Costa NMB, Rosa COB. Alimentos funcionais: benefícios para a saúde. Viçosa: Varela; 2008.
2. Parry J, Lan S, Luther M, Kequan Z, Yurawecz PM, Whittaker P, *et al.* Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J Agric Food Chem* 2005;53(3):566-73.
3. Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance: a review. *Appetite* 2008;51(3):456-67.
4. Ettinger S. Macronutrientes: carboidratos, proteínas e lipídeos. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Alimentos, nutrição & dietoterapia. São Paulo: Roca; 2010.
5. Arranz S, Cert R, Pérez-Jiménez J, Cert A, Saura-Calixto F. Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. *Food Chem* 2008;110(1):985-90.
6. Yang J, Liu RH, Halim L. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. *Food Sci Technol* 2009;42(1):1-8.
7. Alasalvar C, Shahidi F. Tree nuts: composition, phytochemicals and health effects. Boca Raton: CRC Press; 2008.
8. Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *J Biotechnol* 2006;1(4):420-39.
9. Vaz JS, Deboni F, Azevedo MJ, Gross JL, Zelmanovitz T. Ácidos graxos como marcadores biológicos da ingestão de gorduras em alimentos. *Rev Nutr* 2006;19(4):489-500.
10. Salas-Salvadó J, Casas-Agustench P, Murphy MM, López-Uriarte P, Bulló M. The effect of nuts on inflammation. *Asia Pac J Clinical Nutr* 2008;17(1):333-6.
11. Pimentel CVMB, Francki VM, Gollücke APB. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela; 2005.
12. Corsini MS, Jorge N. Ácidos graxos e aspectos nutricionais. *Nutr Bras* 2007;6(6):371-7.
13. Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca; 2010.

14. Adhikari P, Hwang KT, Shin MK, Lee BK, Kim SK, Kim SY, *et al.* Tocols in caneberry seed oils. *Food Chem* 2008;111(1):687-90.
15. Shahidi F, Nacz M. *Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications.* Lancaster: Technomic; 1995.
16. Nogala-Kalucka M, Korczak J, Dratwia M, Lampart-Szczapa E, Siger A, Buchowski M. Changes in antioxidant activity and free radical scavenging potential of rosemary extract and tocopherols in isolated rapeseed oil triacylglycerols during accelerated tests. *Food Chem* 2005;93(2):227-35.
17. Ramalho VC, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím Nova* 2006;29(4):755-60.
18. Liu RH. Whole grain phytochemicals and health. *J Cereal Sci* 2007;46(3):207-19.
19. Schmidt S, Pokorný J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids - a review. *Czech J Food Sci* 2005;23(3):93-102.
20. Sen CK, Khana S, Roy S. Tocotrienols: vitamin E beyond tocopherols. *Life Sci* 2006;78(1):2088-98.
21. Yang, J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. *Food Sci Tecnol* 2009;42(1):1573-80.
22. Maguire LS, O'Sullivan SM, Galvin K, O'Connor TP, O'Brien NM. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *Int J Food Sci Nutr* 2004;55(3):171-8.
23. Hovenkamp E, Demonty I, Plat J, Lütjohann D, Mensink RP, Trautwein EA. Biological effects of oxidized phytosterols: a review of the current knowledge. *Pro Lipid Res* 2008;47(1):37-49.
24. Taşan M, Bilgin B, Geçgel Ü, Demirci AŞ. Phytosterols as functional food ingredients. *J Tekirdag Agri Facul* 2006;3(2):153-9.
25. Brufau G, Canela MA, Rafecas M. Phytosterols: physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. *Nutr Res* 2008;28(1):217-25.
26. Pyrzynska K, Biesaga M. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends Analyt Chem* 2009;28(7):893-902.
27. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem* 2006;99(1):191-203.
28. Huber LS, Hoffmann-Ribani R, Rodriguez-Amaya DB. Quantitative variation in Brazilian vegetable sources of flavonols and flavones. *Food Chem* 2009;113(1):1278-82.
29. Nacz M, Shahidi F. Extractions and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A* 2004;1054(1-2):95-111.
30. Hung PV, Maeda T, Miyatake K, Morita N. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. *Food Res Int* 2009;42(1):185-90.
31. Sousa CMM, Silva HR, Vieira-Jr GM, Ayres MCC, Costa CLS, Aratijo DS, *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quím Nova* 2007;30(2):351-5.
32. Ignat I, Volf I, Popa VI. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chem* 2011;126(4):1821-35.
33. Ocakoglu D, Tokatli F, Ozen B, Korel F. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chem* 2009;113(1):401-10.
34. Rodriguez-Amaya DB, Kimura M, Amaya-Farfan J. Fontes de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas; 2008.
35. Uenojo M, Maróstica Junior MR, Pastore GM. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Quím Nova* 2007;30(3):616-22.
36. Moller P, Loft S. Interventions with antioxidants and nutrients in relation to oxidative DNA damage and repair. *Mut Res/Fund Mol Mech Mut* 2004;551(1/2):79-8
37. Romero N, Robert P, Masson L, Ortiz J, Gonzalez K, Tapia K, *et al.* Effect of  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol and Rosa mosqueta shell extract on the performance of antioxidants-stripped canola oil (*Brassica* sp.) at high temperature. *Food Chem* 2007;104(1):383-9.
38. Dias MG, Camões MFGFC, Oliveira L. Carotenoids in traditional portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry* 2009;113(1):808-15.
39. Ambrósio CLB, Campos FACS, Faro ZP. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Rev Nutr* 2006;19(2):233-43.
40. Tuberoso CIG, Kowalezyk A, Sarritzu E, Cabras P. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chem* 2007;103(4):1494-501.
41. Mackenzie SL, Taylor DC. Seed oils for the future. In: Beare-Roger J. Influences of findings in nutrition on the fats and oils industry. Illinois: AOCS Press; 1993.
42. King JC, Blumberg J, Ingwersen L, Jenab M, Tucker KL. Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet. *J Nutr* 2008;138(9):1736-40S.
43. Carvalho MG, Costa JMC, Souza VAB, Maia GA. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia. *Rev Ciênc Agro* 2008;39(4):517-23.
44. Gutkoski LC, Bonamigo JMA, Teixeira DMF, Pedó I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Cienc Tecnol Aliment* 2007;27(2):355-63.
45. Souza ML, Menezes HC. Avaliação sensorial de cereais matinais de Castanha-do-Brasil com mandioca extrusadas. *Cienc Tecnol Aliment* 2006;26(4):950-5.
46. Vieira Júnior GM, Rocha e Silva H, Bittencourt TC, Chaves MH, Simone CA. Terpenos e ácidos graxos de *dipteryx lacunifera ducke*. *Quím Nova* 2007;30(7):1658-62.
47. Pacheco AM, Scussel VM. Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor. Florianópolis: Editorgraf; 2006.
48. Souza ML, Menezes HC. Extrusão de misturas de castanha do Brasil com mandioca. *Cienc Tecnol Aliment* 2008;28(2):451-62.
49. Freitas SP, Freitas-Silva O, Miranda IC, Coelho MAZ. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. *Cienc Tecnol Aliment* 2007;27(1):14-7.
50. Borges O, Carvalho JS, Correia PR, Silva AP. Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. Chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *J Food Compos Anal* 2007;20(1):80-9.
51. Souza VAB, Carvalho MG, Santos KS, Ferreira CS. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de sapucaia. *Rev Bras Frutic* 2008;30(4):946-52.
52. Terabe NI, Martins CM, Homechin M. Microrganismos associados a frutos de diferentes cultivares de noz Pecan. *Ciênc Agrotec* 2008;32(2):659-62.
53. Villarreal-Lozoya JE, Lombardini L, Cisneros-Zevallos L. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *Food Chem* 2007;102(4):1241-9.
54. Rajaram S, Haddad EH, Mejia A, Sabaté J. Walnuts and fatty



- fish influence different serum lipid fractions in normal to mildly hyperlipidemic individuals: a randomized controlled study. *Am J Clin Nutr* 2009;89(5):1657-63.
55. Davis L, Stonehouse W, Loots T. du, Mukuddem-Petersen J, Van Der Westhuizen FH, Hanekom SM, *et al.* The effects of high walnut and cashew nut diets on the antioxidant status of subjects with metabolic syndrome. *Eur J Nutr* 2007;46(3):155-64.
56. Amaral JS, Rui Alves M, Seabra RM, Oliveira BPP. Vitamin E composition of walnuts (*Juglans regia* L.): a 3-year comparative study of different cultivars. *J Agric Food Chem* 2005;53(13):5467-72.
57. Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Valentão P, Andrade PB, Ferreira ICFR, *et al.* Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food Chem Toxicol* 2007;45(11):2287-95.
58. Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Ferreira IC, Bento A, Estevinho L. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food Chem Toxicol* 2008;46(6):2103-11.
59. Kris-Etherton PM, Hu FB, Ros E, Sabate J. The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: multiple potential mechanisms. *J Nutr* 2008;138(9):1746-51.
60. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Josse AR, Nguyen TH, Faulkner DA, *et al.* Almonds reduce biomarkers of lipid peroxidation in older hyperlipidemic subjects. *J Nutr* 2008;138(5):908-13.
61. Lovejoy JC, Most MM, Lefevre M, Greenway FL, Rood JC. Effect of diets enriched in almonds on insulin action and serum lipids in adults with normal glucose tolerance or type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2002;76(5):1000-6.
62. Tapsell LC, Gillen LJ, Patch CS, Batterham M, Owen A, Baré M, *et al.* Including walnuts in a low-fat/modified-fat diet improves HDL cholesterol-to-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;27(12):2777-83.
63. López-Uriarte P, Nogués R, Saez G, Bulló M, Romeu M, Masana L, *et al.* Effect of nut consumption on oxidative stress and the endothelial function in metabolic syndrome. *Clin Nutr* 2010;29(3):373-80.

