



**EDWALDO DOS SANTOS PENONI**

**CARACTERIZAÇÃO PRODUTIVA, FÍSICA E  
QUÍMICA DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-  
MACADÂMIA**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**EDWALDO DOS SANTOS PENONI**

**CARACTERIZAÇÃO PRODUTIVA, FÍSICA E QUÍMICA DE  
CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador  
Dr. Rafael Pio

**LAVRAS - MG**  
**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Penoni, Edwaldo Santos.

Caracterização produtiva física e química de cultivares de  
noqueira-macadâmia / Edwaldo Santos Penoni. – Lavras : UFLA,  
2011.

71 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Rafael Pio.

Bibliografia.

1. *Macadamia integrifolia*. 2. Óleo. 3. Amêndoa. 4. Nogueira. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.51

**EDWALDO DOS SANTOS PENONI**

**CARACTERIZAÇÃO PRODUTIVA, FÍSICA E QUÍMICA DE  
CULTIVARES DE NOGUEIRA MACADÂMIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 29 de julho de 2011.

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Dr. Moacir Pasqual           | UFLA    |
| Dr. José Darlan Ramos        | UFLA    |
| Dr. Edvan Alves Chagas       | EMBRAPA |
| Dr. Wellington Farias Araujo | UFRR    |

Dr. Rafael Pio  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2011**

Dedico este trabalho, primeiramente, à Glória do Grande Arquiteto do Universo, pois, sem Ele não seria possível a realização deste.

Aos meus pais, Alcides dos Santos Penoni e Elzira Simioni Penoni, pelo apoio e ajuda, em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

A minha esposa, Rita de Cássia Horácio Penoni, aos meus filhos Nayara Penoni e Lorrany Horácio Penoni, pelo incentivo, cooperação e apoio em todos os momentos desta nova e importante etapa em minha vida.

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Rafael Pio como orientador, Moacir Pasqual e José Darlan Ramos, pela amizade, por todas as considerações, sugestões e, principalmente, por estarem sempre à disposição para orientar no desenvolvimento deste e de outros trabalhos.

Ao pesquisador Ângelo Albérico Alvarenga pela amizade e incentivo para o ingresso no Doutorado.

Ao amigo e colega doutorando Filipe Almendagna Rodrigues, pela sua presteza, amizade e consideração.

A Empresa Macadâmia Brasilis Ltda., na pessoa de sua proprietária Cláudia Werner, que muito contribuiu para que esta pesquisa fosse realizada.

A Dra. Joyce Dória Rodrigues Soares pela contribuição e ajuda na correção deste trabalho, bem como em outros.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de nos proporcionar mais conhecimentos para a criação e a transformação de idéias em resultados úteis à sociedade.

A FAPEMIG, por ter proporcionado uma bolsa de apoio técnico - BAT II e que fez com que eu ingressasse no doutorado em agosto de 2010. Agradeço também ao CNPq, por ter contribuído e apoiado em outras oportunidades.

A todos os colegas em especial a doutoranda Luana Aparecida Castilho Maro e ao doutorando Marcelo Caetano que direta e indiretamente fizeram parte e colaboraram nesta etapa importante da minha vida profissional.

À secretária da Pós-Graduação do Departamento de Agricultura, Marli dos S. Túlio, pela sua dedicação e boa vontade no atendimento das nossas dúvidas.

E agradeço a Jesus Cristo, meu Senhor e meu Deus pelas graças recebidas.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

EDWALDO DOS SANTOS PENONI, filho de Alcides dos Santos Penoni e Elzira Simioni Penoni, nascido em Lavras-MG, a 20 de maio de 1951.

Concluiu seus estudos de graduação em engenharia agrônoma na Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, em julho de 1979.

Iniciou as atividades profissionais na área de extensão Rural na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - EMATER-MG, de setembro de 1980 a maio de 1994. Em 1998 foi para o Sindicato dos Produtores Rurais de Lavras, permanecendo até 2005.

Iniciou o curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia/Fruticultura, na UFLA, em agosto de 2007, concluindo-o em 02 de dezembro de 2008.

Iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia/Fruticultura, na UFLA, em agosto de 2010, concluindo-o em 29 de julho de 2011.

## RESUMO GERAL

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) está sendo cultivada no Brasil como alternativa de renda, devido ao alto valor de sua amêndoa no mercado internacional, bem como boa aceitação por parte dos consumidores. A noqueira-macadâmia é de origem subtropical, apresenta poucos problemas fitossanitários e requer poucos tratamentos culturais, absorvendo assim pouca mão-de-obra. Produz a noz com alto valor agregado do mercado mundial. Há uma série de cultivares de noqueira-macadâmia, no entanto, não se conhece o desempenho produtivo e a qualidade de amêndoas desses materiais em condições brasileiras. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a qualidade das amêndoas obtidas de cultivares de noqueira-macadâmia em Itapira – São Paulo. A produção da noqueira-macadâmia em Itapira – SP se inicia em meados de fevereiro e se estende até o final de junho. A cultivar IAC 9-20 foi a mais precoce e HAES 722 a mais tardia, enquanto HAES 344 proporcionou a menor amplitude de colheita e 791 Fuji e HAES 849 a maior. As cultivares IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816 apresentaram o maior desempenho produtivo. Em relação a dimensões dos frutos apresentaram diferenças nas cultivares estudadas. A cultivar Edson apresentou frutos com dimensões e massas de carpelo, casca e amêndoa, superiores em relação às outras cultivares estudadas. As cultivares C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, HAES 741 e Edson apresentaram TR (taxa de retorno) acima de 35%. A cultivar IAC 9-20X apresentou maior porcentagem de proteína, bem como a presença de ácido palmítico, palmitoléico, oléico,  $\gamma$ -linolênico, linolênico e eurúico. As amêndoas de todas as cultivares de noqueira-macadâmia analisadas possuíam ácidos palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico, linoléico, linolênico,  $\gamma$ -linolênico, eurúico. O valor da relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ( $\omega$  – ômega) é dependente da cultivar utilizada.

Palavras-chave: *Macadamia integrifolia*. Óleo. Amêndoa. Noqueira.

## ABSTRACT

The walnut macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), is being cultivated in Brazil as an alternative income, due to the high value of your almond in the international market as well as the acceptance by consumers. The walnut macadamia is of subtropical origin, presents few problems requires few pesticides and crop management, absorbing so little manpower. It produces a nut with the highest value of the global market. There are a number of walnut macadamia cultivars, however, does not know the productive performance and quality of these materials in almonds Brazilian conditions. Therefore, the objective was to evaluate the performance and quality of kernels obtained from cultivars of macadamia nuts in Itpira - São Paulo. The production of cultivars in the eastern region of São Paulo began in mid-february and runs until the end of June. IAC 9-20 was early and the later HAES 722, while HAES 344 provided the lower range of crop and 791 Fuji and HAES 849 the highest. IAC 9-20X, HAES 816 and IAC 9-20 showed the highest growth performance. With regard to biometrics, the dimensions of the fruits showed differences in cultivars. The cultivar Edson presented fruits with dimensions and masses of carpel, peel and almond, higher compared to other cultivars. The cultivars C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Mauka and Edson had TR (return rate) above 35%. IAC 9-20X had a higher percentage of protein as well as the presence of palmitic acid, palmitoleic, oleic,  $\gamma$ -linolenic acid, linolenic and eurucic. The kernels of all walnut macadamia cultivars have analyzed palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic,  $\gamma$ -linolenic acid, eurucic. The value of the ratio  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 is dependent on the cultivar.

Keywords: *Macadamia integrifolia*. Oil. Almond. Walnut.

## LISTA DE TABELAS

### **CAPITULO 2**

- Tabela 1 Época e amplitude de colheita de 10 cultivares de noqueira-macadâmia em três safras, em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2011..... 34
- Tabela 2 Número médio de frutos, produção média, produtividade média estimada e massa média das nozes em casca de 10 cultivares de noqueira-macadâmia em três safras, em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2011..... 36

### **CAPITULO 3**

- Tabela 1 Dimensões dos frutos (carpelo, casca e amêndoa) de 22 cultivares de noqueira-macadâmia cultivadas em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2010..... 48
- Tabela 2 Massa das partes dos frutos (carpelo, casca e amêndoa) e TR (relação entre a massa das nozes e a massa das amêndoas resgatadas) de 22 cultivares de noqueira-macadâmia cultivadas em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2010..... 49

### **CAPITULO 4**

- Tabela 1 Valores médios da composição química (%) das amostras de amêndoas de 22 cultivares de noqueira-macadâmia. Lavras, UFLA, 2011..... 63
- Tabela 2 Porcentagens de diferentes ácidos graxos de amêndoas de 22 cultivares de noqueira-macadâmia. Lavras, UFLA, 2011..... 66

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
|            | <b>CAPITULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Nogueira-macadâmia.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Cultivares.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Estudo físico.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Composição químicos.....</b>   | <b>20</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>22</b> |
|            | <b>CAPITULO 2 DESEMPENHO PRODUTIVO E AMPLITUDE DE COLHEITA DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA EM ITAPIRA-SP.....</b> | <b>26</b> |
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>2</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>3</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>4</b>   | <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>38</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>39</b> |
|            | <b>CAPÍTULO 3 ANÁLISE FÍSICA DE FRUTOS E NOZES DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA.....</b>                           | <b>41</b> |
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>2</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>3</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>4</b>   | <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>51</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>52</b> |
|            | <b>CAPITULO 4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA.....</b>           | <b>54</b> |
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>57</b> |
| <b>2</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>59</b> |
| <b>3</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>4</b>   | <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>69</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>70</b> |

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO GERAL**

## 1 INTRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), pertence à família Proteaceae. A demanda mundial pelo produto macadâmia vem crescendo em ritmo acelerado em virtude das ações de marketing desenvolvidas pela *Australian Macadamia Society* (AMS, 2010).

A macadâmia começou a ser explorada economicamente somente no ano de 1881. Atualmente é produzida, especialmente na Austrália e no Havaí, para onde foi levada no final do século XX e em menor escala na África, na América Central e na Califórnia, onde chegou vinda do Havaí depois da Segunda Guerra Mundial. Na América do Sul, a planta encontrou boas condições de aclimação, ainda no início dos anos 30, onde se iniciou a produção de mudas para comercialização, destinadas basicamente ao adorno de pomares domésticos. No Brasil, a espécie *Macadamia integrifolia*, foi introduzida primeiramente na região de Limeira - SP, em 1935. Hoje é encontrada em várias regiões do estado de São Paulo (DIERBERGER; MARINO NETO, 1985).

Os maiores produtores internacionais de Macadâmia, são representados pela AMS Australian Macadamia Society (Austrália), que representa 40% da produção mundial (cem mil toneladas), Hawaii Macadamia Nut Association (Havaí), com 20% da produção e 40% do mercado consumidor, e SAMAC (África do Sul), com 15% da produção total.

O Brasil está incluído no grupo dos principais produtores de macadâmia, ao lado da Austrália, África do Sul e Havaí, sendo uma das alternativas agrícolas na produção de noz (amêndoa) de alto valor no mercado internacional, com grande aceitação entre os consumidores (MARROCOS et al., 2003).

Em 2008 o Brasil produziu 2,5 mil toneladas de macadâmia, em 2010 a produção cresceu 71% e passou para 4,2 mil toneladas. Cerca de 80% da

produção da macadâmia brasileira abastece o mercado internacional (PORTAL AGRONEGÓCIO, 2011).

O estado de São Paulo é o maior produtor nacional, seguido dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Paraná.

Toda a sua produção é voltada para o consumo interno atingindo regiões como o Paraná, Goiás, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

Segundo Entelmann (2010), a noqueira macadâmia é uma planta rústica, apresenta poucos problemas fitossanitários e requer poucos tratamentos culturais, absorvendo assim pouca mão-de-obra. O autor ainda cita que a noqueira macadâmia tem sua primeira produção comercial já no segundo ou terceiro ano após o plantio, podendo chegar a atingir produção média de 30 kg de nozes em casca por planta aos 15 anos após o plantio, com durabilidade do pomar por mais de 50 anos produtivos.

Nos últimos anos, esta frutífera vem sendo considerada como alternativa de investimento ou fonte de diversificação de renda em propriedades rurais, em função da crescente demanda do mercado externo pelo produto e a consolidação das processadoras e exportadoras brasileiras neste mercado. No entanto o desempenho produtivo das mais diversas cultivares disponíveis no mercado brasileiro em nível comercial, ainda é desconhecido.

A seleção de cultivares que apresentam alto desempenho produtivo, com alta porcentagem de TR (taxa de retorno), associada a características intrínsecas de rendimento de óleo e proteínas, além de outras características químicas, junto com a maior massa unitária de nozes, poderão incrementar o rendimento líquido aos produtores. Além do mais, a seleção de cultivares com qualidade superior de amêndoas poderá viabilizar o processamento dos frutos na própria unidade produtiva, via produção de amêndoas condimentadas ou até mesmo cobertas com chocolate (ENTELMANN, 2010; EPTV, 2010), agregando valor à produção.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a qualidade das amêndoas obtidas de cultivares de noqueira-macadâmia em Itapira - SP.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Nogueira-macadâmia

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) é uma frutífera da família Proteaceae, cuja noz é considerada a mais saborosa entre as nozes comercializadas no mundo, sendo largamente utilizada na culinária, em especial, em produtos de doçaria. É a noz conhecida mais rica em óleo, atingindo até 78% de óleo de alta qualidade, auxiliando no equilíbrio dos níveis de colesterol, além da presença de ácido palmitoléico (ômega 7), um importante auxiliar na quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo (FRANÇA, 2007).

Existem aproximadamente dez espécies do gênero *Macadamia*, entretanto, somente as espécies *M. integrifolia* e *M. tetraphylla* produzem nozes comestíveis e tem possibilidades econômicas, sendo que a *M. integrifolia* é cultivada comercialmente e representa 90% da produção mundial e possui noz de melhor sabor, enquanto a *M. tetraphylla* é mais utilizada como porta-enxerto (BRENES, 1983).

A maioria das cultivares é da espécie *M. integrifolia* e menor número de *M. tetraphylla* e de híbridos interespecíficos (CEREDA; MARCHI, 1991).

A *M. integrifolia* caracteriza-se morfológicamente por apresentar plantas perenes de porte médio à grande, alcançando entre quinze e vinte metros de altura. Os frutos são globosos e de coloração verde escura, sendo a amêndoa envolta por uma casca de coloração castanha, que pode ainda variar em sua coloração, desde branco creme até tons amarelados (SOBIERAJSKI et al., 2006).

Segundo Cereda e De Marchi (1991), a macadâmia é noz só no sentido popular, botanicamente não é classificada como noz. A semente é de uma classe

de frutos conhecidos como folículo deiscente, produzindo, geralmente, uma só semente envolvida pelo pericarpo (carpelo) que se abre de um lado ao completar sua maturação, sem, no entanto, desprender-se na queda.

Toledo Piza (2000) relata que o fruto da noqueira-macadâmia possui capa externa de consistência carnosa e cor verde, cujo nome técnico é pericarpo, usualmente chamado de carpelo. Envolvida pelo carpelo encontra-se a semente (noz em casca), de coloração marrom brilhante, e no interior da semente está a amêndoa de cor creme. O autor relata ainda que a parte interna da semente (noz), denominada endosperma, é formada por uma amêndoa de consistência frágil, com alto teor de óleo a qual devidamente preparada e extremamente saborosa.

A noqueira-macadâmia é cultivada principalmente na Austrália, Estados Unidos (Havaí), África do Sul, Brasil, Quênia, Guatemala, Zimbábue, Colômbia, México, Costa Rica, Bolívia, Equador, Nova Zelândia e Paraguai. Na maior parte dos países produtores, a macadâmia é destinada à exportação, com exceção dos Estados Unidos, que é o principal consumidor e que recorre ao mercado externo para suprir suas necessidades (TOLEDO PIZA, 2006).

Em São Paulo, a maioria dos produtores de noz macadâmia pertence à Associação Brasileira de Noz Macadâmia (ABM) fundada no ano de 1991. Grande parte da produção do estado é vendida para a beneficiadora QueenNut Macadâmia, localizada no município de Dois Córregos-SP, com capacidade média de beneficiamento de 2.000 toneladas/ano, mas também podem ser beneficiadas, quando em menor escala, em unidades com estruturas enxutas, com produção voltada para abastecer o mercado interno. Há também instalado no município de Uchoa-SP, uma pequena empresa de óleo de macadâmia para fins farmacêuticos e alimentares, que comercializa aproximadamente 150 litros/mês (SOBIERAJSKI et al., 2006).

Nos últimos anos, esta frutífera vem sendo considerada como alternativa de investimento ou fonte de diversificação de renda em propriedades rurais, em

função de sua crescente demanda do mercado externo pelo produto e a consolidação das processadoras e exportadoras brasileiras neste mercado. No entanto, o desempenho produtivo das mais diversas cultivares disponíveis no mercado brasileiro em nível comercial é desconhecido. Estas cultivares vem sendo avaliadas em pomares comerciais, advindas de introduções ou como as geradas em programas de melhoramento genético do IAC por exemplo. Dependendo da cultivar e espaçamento, estima-se que em pomar, em plena produção (após doze anos de plantio), seja colhido entre 30 e 40 kg de noz/árvore (ALMEIDA NETO, 1991).

Segundo Entelmann (2010), o espaçamento recomendado para a cultura é de 8 x 6 m, o que promove densidade de 210 plantas/há, e estimando a produção média de 30 kg de noz por planta aos 15 anos de cultivo, o rendimento produtivo de um hectare pode chegar a 6.300 kg.

Algumas cultivares podem apresentar baixa produtividade, mas alta TR (SQUINCA et al., 2003), compensando nesse caso o investimento nesses materiais genéticos quando se pensa em processamento agroindustrial de noz inteira condimentada.

A fase de pós-colheita da macadâmia é de extrema importância, pois influencia diretamente na qualidade (percentagem de amêndoas inteiras, teor de óleo e açúcar) do produto e, conseqüentemente, na TR, que definirá o preço no mercado, que é cotado em dólar (PIMENTEL et al., 2007). No Brasil, essa taxa fica, em média, em 23%. No entanto, esse valor segue escala exponencial. O produto com TR de 20% é vendido por US\$ 0,96/kg; TR 25% por US\$ 1,40/kg, e TR 30% por US\$ 2,01/kg (PIMENTEL et al., 2007).

Em estudo comparativo entre a noz macadâmia paulista e a noz norte-americana, Martin (1992) conclui que somente os produtores que obtêm rendimento acima de 4.000 kg/ha, e produto de qualidade intermediária (TR acima de 23%), conseguem rentabilidade financeira acima de 20%. Desse modo,

pode-se inferir que a qualidade (TR) é fator decisivo na viabilidade econômica dessa atividade.

## 2.2 Cultivares

Existem no mundo cerca de 10 espécies de macadâmia conhecidas, e apenas *M. integrifolia* e *M. tetraphylla* produzem frutos comestíveis (DIERBERGER; MARINO NETTO, 1985). Apesar de ser nativa da Austrália, somente depois que foi introduzida no Havaí-EUA, essa frutífera ganhou impulso econômico e se iniciaram os trabalhos de seleção varietal. Foi no Havaí que se deu a criação das principais cultivares e clones plantados no mundo.

Do programa de melhoramento genético do Havaí foi lançado as cultivares de noqueira-macadâmia da série HAES (Hawaii Agricultural Experiment Station), como ‘Pahala’ (HAES 788), ‘Kau’ (HAES 344), ‘Keauhou’ (HAES 246), ‘Mauka’ (HAES 741), ‘Ikaika’ (HAES 333), ‘Kakea’ (HAES 508), ‘Keaau’ (HAES 660), ‘Makai’ (HAES 800), ‘Keauhou’ (HAES 224), dentre outras de menor importância; do programa de melhoramento genético da Austrália foram criadas as cultivares da série 800, como 814, 816, 842, 849, dentre outras (DE VILLIERS; JOUBERT, 2003).

As cultivares havaianas representa 80% da macadâmia plantada no Brasil, enquanto as outras 20% são cultivares desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (O’CONNOR, 2000). A área cultivada com noqueira-macadâmia no estado de São Paulo é próxima a 2.166 ha, sendo as cultivares ‘Keauhou’, ‘Keaau’, ‘Kau’ e ‘Mauka’, introduzidas do Havaí, ‘IAC Campinas-B’, ‘Keaumi’ e ‘Keaudo’, selecionadas pelo IAC e ainda ‘Aloha’, obtida pela Dierberger Agrícola (BARBOSA et al., 2003).

No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético com a noqueira-macadâmia iniciaram-se em 1948 pelo IAC, na antiga Seção de Fruticultura de

Clima Temperado. Foi introduzida uma série de cultivares advindas da Argentina (Tucumã) e Estados Unidos (Havai). A primeira produção de um lote de “seedlings” levadas a campo ocorreu no ano de 1963, onde foram obtidas 2.700 mudas oriundas de um lote de polinização aberta e foram utilizadas na formação de lotes experimentais nas diversas Estações Experimentais pertencentes ao IAC (OJIMA et al., 1976). Entre os anos de 1968 a 1979, foram então lançadas pelo IAC diversas seleções de noqueira-macadâmia para plantios comerciais (VEIGA et al., 1981).

### **2.3 Estudos físicos**

Estudos físicos de frutos e sementes constituem um instrumento importante para identificar a variabilidade genética dentro de populações da mesma espécie, e as relações entre essa variabilidade e os fatores ambientais podendo, dessa forma, ser utilizados em programas de melhoramento genético. (CARVALHO et al., 2003). Já a classificação das sementes é feita pelo tamanho e peso para uniformizar a emergência das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A produção da noqueira-macadâmia é quantificada em “noz em casca” (casca e amêndoa) (SOBIERAJSKI et al., 2006). Sendo assim, a análise física dos frutos em diferentes cultivares de noqueira-macadâmia poderia fornecer informações fundamentais para a exploração de cultivares produtoras de “noz em casca” superiores e com amêndoas de maior calibre. A partir da análise dos parâmetros físicos, pode-se calcular e correlacionar o rendimento de polpa e nozes dos frutos, índice importante tanto para o consumo ao natural, como para a utilização agroindustrial (CARVALHO et al., 2003).

## 2.4 Composição química

A *M. integrifolia* apresenta noz rica em óleo, podendo atingir até 78% de sua composição, sendo que aproximadamente 80% do óleo correspondem a ácidos graxos monoinsaturados, que é o único óleo de origem vegetal que contém grande quantidade de ácido palmitoléico. Também estão presentes neste óleo os ácidos oléico, linoléico, palmítico, esteárico, mirístico, entre outros (VITAL ÂTMAN, 2011). Este óleo é de alta qualidade nutricional, ajudando a equilibrar os níveis de colesterol, além da presença de ácido palmitoléico, um importante auxiliar na quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo (CATI, 2010).

O óleo da noz macadâmia é rico em ácidos graxos monoinsaturados, sendo encontrado em maior quantidade o ácido oléico, que auxilia na redução dos níveis de triglicerídeos e de colesterol, diminuindo dessa forma, os riscos de doenças cardíacas (BOROMPICHAICHARTKUL et al., 2009). Além disso, o óleo de macadâmia equilibra os níveis do colesterol HDL e LDL, reduz a taxa de açúcar no sangue e favorece a quebra de gordura dos tecidos que envolvem o fígado e o coração e, ainda devido a sua composição, possui destacada atividade no controle da pressão sanguínea, especialmente em pacientes com hipertensão moderada (FRANÇA, 2007).

Alguns óleos de origem animal contêm boas quantidades de ácido palmitoléico, contudo o óleo de origem vegetal é isento de colesterol (VITAL ÂTMAN, 2011).

Os ácidos graxos monoinsaturados (ácido oléico - ômega 9 e ácido palmitoléico - ômega 7) são tão importantes quanto os ácidos graxos poliinsaturados, apresentando efeitos benéficos ao organismo. Estudos demonstram que ocorre a substituição desses ácidos pelos ácidos graxos saturados (MENSINK; KATAN, 1992 e CLARKE et al., 1997).

O principal ácido graxo monoinsaturado é o oléico, amplamente encontrado na natureza. Este ácido está sendo cada vez mais utilizado em substituição à gordura saturada, visto que permite manter um aporte diário de gordura suficiente para que a dieta seja palatável, sem apresentar os efeitos indesejáveis da gordura saturada (FRANÇA, 2007).

O ácido palmitoléico (OPA) é encontrado na secreção sebácea natural da pele, principalmente nos bebês, crianças e adolescentes. À medida que ocorre o envelhecimento, a quantidade desse ácido na pele diminui (FRANÇA, 2007).

Segundo Saleeb et al. (1973), a composição de óleo e proteína variam entre diferentes espécies e clones de macadâmia. A proteína é composta por arginina, ácido fórmico, ácido glutâmico, leucina e em teores mais baixos a metionina. Além disso, a proteína pode conter fósforo, potássio e cálcio (LOTT; BUTTROSE, 1978).

A noz macadâmia pode apresentar 700 calorias, 330mg de potássio, 151mg de fósforo, 105mg de magnésio, 32mg de cálcio, 6 mg de sódio, em uma porção de 100g, além de uma quantidade expressiva de ácidos graxos (CATI, 2010). No entanto, a composição centesimal, calórica e de ácidos graxos podem variar significativamente entre as cultivares, sendo necessário quantificar as características químicas para cada material genético.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, J. T. P. A colheita e o beneficiamento da macadâmia. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1991. p. 131-147.

AMS - AUSTRALIAN MACADAMIA SOCIETY. **Macadâmia Statistics**. Disponível em: <<http://www.macadamias.org>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M. D.; VEIGA, R. F. A.; COSTA, A. A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.341-344, 2003.

BOROMPICHAICHARTKUL, C.; LUENGSODE, K.; CHINPRAHAST, N.; DEVAHASTIN, S. Improving quality of macadamia nut (*Macadamia integrifolia*) through the use of hybrid drying process. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 348-353, 2009.

BRENES, G.C. **El cultivo de la macadamia**. San Jose: Editorial Cafesa, 983. 75p, 1983.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Macadâmia a noz da longevidade**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/Cati/produtos/SementesMudas/macadamia.php>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

CEREDA, E.; MARCHI, M. Botânica e caracterização da noqueira macadâmia. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1991. p.05-28.

CLARKE, R.; FROST, C.; COLLINS, R.; APPLEBY, P.; PETO, W. Dietary lipids and blood cholesterol: quantitative meta-analysis of metabolic ward studies. **British Medical Journal**, v. 314, 112–117, 1997.

DE VILLIERS, E. A.; JOUBERT, P. H. **The cultivation of Macadamia**. Nelspruit: Institute for Tropical and Subtropical crops, 2003. 198 p.

DIERBERGER, J. E.; MARINO NETTO, L. **Noz macadâmnia**: uma nova opção para a fruticultura paulista. São Paulo: Nobel, 1985. 120p.

ENTELMANN, F. A. Macadâmnia: noz de alto valor agregado no mercado. **Jornal da Fruta**, Lages, n. 227, p. 7, 2010.

EPTV. **Produtores de macadâmnia investem no mercado interno**. Disponível em: <[http://eptv.globo.com/busca/busca\\_interna.aspx?294761](http://eptv.globo.com/busca/busca_interna.aspx?294761)>. Acesso em: 22 jun. 2010a.

FRANÇA, B. H. C., **Dossiê técnico**: Macadâmnia - cultivo e produtos derivados REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007, 20p. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>, Acesso em: 09 maio 2011.

LOTT, J. N. A.; BUTTROSE, M. S. Location of Reserves of Mineral Elements in Seed Protein Bodies: Macadamia Nut, Walnut and Hazelnut. **Canadian Journal of Botany**, v. 56, n. 12, p. 2072-2082, 1978.

MARROCOS, P. C. L.; MARTINEZ, H. E. P.; VENEGAS, V. H. A.; BRUCKNER, C. H.; CANTARUTTI, R. B. Interação P x Fe em mudas de macadâmnia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 323-325, 2003.

MARTIN, N. B. Análise do potencial de competição da produção da noz macadâmnia em São Paulo e no Havaí. **Informações Econômicas**, v.22, n.10, p. 9-53, 1992.

MENSINK, R. P. & KATAN, M. B., Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis and Thrombosis**, v. 12, p. 911-919, 1992.

O' CONNOR, L. **Macadamia annual report: Brazil**. [S.I]: USDA, 2000. 5p.

OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; RIGITANO, O. **Germinação de sementes de noqueira-macadâmia**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1976. 16 p. (Boletim Técnico, 33).

PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; WAGNER JÚNIOR, A.; SILVA, V. M.; BRUCKNER, C. H. Estudo de viabilidade econômica na cultura da noz-macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 500-507, 2007.

SALEEB, W. F. C.; YERMANOS, D. M.; HUSZAN, C. K.; STOREY, W. B.; LABANAUSKAS, C. K. The Oil and Protein in Nuts *Macadamia tetraphylla*, L. Johnson, *M. integrifolia*, Maiden & Betch, and their F1 Hybrids. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 98, p. 453-456, 1973.

SQUINCA, A. F. R.; CAMPOS, E. M.; MARTINS, M. I. E. G. Avaliação econômica da produção e comercialização da noz-macadâmia no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO INTER. DE ECONOMIA E GESTÃO DE REDES AGROALIMENTARES, 4., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2003. p. 1-10.

SOBIERAJSKI, G. R.; BARBOSA, W.; BETTIOL NETO, J. E.; CHAGAS, E. A.; CAMPO DALL'ORTO, F. A. Caracterização dos estágios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 690-694, 2007.

SOBIERAJSKI, G. R.; FRANCISCO, V. L. F. S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A. A.; MAIA, M. L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 5, p. 25-36, 2006.

TOLEDO PIZA, P.L.B. **Secagem e escoamento da noz macadâmia (*M. integrifolia*) em silo secador de fundo cônico**. 2000. 84f. Dissertacao (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

TOLEDO PIZA, P. L. B. World overview on macadamia nut. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NOZ MACADAMIA, ÁGUAS DE SÃO PEDRO, 3., 2006, São Paulo, **Anais...** São Paulo, Associação Brasileira de Noz Macadâmia, 2006. p. 15-16.

VEIGA, A. A.; OJIMA, M.; RIGITANO, O. Novas seleções IAC de noqueira-macadâmia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais...** Recife: SBF, 1981. p. 908-914.

VITAL ÂTMAN. Disponível em: <<http://www.vitalatman.com.br/oleomacadamia/corpo.htm>>. Acesso em: 06 junho 2011.

## **CAPÍTULO 2**

### **DESEMPENHO PRODUTIVO E AMPLITUDE DE COLHEITA DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA EM ITAPIRA-SP**

## RESUMO

A noqueira-macadâmia apresenta fruto com amêndoa de alto valor no mercado internacional e com grande aceitação pelos consumidores. No Brasil, sabe-se que a época de colheita dos frutos da noqueira-macadâmia inicia-se em meados de fevereiro, porém não se conhece o potencial produtivo das diversas cultivares disponíveis nas condições brasileiras. O objetivo do trabalho foi quantificar o desempenho produtivo de cultivares e a amplitude de colheita da noqueira-macadâmia em Itapira-SP. Para o experimento foram utilizadas dez cultivares de noqueira-macadâmia (HAES 722, IAC Campinas-B, 791 Fuji, HAES 842, HAES 849, HAES 814, Kau (HAES 344), IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816), sendo quantificadas durante três safras, o número de frutos e massa de colheita, calculando-se posteriormente a massa média dos frutos. Concluiu-se que a produção da noqueira-macadâmia em Itapira-SP se inicia em meados de fevereiro e se estende até o final de junho. IAC 9-20 foi a cultivar mais precoce e HAES 722 a mais tardia, enquanto HAES 344 proporcionou a menor amplitude de colheita e a 791 Fuji e HAES 849 a maior. As cultivares IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816 apresentaram o maior desempenho produtivo.

Palavras-chave: *Macadamia integrifolia*. Frutífera. Amêndoa. Seleção de cultivares. Produção.

## ABSTRACT

The walnut macadamia presents fruit with almond walnut high value on the international market with wide high acceptance by consumers. In Brazil, harvesting of the fruits of walnut macadamia starts in mid-february, But we do not know the productive potential of different cultivars available in Brazilian conditions. The objective of the work was quantified the productive performance of cultivars and and breadth of harvest of walnut macadamia in Itapira-SP. For the experiment we used ten walnut macadamia cultivars (HAES 722, IAC Campinas-B, 791 Fuji, HAES 842, HAES 849, HAES 814, Kau (HAES 344), IAC 9-20X, IAC 9-20 and HAES 816), being quantified for three seasons, the number and mass of the fruit harvest, then calculating the average mass of fruits. It was concluded that the production of walnut macadamia in the eastern region paulista began mid-february and runs until the end of june. IAC 9-20 was earliest and HAES 722 to later as HAES 344 provided to the lower range of crop and 791 Fuji and HAES 849 the greatest. IAC 9-20X, HAES 816 and IAC 9-20 showed the highest growth performance.

Keywords: *Macadamia integrifolia*. Fruits. Almond. Selection of cultivars. Production.

## 1 INTRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) apresenta boas perspectivas de comercialização, pois produz amêndoas de alto valor no mercado internacional, com grande aceitação entres os consumidores (MARROCOS et al., 2003).

A amêndoa pode ser consumida pura, torrada e salgada, frita ou assada, como insumo na indústria de alimentos, na indústria de cosméticos, que utiliza o óleo, rico em ácido palmitoleico na composição de hidratantes e na indústria farmacêutica onde o óleo é usado como redutor de colesterol.

Em 2008 o Brasil produziu 2,5 mil toneladas de macadâmia, em 2010, a produção cresceu 71% e passou para 4,2 mil toneladas. Cerca de 80% da produção da macadâmia brasileira é exportada (PORTAL AGRONEGÓCIO, 2011).

O estado de São Paulo é o maior produtor nacional, seguido do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Paraná.

Apesar de esta frutífera ser nativa da Austrália, somente após sua introdução nos EUA os trabalhos de seleção varietal foi iniciado. No Havaí, foi lançado as cultivares de noqueira-macadâmia da série HAES (Hawaii Agricultural Experiment Station), como ‘Pahala’ (HAES 788), ‘Kau’ (HAES 344), ‘Keauhou’ (HAES 246), ‘Mauka’ (HAES 741), ‘Ikaika’ (HAES 333), ‘Kakea’ (HAES 508), ‘Keaau’ (HAES 660), ‘Makai’ (HAES 800), ‘Keauhou’ (HAES 224), dentre outras de menor importância comercial (PEACE et al., 2005). No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético com a noqueira-macadâmia iniciaram-se pelo IAC, que resultou no lançamento de diversas seleções para plantios comerciais (SOBIERAJSKI et al., 2006). Apesar da grande quantidade de cultivares disponíveis no estado de São Paulo, maior produtor nacional, apenas ‘Keauhou’, ‘Mauka’, ‘IAC Campinas-B’ e ‘IAC 9-20’

são cultivadas em maior escala (BARBOSA et al., 2003). Acredita-se que a baixa diversificação de cultivares possa estar atrelada ao fato da exploração da noqueira-macadâmia ser recente no Brasil e as informações sobre as tecnologias de cultivo ser baseadas nos resultados de pesquisa da Austrália e Havaí.

A produção da noqueira-macadâmia é quantificada em “noz em casca” (casca e amêndoa) (SOBIERAJSKI et al., 2006). Em trabalho realizado no Kenya, (GITONGA et al., 2009) apontaram que uma planta adulta com 15 anos de idade pode chegar a produzir 40 kg de frutos em “noz em casca”. No Brasil, sabe-se que a época de colheita dos frutos da noqueira-macadâmia inicia-se no mês de fevereiro (SOBIERAJSKI et al., 2007), mas se desconhece o potencial produtivo das noqueiras-macadâmias, necessitando-se quantificar a produção das cultivares disponíveis nas condições brasileiras.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar o desempenho produtivo e amplitude de colheita de 10 cultivares de noqueira-macadâmia em Itapira-SP.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada uma área plana e homogênea na área produtiva da MACADÂMIA BRASILIS Ltda., Itapira-SP, para a realização do experimento.

O clima no local da propriedade, segundo classificação de Köppen, é mesotérmico de inverno seco (Cwa), comumente chamado de tropical de altitude, com temperatura anual média de 18°C e precipitação média anual de 1.300 mm. A propriedade situa-se em uma altitude de 665 a 675 m. O solo no local do experimento pertencente ao grande grupo Litosol, fase substrato filito-xisto (EMBRAPA, 2006).

No talhão selecionado, havia dez cultivares de noqueira-macadâmia em espaçamento 8 x 6 m, sendo cada linha composta por uma cultivar. As cultivares HAES 722, IAC Campinas-B, 791 Fuji, HAES 842, HAES 849, HAES 814, Kau (HAES 344), IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816 foram enxertadas no porta-enxerto ‘Aloha’ e levadas a campo em 2004. As plantas não foram irrigadas, mas foram adubadas nos três anos 2009, 2010 e 2011, com o formulado NPK 18-06-24 nos meses de janeiro e novembro na dose de 200 e 500 gramas respectivamente.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro blocos e cinco plantas por parcela, sendo avaliadas apenas as três plantas centrais.

A primeira safra, ocorrida em 2008, foi desconsiderada na avaliação, devido a pouca produção de frutos. Nas três safras seguintes (2009, 2010 e 2011), foram marcados o início e o término da colheita. Durante o período de safra realizaram-se coletas semanais dos frutos inteiros caídos no solo (carpelo, casca e amêndoa) e que se localizavam na projeção da copa da planta. Os frutos foram cuidadosamente separados em sacos identificados e levados para o barracão da empresa, onde foram removidos os carpelos, restando apenas a “noz em casca” (casca e amêndoa). A cada colheita quantificou-se o número de frutos

e massa da colheita, calculando-se, posteriormente, a massa média dos frutos. No término da safra, calculou-se a produção acumulada das plantas, quantificando a massa média dos frutos, o número médio de frutos e a produtividade média estimada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 2005).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita dos frutos da maioria das cultivares de noqueira-macadâmia iniciou-se na primeira semana do mês de março do ano de 2009, à exceção da HAES 816. As cultivares HAES 344 e IAC 9-20 produziram somente até o início de maio, enquanto outras cultivares, como HAES 722, IAC Campinas-B, 791 Fuji, HAES 849, HAES 814 e HAES 816, produziu até o final do mês de junho (Tabela 1). No ano de 2010, as colheitas se anteciparam, sendo as mais precoces as cultivares IAC Campinas-B, HAES 814 e IAC 9-20, as mais precoces, pois iniciaram o período de safra no início do mês de fevereiro. Porém, HAES 344 e IAC 9-20 finalizaram a produção no início de maio, enquanto outras como HAES 722, 791 Fuji, HAES 849, HAES 814 e HAES 816 produziram até o final de junho (Tabela 1).

Já em 2011, o início do período de safra da cultivar IAC 9-20 foi no início do mês de fevereiro, as cultivares HAES 722 e HAES 816 iniciaram o período de safra somente no início de março, enquanto as demais cultivares no início da segunda quinzena de fevereiro. Novamente HAES 344 e IAC 9-20 finalizaram a produção no início de maio e HAES 722, 791 Fuji, HAES 849, HAES 814 e HAES 816 produziram até o final de junho (Tabela 1).

Com esses resultados, foi possível verificar que as cultivares de noqueira-macadâmia produzem somente no primeiro semestre do ano, nas condições da região Leste paulista. No Brasil, normalmente, o amadurecimento dos frutos da noqueira-macadâmia ocorre no outono, principalmente entre os meses de março a maio e os frutos devem ser recolhidos, imediatamente, após a queda ao solo por coleta manual das nozes envoltas pelo pericarpo (SOBIERAJSKI et al., 2007). Além disso, Toledo Piza (1991) e Gabelini (2009) também recomendam que seja definido o período de colheita de acordo com as

características de cada propriedade, influenciada por fatores climáticos, do solo e da própria umidade do produto.

Tabela 1 Época e amplitude de colheita de 10 cultivares de noqueira-macadâmia em três safras, em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2011

| Cultivares        | Fev. | Mar. | Abr. | Mai | Jun. |
|-------------------|------|------|------|-----|------|
| <b>Safra 2009</b> |      |      |      |     |      |
| HAES 722          |      |      |      |     |      |
| IAC Campinas-B    |      |      |      |     |      |
| 791 Fuji          |      |      |      |     |      |
| HAES 842          |      |      |      |     |      |
| HAES 849          |      |      |      |     |      |
| HAES 814          |      |      |      |     |      |
| HAES 344          |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20X         |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20          |      |      |      |     |      |
| HAES 816          |      |      |      |     |      |
| <b>Safra 2010</b> |      |      |      |     |      |
| HAES 722          |      |      |      |     |      |
| IAC Campinas-B    |      |      |      |     |      |
| 791 Fuji          |      |      |      |     |      |
| HAES 842          |      |      |      |     |      |
| HAES 849          |      |      |      |     |      |
| HAES 814          |      |      |      |     |      |
| HAES 344          |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20X         |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20          |      |      |      |     |      |
| HAES 816          |      |      |      |     |      |
| <b>Safra 2011</b> |      |      |      |     |      |
| HAES 722          |      |      |      |     |      |
| IAC Campinas-B    |      |      |      |     |      |
| 791 Fuji          |      |      |      |     |      |
| HAES 842          |      |      |      |     |      |
| HAES 849          |      |      |      |     |      |
| HAES 814          |      |      |      |     |      |
| HAES 344          |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20X         |      |      |      |     |      |
| IAC 9-20          |      |      |      |     |      |
| HAES 816          |      |      |      |     |      |

Em relação ao ano de avaliação, 2009 teve a colheita iniciada somente no mês de março e a amplitude de colheita mais curta em relação aos anos de 2010 e 2011. Este fato pode ser devido às plantas ainda serem jovens. Somente no terceiro ano de avaliação (2011) é que a amplitude de colheita ficou estabilizada. Segundo Brenes (1983) e Gabelini (2009), os primeiros três anos da planta são improdutivo, somente a partir do quarto ano inicia-se a produção comercial, a qual é crescente até chegar ao décimo segundo ano onde se alcança a máxima produtividade.

Quanto ao desempenho produtivo, as cultivares 791 Fuji, HAES 842, IAC 9-20 e HAES 816 aumentaram progressivamente o número de frutos, produção e produtividade estimada ao longo das três safras de avaliação, enquanto as demais cultivares não registrou diferenças entre o desempenho produtivo em relação às duas primeiras safras (Tabela 2).

Na safra de 2009, a cultivar IAC 9-20X registrou maior número de frutos e, conseqüentemente, maior produção por planta e produtividade (9,65 kg e 2.010,38 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2). Na segunda safra, novamente essa cultivar junto com IAC 9-20 se destacaram entre os demais. Na terceira safra, essas duas cultivares citadas anteriormente junto com 'HAES 816' apresentaram maior número de frutos, maior produção e produtividade (Tabela 2). Normalmente a quantidade média de nozes em casca produzidas em pomares é de 0,5 kg por árvore em plantas com 4 anos de idade, 1,5 kg em plantas com 5 anos, 4 kg com 6 anos, 6,5 kg com 7 anos, 8 kg com 8 anos, 12 kg com 9 anos, 14 kg dos 10 aos 11 anos e 15 kg dos 12 aos 13 anos (MORIYA 2006; GABELINI, 2009).

De acordo com Gabelini (2009), a seleção das cultivares de noqueira-macadâmia a ser utilizada é de extrema importância para a formação de um pomar produtivo, e será determinado de acordo com clima, tipo de solo, densidade, topografia e forma de manejo.

Tabela 2 Número médio de frutos, produção média, produtividade média estimada e massa média das nozes em casca de 10 cultivares de noqueira-macadâmia em três safras, em Itapira-SP. Lavras, UFLA, 2011

| Cultivares  | Safra 2009         | Safra 2010  | Safra 2011  |
|---|--------------------|-------------|-------------|
|   | Nº médio de frutos |             |             |
| HAES 722  | 436,99 Bc          | 557,64 Bd   | 722,84 Ad   |
| IAC Campinas-B                                      | 876,90 Bb          | 982,45 Bb   | 1.762,37 Ab |
| 791 Fuji  | 533,29 Cc          | 823,65 Bc   | 1.612,14 Ab |
| HAES 842  | 493,45 Cc          | 877,45 Bc   | 1.603,26 Ab |
| HAES 849  | 350,36 Cd          | 577,74 Bd   | 1.356,13 Ac |
| HAES 814  | 501,93 Bc          | 610,53 Bd   | 1.186,87 Ac |
| HAES 344  | 473,62 Bc          | 858,71 Bd   | 1.302,23 Ac |
| IAC 9-20X   | 1.312,65 Ba        | 1.385,24 Ba | 1.913,93 Aa |
| IAC 9-20  | 652,12 Cc          | 1.263,18 Ba | 1.974,23 Aa |
| HAES 816  | 245,45 Cd          | 972,33 Bb   | 1.969,22 Aa |
| CV (%)  | 15,79              |             |             |
| Produção média (kg)                                 |                    |             |             |
| HAES 722  | 3,45 Bc            | 4,37 Bd     | 5,54 Ae     |
| IAC Campinas-B                                      | 5,76 Bb            | 6,27 Bc     | 10,70 Ac    |
| 791 Fuji  | 5,18 Cb            | 7,74 Bb     | 13,55 Ab    |
| HAES 842  | 3,68 Cc            | 6,40 Bc     | 11,04 Ac    |
| HAES 849  | 2,30 Bd            | 3,66 Bd     | 8,16 Ad     |
| HAES 814  | 3,14 Bc            | 3,66 Bd     | 6,74 Ae     |
| HAES 344  | 3,71 Bc            | 4,50 Bd     | 9,46 Ac     |
| IAC 9-20X   | 9,65 Ba            | 10,15 Ba    | 15,14 Aa    |
| IAC 9-20  | 4,86 Cb            | 9,25 Ba     | 15,08 Aa    |
| HAES 816  | 1,95 Cd            | 7,60 Bb     | 15,25 Aa    |
| CV (%)  | 13,86              |             |             |
| Produtividade média estimada (kg ha <sup>-1</sup> ) |                    |             |             |
| HAES 722  | 718,74 Bc          | 911,44 Bd   | 1.155,19 Ae |
| IAC Campinas-B                                      | 1.201,02 Bb        | 1.306,23 Bc | 2.229,13 Ac |
| 791 Fuji  | 1.080,19 Cb        | 1.613,51 Bb | 2.822,87 Ab |
| HAES 842  | 766,65 Cc          | 1.333,31 Bc | 2.301,00 Ac |
| HAES 849  | 479,16 Bd          | 762,48 Bd   | 1.699,97 Ad |
| HAES 814  | 654,15 Bc          | 763,53 Bd   | 1.405,19 Ae |
| HAES 344  | 722,90 Bc          | 937,48 Bd   | 1.970,80 Ac |
| IAC 9-20X   | 2.010,38 Ba        | 2.114,55 Ba | 3.154,11 Aa |
| IAC 9-20  | 1.012,48 Cb        | 1.927,05 Ba | 3.141,61 Aa |
| HAES 816  | 406,24 Cd          | 1.583,31 Bb | 3.177,72 Aa |
| CV (%)  | 13,86              |             |             |
| Massa média das nozes em casca, nas três safras (g) |                    |             |             |
| HAES 722  | 7,82 b             |             |             |
| IAC Campinas-B                                      | 6,32 c             |             |             |
| 791 Fuji  | 9,68 a             |             |             |
| HAES 842  | 7,20 b             |             |             |
| HAES 849  | 6,34 c             |             |             |

“Tabela 2, conclusão”

|           |        |
|-----------|--------|
| HAES 814  | 6,06 c |
| HAES 344  | 7,60 b |
| IAC 9-20X | 7,55 b |
| IAC 9-20  | 7,48 b |
| HAES 816  | 7,84 b |
| CV (%)    | 13,02  |

Médias seguidas pela mesma letra em maiúsculo na linha e em minúsculo na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares disponíveis para o plantio são de origem havaiana (HAES 344, HAES 660, HAES 741, HAES 816) e as desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC 121, IAC 4-12B, IAC Campinas-B, IAC 9-20 e IAC 4-20). Neste estudo, no ano de 2011 foram verificadas maiores produtividades nas cultivares IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816. Já as cultivares HAES 814 e HAES 722 apresentaram as menores produtividades.

Comparando as três safras analisadas, a cultivar HAES 816 apresentou menor produtividade na safra de 2009 (406,24 kg ha<sup>-1</sup>), e nas safras seguintes aumentou sua produtividade, atingindo maior produtividade em relação às demais cultivares na safra de 2011 (3.177,72 kg ha<sup>-1</sup>).

Com relação à massa média de nozes em casca, não houve diferença significativa entre as três safras analisadas, mas verificou-se diferença significativa entre as cultivares, independente da safra, sendo que a cultivar 791 Fuji apresentou destaque em relação às outras cultivares estudadas (Tabela 2). E como a produção da noqueira-macadâmia é quantificada em noz em casca (casca e amêndoa) (SOBIERAJSKI et al., 2006), quanto maior a massa da noz em casca maior será o retorno econômico obtido pelo produtor. Contudo, mais estudos devem ser realizados visando identificar cultivares que além de serem mais produtivas, apresentem frutos de maior calibre e maior massa de amêndoas e de “nozes em casca”.

#### **4 CONCLUSÕES**

A produção da noqueira-macadâmia em Itapira - SP inicia--se em meados de fevereiro e se estende até o final de junho.

A cultivar IAC 9-20 é mais precoce e HAES 722 a mais tardia, enquanto HAES 344 proporciona a menor amplitude de colheita e 791 Fuji e HAES 849, a maior.

As cultivares IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816 apresentaram o maior desempenho produtivo.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M. D.; VEIGA, R. F. A.; COSTA, A. A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003.
- BRENES, G. C. **El cultivo de la macadamia**. San Jose: Editorial Cafesa, 1983. 75p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR 4.3**: sistema de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Lavras: UFLA/ DEX, 2005. Software.
- GABELINI, R. C. B. da S. **Reguladores vegetais na emergência e desenvolvimento de plantas de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)**. Botucatu: UNESP, 2009. 94 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- GITONGA, L. N.; MUIGAI, A. W. T.; KAHANGI, E. M.; NGAMAU, K.; GICHUKI, S. T. Status of macadamia production in Kenya and the potential of biotechnology in enhancing its genetic improvement. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 1, n. 3, p. 49-59, 2009.
- MARROCOS, P. C. L.; MARTINEZ, H. E. P.; VENEGAS, V. H. A.; BRUCKNER, C. H.; CANTARUTTI, R. B. Interação P x Fe em mudas de macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 323-325, 2003.
- MORIYA, L. M. **Cultivo da noqueira macadâmia**. Boletim informativo. Dois Córregos, 2006.

PEACE, C. P.; ALLAN, P.; VITHANAGE, V.; TURNBULL, C.; CARROLL, B. J. Genetic relationships amongst macadamia varieties grown in South Africa as assessed by RAF markers. **South African Journal of Plant & Soil**, v. 22, n. 2, p. 71-75, 2005.

SOBIERAJSKI, G. R.; BARBOSA, W.; BETTIOL NETO, J. E.; CHAGAS, E. A.; DALL'ORTO, F. A. C. Caracterização dos estágios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 690-694, 2007.

SOBIERAJSKI, G. R.; FRANCISCO, V. L. F. S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A. A.; MAIA, M. L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 5, p. 25-36, 2006.

TOLEDO PIZA, A. N. J. A colheita e o beneficiamento da noz macadamia. In: REBOUCAS, A. **Macadâmia: tecnologia, produção e comercialização**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1991. p. 131-147.

**CAPÍTULO 3**

**ANÁLISE FÍSICA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-  
MACADÂMIA**

## RESUMO

A produção da noqueira-macadâmia é quantificada em “noz em casca” (casca e amêndoa). Cultivares que possuam nozes com maior calibres detém maior valor comercial. O objetivo do trabalho foi realizar a análise física em frutos de 22 cultivares de noqueira-macadâmia. As cultivares utilizadas foi Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, África, IAC Campinas-B, Keauhou (HAES 246), Mauka (HAES 741) e HAES 842. Foram determinadas as dimensões (comprimento e diâmetro) e a massa fresca do carpelo, casca e amêndoa e a massa fresca da “noz em casca”, além da TR (taxa de retorno). O estudo físico mostrou-se boa ferramenta para caracterização de cultivares produtoras de frutos de noqueira-macadâmia. Quanto maior a dimensão do carpelo, maiores as dimensões de casca e amêndoa. A cultivar Edson apresentou frutos com dimensões e massas de carpelo, casca e amêndoa, superiores em relação às outras cultivares estudadas. As cultivares C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Mauka e Edson apresentaram TR acima de 35%.

Palavras-chave: *Macadamia integrifolia*. Caracterização física. Taxa de retorno. Amêndoa.

## ABSTRACT

The production of walnut macadamia is measured in “nut in peel” (peel and almond). Walnut cultivars that have more gauges has increased business value. The objective of this work was to accomplish physical analysis in fruits of 22 cultivars of walnut macadamia. The cultivars used were Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, Africa, IAC Campinas-B, Keauhou (HAES 246), Mauka (HAES 741) and HAES 842. Were determined the dimensions (length and diameter) and the fresh weight of the carpel, peel and almond and fresh weight of the “nut in peel”, besides TR (rate of return). The physical study showed good tool for characterization of cultivars producing fruits of walnut macadamia. As larger the carpel dimension, larger dimensions of the peel and almond. The cultivar Edson presented fruits with dimensions and masses of carpel, peel and almond, higher compared to other cultivars. The cultivars C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Mauka and Edson had TR above 35%.

Keywords: *Macadamia integrifolia*. Physical characterization. Rate of return. Almonds.

## 1 INTRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) produz fruto com amêndoa de alto valor no mercado internacional, com grande aceitação entre os consumidores. Nativa da Austrália, somente depois que foi introduzida no Havaí-EUA que se iniciaram os trabalhos de seleção varietal. Do programa de melhoramento genético do Havaí, foi lançado as cultivares de noqueira-macadâmia da série HAES (Hawaii Agricultural Experiment Station), como ‘Pahala’ (HAES 788), ‘Kau’ (HAES 344), ‘Keauhou’ (HAES 246), ‘Mauka’ (HAES 741), ‘Ikaika’ (HAES 333), ‘Kakea’ (HAES 508), ‘Keaau’ (HAES 660), ‘Makai’ (HAES 800), ‘Keauhou’ (HAES 224), dentre outras de menor importância comercial (PEACE et al., 2005). No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético com noqueira-macadâmia foram iniciados pelo IAC - (Instituto Agrônomo de Campinas), que resultou no lançamento de diversas seleções para plantios comerciais (SOBIERAJSKI et al., 2006). Apesar da grande quantidade de cultivares disponíveis no estado de São Paulo, maior produtor nacional, apenas é cultivado ‘Keauhou’, ‘Mauka’, ‘IAC Campinas-B’ e IAC 9-20 (BARBOSA et al., 2003). Acredita-se que a baixa diversificação de cultivares possa estar atrelada ao fato da exploração da noqueira-macadâmia ser recente no Brasil e as informações sobre as tecnologias de cultivo estarem baseadas nos resultados de pesquisa da Austrália e Havaí.

A produção da noqueira-macadâmia é quantificada em “noz em casca” (casca e amêndoa) (SOBIERAJSKI et al., 2006). Sendo assim, a análise biométrica dos frutos em diferentes cultivares de noqueira-macadâmia poderia fornecer informações fundamentais para a exploração de cultivares produtoras de “noz em casca” superiores e com amêndoas de maior calibre. A partir da análise dos parâmetros físicos, pode-se calcular e correlacionar o rendimento de

amêndoas dos frutos, índice importante tanto para o consumo ao natural, como para a utilização agroindustrial (CARVALHO et al., 2003).

Além das características físicas dos frutos consideradas como principais indicadores para a noqueira-macadâmia, a TR (taxa de retorno) também é uma importante variável para viabilizar a produção agrícola. Algumas cultivares pode apresentar baixa produtividade, mas com alto valor de TR, compensando o investimento nesses materiais genéticos quando se pensa em processamento agroindustrial de noz inteira condimentada. A TR define o preço no mercado da noz. No Brasil, essa taxa permanece ao redor de 23% para os principais cultivares em São Paulo, porém, o valor pago pelas agroindústrias processadoras segue escala exponencial em função do aumento do TR. O produto com TR de 20% é vendido por US\$ 0,96/kg; TR 25% por US\$ 1,40/kg, e TR acima de 30% por US\$ 2,01/kg (PIMENTEL et al., 2007). Com relação às características física, não existem estudos com frutos de noqueira-macadâmia nas condições do leste paulistano.

Visando detectar noqueiras-macadâmia produtoras de frutos superiores, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise física em frutos de 22 cultivares.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados frutos inteiros (carpelo, casca e amêndoa) no mês de março de 2011, em plantas de cinco anos de idade, quando estas estavam em plena produção. Para isso, foram marcadas aleatoriamente quatro plantas por cultivar, totalizando 22 cultivares de noqueira-macadâmia, nas dependências da Macadâmia Brasilis LTDA., localizada no município de Itapira-SP. As cultivares de noqueira-macadâmia escolhidas foram: Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, África, IAC Campinas-B, Keauhou (HAES 246), Mauka (HAES 741) e HAES 842.

De cada planta foram coletados 120 frutos, que foram homogeneizados em um recipiente e deste foram resgatados 100 frutos, que foram divididos em quatro repetições contendo 25 frutos cada, constituindo assim a parcela. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e, em seguida avaliados. Com o auxílio de paquímetro digital e balança de precisão, foram determinadas as dimensões (comprimento e diâmetro – face longitudinal, 90° do orifício da casca) e a massa fresca do carpelo, casca e amêndoa, além da massa fresca da “noz em casca” (casca e amêndoa). Posteriormente, foi calculada a TR, expressa em porcentagem. Para isso, foi dividido o valor obtido da massa da amêndoa resgatada pelo valor da “noz em casca”. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com as indicações de Gomes (2000), utilizando-se o Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2005).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise estatística, houve diferença entre as médias em todas as variáveis mensuradas. A cultivar Edson foi a que apresentou maior dimensão do carpelo (38,91 mm de comprimento e 33,6 mm de diâmetro) (Tabela 1) e a maior massa carpelar (6,18 g). (Tabela 2). Apesar do carpelo ser destacado da “noz em casca”, pelo descarpelador nas unidades de beneficiamento (SOBIERAJSKI et al., 2006), cultivares com maior massa carpelar resultaria em quantidades superiores de resíduos a serem utilizados na ciclagem de nutrientes para as noqueiras-macadâmia, sendo posteriormente triturado e podendo ser depositado sob o solo

A cultivar Edson não diferiu significativamente da cultivar Cannon com relação ao diâmetro da casca e da amêndoa, bem como da massa da casca e da amêndoa (Tabelas 1 e 2). As cultivares que apresentaram maior comprimento de carpelo e amêndoa foi Edson e IAC 4-12B, enquanto Edson, HAES 344, Cannon, C160, IAC 4-12B e HAES 816 apresentaram maior diâmetro de amêndoa (Tabela 1). Por outro lado, as maiores massas das amêndoas foram registradas para os cultivares Cannon, C160, HAES 816, Doroti e 791 Fuji, com destaque para Edson (Tabela 2).

Tabela 1 Dimensões dos frutos (carpelo, casca e amêndoa) de 22 cultivares de noqueira-macadâmia cultivadas em Itapira - SP. Lavras, UFLA, 2010

| Cultivares         | Dimensões carpelo (mm) |          | Dimensões casca (mm) |          | Dimensões amêndoa (mm) |          |
|--------------------|------------------------|----------|----------------------|----------|------------------------|----------|
|                    | Comprimento            | Diâmetro | Comprimento          | Diâmetro | Comprimento            | Diâmetro |
| Edson              | 38,91 a                | 33,60 a  | 28,70 a              | 26,28 a  | 18,81 a                | 19,92 a  |
| Pahala (HAES 788)  | 35,99 b                | 28,71 d  | 24,85 c              | 23,62 c  | 15,18 c                | 17,84 b  |
| Beaumont (695)     | 34,56 c                | 31,09 c  | 24,38 c              | 23,90 c  | 13,16 d                | 15,62 c  |
| Flor Rosa          | 26,85 f                | 26,23 e  | 21,49 e              | 21,69 e  | 15,36 c                | 16,57 c  |
| IAC 9-20X          | 33,43 c                | 29,81 c  | 23,74 d              | 23,81 c  | 15,45 c                | 18,13 b  |
| Kau (HAES 344)     | 30,86 d                | 30,51 c  | 24,54 c              | 24,63 b  | 15,91 c                | 18,87 a  |
| Cannon             | 34,30 c                | 32,14 b  | 26,78 b              | 27,11 a  | 15,97 c                | 20,06 a  |
| IAC 9-20           | 30,62 d                | 29,80 c  | 23,58 d              | 24,33 c  | 15,66 c                | 18,05 b  |
| C160               | 33,74 c                | 31,91 b  | 26,32 b              | 25,46 b  | 17,48 b                | 20,31 a  |
| HAES 849           | 32,27 c                | 28,30 d  | 23,38 d              | 24,09 c  | 16,36 c                | 18,34 b  |
| IAC 4-12B          | 30,54 d                | 27,39 d  | 21,61 e              | 23,25 c  | 18,19 a                | 20,49 a  |
| HAES 816           | 32,67 c                | 29,34 c  | 24,62 c              | 24,92 b  | 16,58 b                | 19,65 a  |
| Doroti             | 33,31 c                | 29,52 c  | 24,49 c              | 24,88 b  | 14,98 c                | 18,38 b  |
| 791 Fuji           | 30,47 d                | 26,54 e  | 24,57 c              | 24,30 c  | 15,46 c                | 18,09 b  |
| Keaumi (IAC 4-20)  | 32,87 c                | 27,23 d  | 23,51 d              | 23,67 c  | 15,14 c                | 15,00 c  |
| HAES 814           | 27,10 f                | 25,32 e  | 22,30 e              | 22,85 d  | 14,14 d                | 16,92 c  |
| HAES 722           | 32,37 c                | 26,49 e  | 26,14 b              | 24,40 c  | 15,19 c                | 18,27 b  |
| África             | 36,32 b                | 30,41 c  | 25,76 b              | 25,19 b  | 16,04 c                | 18,61 b  |
| IAC Campinas-B     | 28,63 e                | 24,93 e  | 23,09 d              | 23,49 c  | 14,09 d                | 17,08 c  |
| Keauhou (HAES 246) | 31,74 d                | 28,13 d  | 23,55 d              | 23,89 c  | 14,78 c                | 17,34 c  |
| Mauka (HAES 741)   | 29,61 d                | 25,95 e  | 22,09 e              | 21,72 e  | 14,14 d                | 16,70 c  |
| HAES 842           | 30,62 d                | 29,27 c  | 23,20 d              | 23,87 c  | 15,71 c                | 18,20 b  |
| CV (%)             | 3,50                   | 3,32     | 4,15                 | 3,30     | 6,79                   | 4,82     |

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 Massa das partes dos frutos (carpelo, casca e amêndoa) e TR (relação entre a massa das nozes e a massa das amêndoas resgatadas) de 22 cultivares de noqueira-macadâmia cultivadas em Itapira - SP. Lavras, UFLA, 2010

| Cultivares         | Massa das parte do fruto (g) |        |         |                 | TR (%)  |
|--------------------|------------------------------|--------|---------|-----------------|---------|
|                    | Carpelo                      | Casca  | Amêndoa | Casca + Amêndoa |         |
| Edson              | 6,18 a                       | 6,80 a | 3,83 a  | 10,64 a         | 35,95 b |
| Pahala (HAES 788)  | 2,89 f                       | 5,50 b | 2,18 b  | 7,73 b          | 28,21 d |
| Beaumont (695)     | 3,05 e                       | 4,87 c | 1,65 b  | 6,52 c          | 25,24 d |
| Flor Rosa          | 2,11 h                       | 3,38 d | 1,87 b  | 5,25 c          | 35,64 b |
| IAC 9-20X          | 2,98 f                       | 5,18 c | 2,06 b  | 7,24 b          | 28,47 d |
| Kau (HAES 344)     | 2,90 f                       | 5,45 b | 2,45 b  | 7,90 b          | 30,99 c |
| Cannon             | 3,65 d                       | 6,86 a | 3,06 a  | 9,92 a          | 31,13 c |
| IAC 9-20           | 2,78 f                       | 5,02 c | 2,42 b  | 7,45 b          | 32,54 c |
| C160               | 4,60 b                       | 5,34 b | 3,37 a  | 8,71 a          | 38,69 a |
| HAES 849           | 3,20 e                       | 4,10 d | 2,49 b  | 6,59 c          | 37,73 a |
| IAC 4-12B          | 3,23 e                       | 4,65 c | 2,77 b  | 7,42 b          | 37,42 a |
| HAES 816           | 3,43 d                       | 4,86 c | 3,20 a  | 8,06 b          | 39,70 a |
| Doroti             | 3,52 d                       | 5,89 b | 3,29 a  | 9,19 a          | 34,85 b |
| 791 Fuji           | 2,83 f                       | 5,71 b | 3,38 a  | 9,59 a          | 35,24 b |
| Keaumi (IAC 4-20)  | 3,16 e                       | 5,03 c | 1,95 b  | 6,98 b          | 27,94 d |
| HAES 814           | 2,32 g                       | 4,37 d | 2,02 b  | 6,39 c          | 31,65 c |
| HAES 722           | 3,53 d                       | 5,61 b | 2,46 b  | 8,07 b          | 30,47 c |
| África             | 4,26 c                       | 5,56 b | 2,79 b  | 8,35 b          | 33,33 b |
| IAC Campinas-B     | 2,01 h                       | 4,27 d | 2,20 b  | 6,49 c          | 34,24 b |
| Keauhou (HAES 246) | 2,56 g                       | 5,02 c | 2,16 b  | 7,19 b          | 30,06 c |
| Mauka (HAES 741)   | 2,01 h                       | 3,66 d | 2,30 b  | 5,96 c          | 37,83 a |
| HAES 842           | 2,31 g                       | 4,89 c | 2,32 b  | 7,21 b          | 32,20 c |
| CV (%)             | 7,12                         | 12,66  | 22,38   | 14,97           | 8,25    |

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Ressalta-se que as cultivares Doroti e 791 Fuji apresentaram elevada massa fresca da amêndoa, porém não apresentaram destaque quanto às dimensões da amêndoa, em relação às demais cultivares analisadas. Por outro lado, a cultivar IAC 4-12B se destacou quanto às dimensões da amêndoa, mas não apresentou elevada massa. Por esses resultados, salienta-se que não há possibilidade de se fazer relação entre as dimensões (comprimento e diâmetro) com a massa fresca. Essa falta de sincronia entre dimensões e massa pode estar relacionada ao teor de umidade das amêndoas e, ou então, à quantidade de óleo presente nas amêndoas.

Outro ponto que se deve ser ressaltado é à relação da massa da casca e da amêndoa, quanto à germinação das sementes. A noqueira-macadâmia é propagada por enxertia, não há um porta-enxerto específico e os mesmos são produzidos pelo processo seminífero (DALASTRA et al., 2010). Sendo assim, cultivares com menores dimensões da casca podem influenciar positivamente na permeabilidade de água, que por sua vez vem ativar os processos metabólicos relacionados à germinação, mas, por outro lado devem ser detentores de elevada massa de amêndoa, para assim apresentarem bom desenvolvimento das plântulas. É o caso da cultivar HAES 816, que apresentou baixo valor da massa da casca (4,86 g), mas com bom calibre de amêndoa (3,20 g).

Quanto à massa da “noz em casca”, as cultivares Edson, Cannon, C160, Doroti e 791 Fuji destacaram-se em relação aos demais (Tabela 2). Porém, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816 e HAES 741 apresentaram maior TR. Por outro lado, apenas as cultivares HAES 788, Beaumont, IAC 9-20X e IAC 4-20 apresentaram TR menor que 30%, ou seja, as demais cultivares possuem potencial a atingirem preços elevados na comercialização (PIMENTEL et al., 2007).

#### **4 CONCLUSÕES**

A análise física mostrou-se boa ferramenta para caracterização de cultivares produtoras de frutos de noqueira-macadâmia. Quanto maior a dimensão do carpelo, maior a dimensão de casca e amêndoa.

A cultivar Edson apresentou frutos com dimensão e massa de carpelo, casca e amêndoa, superiores em relação às outras cultivares estudadas.

As cultivares C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, HAES 741 e Edson apresentaram TR acima de 35%.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, W.; Pommer C. V.; Ribeiro M. D.; Veiga R. F. de A.; Costa A. A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452003000200042&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000200042&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-29452003000200042.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; NASCIMENTO, W. M. O. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 326-328, 2003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452003000200036](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000200036)>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-29452003000200036.

DALASTRA, I. M. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 641-645, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542010000300016&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000300016&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 28 abr. 2011. doi: 10.1590/S1413-70542010000300016.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4.3**: sistema de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Lavras: UFLA/ DEX, 2005. Software.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 477 p.

PEACE, C. P.; ALLAN, P.; VITHANAGE, V.; TURNBULL, C.; CARROLL, B. J. Genetic relationships amongst macadamia varieties grown in South Africa as assessed by RAF markers. **South African Journal of Plant & Soil**, v. 22, n. 2, p. 71-75, 2005.

PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; JÚNIOR, A. W.; SILVA, V. A.; BRUCKNER, C. H. Estudo de viabilidade econômica na cultura da noz-macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 500-507, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452007000300018&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300018&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-29452007000300018.

SOBIERAJSKI, G. R. FRANCISCO, V.L.F.S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A.A.; MAIA, M.L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 5, p. 25-36, 2006.

## **CAPÍTULO 4**

### **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-MACADÂMIA**

## RESUMO

A noqueira-macadâmia produz nozes de alto valor no mercado internacional, devido às características nutricionais de suas amêndoas, consideradas uma excelente fonte energética. O objetivo foi realizar a caracterização química e o perfil de ácidos graxos de amêndoas de cultivares de noqueira-macadâmia. As cultivares utilizadas foram: Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, África, IAC Campinas-B, Keauhau (HAES 246), Mauka (HAES 741) e HAES 842. Foram quantificados umidade, extrato etéreo, proteína, cinza, fibra bruta e teor de sólidos solúveis, além disso, extração de óleo, esterificação e perfil de ácidos graxos. A maior quantidade de proteína foi registrada na cultivar IAC 9-20X (19,24%). Quanto ao teor de fibra bruta, as maiores porcentagens foram observadas nas cultivares HAES 741 e HAES 842 (30,06% e 33,32%) respectivamente. Maiores teores de sólidos solúveis nas cultivares Edson (23,46 °Brix) e IAC 4-20 (25,2 °Brix). A cultivar IAC 9-20X apresentou maior porcentagem de proteína, bem como a presença de ácido palmítico, palmitoléico, oléico,  $\gamma$ -linolênico, linolênico e eurúico. As amêndoas de todas as cultivares de noqueira-macadâmia analisadas possuem ácidos palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico, linoléico, linolênico,  $\gamma$ -linolênico, eurúico. O valor da relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ( $\omega$  = ômega) é dependente da cultivar utilizada.

Palavras-chave: *Macadamia integrifolia*. Composição química. Aminoácidos.

## ABSTRACT

The walnut macadamia produces a high value on the international market due to their nutritional characteristics of almonds, considered an excellent source of energy. The aim was to conduct the chemical characterization and fatty acid profile of cultivars of almond walnut macadamia. The cultivars used were: Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, Africa, IAC Campinas-B, Keaouhou (HAES 246), Mauka (HAES 741) and HAES 842. We quantified moisture, fat, protein, ash, crude fiber and soluble solids, in addition, oil extraction, esterification and fatty acid profile. The increased amount of protein was recorded in IAC 9-20X (19.24%). As the crude fiber content, the highest percentages were observed in cultivar HAES 741 and HAES 842 (30.06% and 33.32%) respectively. Higher soluble solids in Edson cultivars (23.46 °Brix) and IAC 4-20 (25.2 °Brix). IAC 9-20X had a higher percentage of protein as well as the presence of palmitic acid, palmitoleic, oleic,  $\gamma$ -linolenic acid, linolenic and eurucic. The kernels of all walnut macadamia cultivars have analyzed palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic,  $\gamma$ -linolenic acid, eurucic. The value of the ratio  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 is dependent on the cultivar.

Keywords: *Macadamia integrifolia*. Chemical composition. Amino acids.

## 1 INTRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) produz nozes de alto valor no mercado internacional, devido às características nutricionais de suas amêndoas, consideradas uma excelente fonte energética (FREITAS; NAVES, 2010).

Existe uma série de cultivares de noqueira-macadâmia, selecionadas principalmente pelos programas de melhoramento genético do Havaí, onde foram lançados as cultivares de noqueira-macadâmia da série HAES (Hawaii Agricultural Experiment Station), como ‘Pahala’ (HAES 788), ‘Kau’ (HAES 344), ‘Keauhou’ (HAES 246), ‘Mauka’ (HAES 741), ‘Ikaika’ (HAES 333), ‘Kakea’ (HAES 508), ‘Keaau’ (HAES 660), ‘Makai’ (HAES 800), ‘Keauhou’ (HAES 224), dentre outras de menor importância comercial (PEACE et al., 2005). No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético com a noqueira-macadâmia iniciaram-se pelo Instituto agrônomo de Campinas - IAC, que resultou no lançamento de algumas seleções para plantios comerciais (SOBIERAJSKI et al., 2006). Apesar da grande quantidade de cultivares disponíveis no estado de São Paulo, maior produtor nacional, apenas são cultivadas Keauhou, Mauka, IAC Campinas-B e IAC 9-20 (BARBOSA et al., 2003).

As nozes verdadeiras e as sementes comestíveis, como as amêndoas da noqueira-macadâmia, contêm teores elevados de lipídeos e de proteínas. Em relação à qualidade protéica, as nozes apresentam, de forma geral, um perfil de aminoácidos essenciais que atende a maior parte das necessidades diárias, com exceção dos aminoácidos lisina e dos sulfurados (metionina e cisteína) (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Além disso, as nozes comestíveis são fontes de outros nutrientes e substâncias com propriedades medicinais, também denominados funcionais ou

compostos biologicamente ativos. Dentre eles, destacam-se o perfil de ácidos graxos, contendo, sobretudo os ácidos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) e a relação entre o ácido araquidônico (C20:4) e o ácido linolênico (C18:3) da noqueira-macadâmia (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

A caracterização química e o perfil de ácidos graxos de uma série de nozes e sementes comestíveis foram traçados por Freitas e Naves (2010) e no caso da noqueira-macadâmia, não foi destacada a procedência varietal das amêndoas que foram utilizadas nas análises. Acredita-se que há diferença na constituição das amêndoas entre as diferentes cultivares, com isso a determinação da composição química e o perfil de ácidos graxos poderiam auxiliar na escolha de cultivares que apresentem amêndoas com qualidade química superior.

O objetivo do trabalho foi realizar a caracterização química e o perfil de ácidos graxos de amêndoas de 22 cultivares de noqueira-macadâmia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados no mês de março de 2011 frutos inteiros de 22 cultivares de noqueira-macadâmia em plantas de cinco anos de idade, na propriedade denominada Sítio das Palmeiras, situada a uma altitude que varia de 665 a 675 m, localizado no município de Itapira-SP, a uma latitude de 22°26'00" sul e longitude de 46°49'18" oeste. O clima no local, segundo classificação de Köeppen, é mesotérmico de inverno seco (Cwa), comumente chamado de tropical de altitude, com temperatura anual média de 18 °C e precipitação média anual de 1.300 mm.

O trabalho foi realizado em duas etapas: a primeira, no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras para quantificar umidade, extrato etéreo, proteína, cinza, fibra bruta e teor de sólidos solúveis, e a segunda, no Departamento de Química da UFLA para a extração de óleo, esterificação e perfil de ácidos graxos.

As cultivares de noqueira-macadâmia utilizadas nas duas etapas foram: Edson, Pahala (HAES 788), Beaumont (695), Flor Rosa, IAC 9-20X, Kau (HAES 344), Cannon, IAC 9-20, C160, HAES 849, IAC 4-12B, HAES 816, Doroti, 791 Fuji, Keaumi (IAC 4-20), HAES 814, HAES 722, África, IAC Campinas-B, Keauhou (HAES 246), Mauka (HAES 741) e HAES 842.

Na primeira etapa, foram utilizadas quatro plantas de cada cultivar, sendo coletados 120 frutos por planta, que foram homogeneizados em um recipiente e deste resgatados 100 frutos, logo após, foram divididos em quatro repetições contendo 25 frutos cada, constituindo assim a parcela experimental.

O carpelo foi retirado dos frutos, restando assim a “noz em casca” (casca e amêndoa), sendo posteriormente acondicionada em sacos plásticos

devidamente identificados, e armazenados em caixas térmicas e transportados para o Laboratório.

A casca das amêndoas foi removida com auxílio de uma morsa e assim separada quatro amostras. Em seguida foram determinadas:

- Umidade (%): determinada pelo método gravimétrico com emprego de calor e que se baseia na perda de massa do material quando submetido ao aquecimento (65° C) até atingir a massa constante;
- Extrato estéreo (%): realizada na amostra seca, pelo método de “Soxhlet”, processo gravimétrico baseado na perda de massa do material submetido à extração com éter etílico, segundo as recomendações do Instituto Adolf Lutz (2005);
- Proteína (%): determinada pelo método de “Kjeldahl”, por meio da determinação do nitrogênio do alimento, multiplicando-se o total de N pelo fator 6,25, segundo as recomendações do Instituto Adolf Lutz (2005);
- Cinza (%): resíduo resultante da determinação da proteína foi incinerando-se as amostras e submetendo as Amostras ao aquecimento de 550°C, segundo AOAC (2000);
- Fração fibra (fibra bruta - %): determinada pelo método de Van de Kamer e Van Ginkel (1952)
- Teor de sólidos solúveis (°Brix): determinado através da utilização do refratômetro digital.

O delineamento adotado na primeira etapa do trabalho foi o inteiramente casualizado e os dados quantificados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na segunda etapa, foram realizadas extração de óleo, esterificação e perfil de ácidos graxos. Para a extração do óleo, foram trituradas amostras de amêndoas individuais das 22 cultivares e a extração foi realizada conforme a metodologia de Folch et al. (1957), adaptada para amostras de 5 g, que foram homogeneizadas em 50 mL de clorofórmio/metanol (2:1). A amostra homogeneizada foi filtrada em funil de separação de 250 mL, permanecendo em repouso por 2 horas para separação física. A fração orgânica do homogeneizado, contendo lipídios e clorofórmio, foi recolhida e a fração aquosa foi descartada.

Amostras de óleo obtida das 22 cultivares foram inicialmente saponificadas com solução de hidróxido de sódio/metanol 0,5 M e metiladas com solução de cloreto de amônio, metanol e ácido sulfúrico, segundo Hartman e Lago (1973). Após a metilação, 5 mL de hexano foram adicionados à amostra, a qual foi submetida à agitação por 10 segundos. Do sobrenadante, foi retirada uma alíquota de 3 mL, que foi concentrada com nitrogênio gasoso.

Após a extração e esterificação do óleo, determinou-se a composição de ácidos graxos das amostras por cromatografia de fase gasosa em cromatógrafo da marca Shimadzu modelo GC-17<sup>a</sup>, acoplado a um software para monitoramento da análise desenvolvido pela Shimadzu.

As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna 40 °C por 5 minutos, aumentada a uma taxa de 10 °C/minuto até a temperatura de 140 °C, permanecendo 15 minutos, até temperatura final da coluna de 200 °C com aquecimento de 4 °C/minuto, permanecendo por 30 minutos. O gás de arraste utilizado foi o hélio com fluxo de 1 mL/minuto e velocidade linear de 25 cm/segundo na coluna, temperatura do detector 260 °C e temperatura do injetor 250 °C. A quantidade de amostra injetada foi de 1,0 µL; razão SPLIT: 100:1.

Para a identificação dos diferentes ácidos graxos foi realizada por comparação com os tempos de retenção dos ácidos graxos da amostra com os tempos de retenção dos padrões (Supelco modelo 37 componentes FAME Mix)

e, por meio de gráfico semi-logarítmico do tempo de retenção com o número de carbonos, apresentados com o auxílio de ácidos graxos padrões, constituído por uma mistura de 37 ácidos graxos.

A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por normalização interna da área do pico, sendo cada pico calculado multiplicando-se a sua altura pela largura medida na metade da altura. A composição percentual de ésteres metílicos dos ácidos graxos foi obtida pela razão individual e área total, multiplicando-se por 100, considerando o fator de resposta 1.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Maior porcentagem de umidade das amêndoas de noqueira-macadâmia, foi encontrada na cultivar Edson (11,4%) e as menores nas cultivares HAES 344 (3,12%), HAES 814 (2,94%), HAES 722 (3,4%) e IAC Campinas-B (3,19%) (Tabela 1). Maiores porcentagens de extrato etéreo foram registradas nas amêndoas das cultivares Flor Rosa, IAC 9-20X, HAES 344, HAES 849, Doroti, 791 Fuji, IAC 4-20, HAES 722, África, IAC Campinas-B e HAES 246.

A maior quantidade de proteína foi registrada na cultivar IAC 9-20X (19,24%) (Tabela 1). Ressalta-se que os valores obtidos em todas as cultivares estão acima dos valores relatados por Freitas e Naves (2010), que encontraram 8,4% de proteína nas amostras. As amêndoas apresentam quantidades consideráveis de lipídeos e proteínas, e em decorrência disso, constituem boas fontes energéticas.

Quanto ao teor de fibra bruta, as maiores porcentagens foram observadas nas cultivares HAES 741 e HAES 842 (30,06% e 33,32%, respectivamente) e maior porcentagem de cinza ocorreu na cultivar HAES 722 (Tabela 1).

Tabela 1 Valores médios da composição química (%) das amostras de amêndoas de 22 cultivares de noqueira-macadâmia. Lavras, UFLA, 2011

| Cultivares     | Composição química de amêndoas de cultivares de noqueira-macadâmia |                    |              |                 |           |
|----------------|--|--------------------|--------------|-----------------|-----------|
|                | Umidade (%)  | Extrato etéreo (%) | Proteína (%) | Fibra bruta (%) | Cinza (%) |
| Edson          | 11,44 a  | 33,13 c            | 9,29 e       | 24,40 b         | 1,40 b    |
| HAES 788       | 5,79 e   | 47,27 b            | 17,99 b      | 22,95 b         | 1,52 b    |
| Beaumont (695) | 10,49 b  | 51,80 b            | 11,20 d      | 9,83 e          | 1,39 b    |
| Flor Rosa      | 8,08 c   | 55,68 a            | 13,22 c      | 16,56 d         | 0,93 c    |
| IAC 9-20X      | 5,79 e   | 60,26 a            | 19,24 a      | 6,98 e          | 1,00 c    |
| HAES 344       | 3,12 i   | 61,69 a            | 13,29 c      | 12,14 e         | 1,34 b    |
| Cannon         | 4,58 g   | 46,19 b            | 11,83 d      | 19,47 c         | 0,97 c    |
| IAC 9-20       | 3,72 h   | 48,40 b            | 14,53 c      | 18,56 c         | 1,04 c    |

“Tabela 1, conclusão”

|                |        |         |         |         |        |
|----------------|--------|---------|---------|---------|--------|
| C160           | 7,11 d | 50,64 b | 11,74 d | 23,93 b | 0,45 d |
| HAES 849       | 3,61 h | 63,22 a | 10,54 d | 8,55 e  | 1,24 b |
| IAC 4-12B      | 8,11 c | 52,05 b | 11,12 d | 14,59 e | 1,06 c |
| HAES 816       | 6,33 e | 48,89 b | 13,64 c | 23,10 b | 1,05 c |
| Doroti         | 4,61 g | 62,80 a | 8,56 e  | 8,11 e  | 1,14 c |
| 791 Fuji       | 3,51 h | 64,28 a | 9,81 e  | 6,20 e  | 1,37 b |
| IAC 4-20       | 3,91 h | 60,28 a | 11,17 d | 13,99 e | 1,52 b |
| HAES 814       | 2,94 i | 51,86 b | 15,47 c | 16,91 d | 1,31 b |
| HAES 722       | 3,40 i | 56,86 a | 14,21 c | 15,61 d | 1,82 a |
| África         | 3,94 h | 62,95 a | 9,92 e  | 10,72 f | 1,40 b |
| IAC Campinas-B | 3,19 i | 60,77 a | 12,14 d | 9,29 e  | 1,35 b |
| HAES 246       | 5,22 f | 59,04 a | 11,89 d | 12,91 e | 0,93 c |
| HAES 741       | 6,80 d | 39,47 c | 14,19 c | 30,06 a | 1,11 c |
| HAES 842       | 4,42 g | 36,56 c | 14,37 c | 33,32 a | 1,10 c |
| CV (%)         | 5,94   | 9,67    | 7,24    | 11,88   | 13,13  |

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à composição de ácidos graxos em amêndoas de noqueira-macadâmia, foi encontrado neste estudo o ácido palmítico, palmitoléico ( $\omega$ -7), esteárico, oléico ( $\omega$ -9), linoléico ( $\omega$ -6), linolênico ( $\omega$ -3),  $\gamma$ -linolênico ( $\omega$ -6), eurúico ( $\omega$ -9), que se encontram na tabela 2. Outros ácidos como o mirístico e araquidônio ( $\omega$ -6) também foram encontrados, mas não em todas as cultivares (dados não apresentados).

Além disso, as amêndoas de noqueira-macadâmia apresentam em sua composição química ácida graxa saturada, monoinsaturados e poliinsaturados. Dos ácidos graxos saturados estão presentes os ácidos palmíticos e esteáricos, dos monoinsaturados, palmitoléico, oléico e eurúico, e os poliinsaturados, linoléico, linolênico e  $\gamma$ -linolênico.

O óleo presente nas amêndoas de noqueira-macadâmia e de alta qualidade nutricional, contendo  $\omega$ -7 (ácido palmitoléico) que auxilia o equilíbrio dos níveis de colesterol e a quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (ALLEN, 2008).

Freitas e Naves (2010) analisaram a porcentagem de ácidos graxos de nozes verdadeiras e sementes comestíveis de diferentes espécies, e verificaram a presença dos ácidos palmítico (8,88%), esteárico (4,26%), oléico (58,51%), linoléico (1,81%) e linolênico (2,58%) em amêndoas de noqueira-macadâmia.

O ácido oléico e palmítico foram verificados em todas as cultivares, sendo que a cultivar HAES 849 apresentou maior porcentagem de oléico (84,35%) e menor de palmítico (1,37%). As cultivares HAES 842, África e Doroti apresentaram, respectivamente, 84,05%, 75,31% e 72,27% de ácido oléico e 2,13%, 1,95% e 18,20% de ácido palmítico. E em relação ao ácido palmitoléico, maior porcentagem (25,22%) foi encontrada na cultivar HAES 741 (tabela 2).

Tabela 2 Porcentagens de diferentes ácidos graxos de amêndoas de 22 cultivares de noqueira-macadâmia. Lavras, UFLA, 2011

| Cultivares   | Ácidos graxos (%) |                                |           |                          |                             |  |                              |         |                           |
|--------------|-------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|---------|---------------------------|
|              | Palmitico         | Palmitoléico<br>( $\omega$ -7) | Estearico | Oléico<br>( $\omega$ -9) | Linoléico<br>( $\omega$ -6) | $\gamma$ -Linolênico<br>( $\omega$ -6) | Linolênico<br>( $\omega$ -3) | Eurúico | $\omega$ -6/ $\omega$ -3* |
| IAC 9-20     | 17,01             | 15,13                          | -         | 63,97                    | 1,03                        | -                                      | -                            | -       | -                         |
| HAES 772     | 4,82              | 24,13                          | -         | 47,25                    | 13,19                       | -                                      | 4,43                         | 1,63    | 2,97                      |
| HAES 842     | 2,13              | 13,82                          | -         | 84,05                    | -                           | -                                      | -                            | -       | -                         |
| HAES 788     | 5,15              | 21,92                          | -         | 48,63                    | 13,10                       | -                                      | 4,56                         | 5,83    | 2,87                      |
| Doroti       | 18,20             | -                              | 1,43      | 72,27                    | -                           | 1,39                                   | -                            | 1,46    | -                         |
| Cannon       | 4,54              | 16,85                          | -         | 47,03                    | 12,07                       | -                                      | 5,25                         | 10,32   | 2,29                      |
| HAES 344     | 5,02              | 20,75                          | -         | 50,05                    | 11,38                       | -                                      | 4,35                         | 4,61    | 2,64                      |
| IAC 4-12B    | 6,49              | 21,66                          | -         | 49,75                    | 9,20                        | -                                      | 3,87                         | 6,52    | 2,37                      |
| Beaumont 695 | 32,31             | -                              | 1,25      | 54,72                    | -                           | 5,89                                   | -                            | 1,08    | -                         |
| África       | 1,95              | 14,83                          | 7,13      | 75,31                    | -                           | -                                      | -                            | --      | -                         |
| HAES 741     | 4,34              | 25,22                          | -         | 45,09                    | -                           | 11,81                                  | 5,10                         | 7,70    | 2,32**                    |
| IAC 9-20X    | 5,22              | 19,04                          | -         | 45,27                    | -                           | 11,17                                  | 7,06                         | 8,85    | 1,58**                    |
| HAES 849     | 1,37              | 14,28                          | -         | 84,35                    | -                           | -                                      | -                            | -       | -                         |
| Flor Rosa    | 27,79             | -                              | 2,18      | 64,66                    | -                           | -                                      | -                            | -       | -                         |
| C160         | 30,77             | -                              | 2,30      | 60,61                    | -                           | -                                      | -                            | 1,25    | -                         |
| HAES 246     | 24,83             | -                              | 1,53      | 47,71                    | 11,88                       | -                                      | 5,69                         | 3,72    | 2,08                      |
| HAES 814     | 27,01             | -                              | 1,67      | 60,19                    | -                           | 6,26                                   | -                            | 3,47    | -                         |
| HAES 816     | 23,34             | -                              | 1,36      | 48,76                    | -                           | 13,18                                  | 4,84                         | 4,48    | 2,72**                    |
| 791 Fuji     | 21,12             | -                              | 2,84      | 69,84                    | -                           | 1,28                                   | -                            | 1,37    | -                         |
| Edson        | 6,96              | 29,64                          | -         | 50,39                    | -                           | 6,58                                   | -                            | 1,05    | -                         |
| IAC 4-20     | 24,28             | -                              | 1,48      | 46,64                    | 10,58                       | 2,81                                   | -                            | 3,23    | -                         |
| Campinas-B   | 23,74             | -                              | 1,55      | 55,53                    | 10,49                       | -                                      | -                            | 1,14    | -                         |
| IAC 9-20     | 17,01             | 15,13                          | -         | 63,97                    | 1,03                        | -                                      | -                            | -       | -                         |

\*  $\omega$ -6 / $\omega$ -3: relação entre os ácidos graxos linoléico e linolênico.

\*\* 2,32, 1,58 e 2,72: resultado obtido da relação entre os ácidos graxos  $\gamma$ -linolênico ( $\omega$ -6) e linolênico ( $\omega$ -3).

As cultivares HAES 246, Cannon, IAC 4-12B, HAES 344, HAES 788 e HAES 722 apresentam relação entre  $\omega$ -6 (linoléico) e  $\omega$ -3 (linolênico), variando de 2,08 a 2,97. Segundo Freitas e Naves (2010) a relação destes ácidos em amêndoas de noqueira-macadâmia está na faixa de 0,70, porém estes autores não identificaram a cultivar analisada. Contudo, nem todas as cultivares estudadas (tabela 2) apresentaram esta relação, por não possuírem na constituição química de suas amêndoas o ácido linolênico ou linoléico. Podendo-se inferir que o valor da relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é dependente da cultivar utilizada para na análise.

Já a relação entre  $\omega$ -6 ( $\gamma$ -linolênico) e  $\omega$ -3 (linolênico) presente nas cultivares HAES 344, HAES 246, IAC 9-20X, HAES 741 e HAES 816 variam de 0,33 a 2,72. O  $\omega$ -3 está presente na composição química do ácido linolênico, e vem sendo alvo de diversos estudos epidemiológicos, pois reduzem os triglicerídeos séricos, melhoram a função plaquetária e promovem ligeira redução na pressão arterial em pacientes hipertensos (RIQUE et al., 2002).

O ácido linoléico é rico em  $\omega$ -6, e está presente nas amêndoas de noqueira-macadâmia, óleos de milho, girassol e soja. Na dieta Norte Americana típica, por exemplo, são consumidas 89% de ácido linoléico, e apenas 9% de ácido linolênico do total de ácidos graxos poliinsaturados. Este alto consumo implica no aumento da relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 (GARÓFOLO; PETRILLI, 2006).

De acordo com estudos realizados por Campos et al. (2004), as dietas ocidentais são deficientes em  $\omega$ -3 e que, a relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 varia de 15 a 16,7, porém, reconhecem que a modulação dessa relação para a faixa de 2,5 reduz a proliferação celular retal em pacientes com câncer.

Assim, é importante mencionar que há necessidade de equilíbrio entre os integrantes das séries dos ácidos graxos essenciais, o que implica em alguma relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3. Embora as exigências quantitativas para os ácidos graxos  $\omega$ -3 ainda não tenham sido estabelecidas, admite-se que a relação possa variar de 5 a 10 (SIMOPOULOS, 2002). Assim, se o ácido linoléico ( $\omega$ -6) representar 6 a 8%

da ingestão calórica da dieta usual, seria recomendado consumir 1% dessas calorias sob forma de ácidos graxos  $\omega$ -3 (LIMA et al., 2004).

#### 4 CONCLUSÕES

As cultivares HAES 741 e 842 proporcionaram maiores porcentagens de fibra bruta;

A cultivar IAC 9-20X apresentou maior porcentagem de proteína, bem como a presença de ácido palmítico, palmitoléico, oléico,  $\gamma$ -linolênico, linolênico e eurúico;

As amêndoas de todas as cultivares de noqueira-macadâmia analisadas possuem ácidos palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico, linoléico, linolênico,  $\gamma$ -linolênico, eurúico;

Maior porcentagem de ácido palmitoléico foi verificada na cultivar HAES 741;

A cultivar HAES 722 apresentou maior relação entre  $\omega$ -6 (linoléico) e  $\omega$ -3 (linolênico), e a cultivar HAES 816, maior relação entre  $\omega$ -6 ( $\gamma$ -linolênico) e  $\omega$ -3 (linolênico);

Nem todas as cultivares estudadas apresentaram a relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3, por não possuírem em suas amêndoas ácidos linoléico ou linolênico; O valor da relação  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é dependente da cultivar utilizada.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17<sup>th</sup>. v. II., 2000.

BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M. D.; VEIGA, R. F. A.; COSTA, A. A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003.

CAMPOS, F. G.; WAITZBERG, D. L.; HABR-GAMA, A. Influência da dieta na gênese do câncer colorretal. In: WAITZBERG, D. L. Dieta, nutrição e câncer. São Paulo: Atheneu, v. 2, 47-52, 2004.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 269-279, 2010.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A. S. Balanço entre ácidos graxos ômega 3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 5, p. 611-621, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1015 p.

LIMA, M. F.; HENRIQUES, C. A.; SANTOS, F. D.; ANDRADE, P. de M. M.; CARMO, M. das G. T. do. Ácido graxo ômega 3 docosahexaenóico (DHA: c22:6 n-3) e desenvolvimento neonatal: aspectos relacionados a sua essencialidade e suplementação. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 28, p. 65-77, 2004.

PEACE, C. P.; ALLAN, P.; VITHANAGE, V.; TURNBULL, C.; CARROLL, B. J. Genetic relationships amongst macadamia varieties grown in South Africa as assessed by RAF markers. **South African Journal of Plant & Soil**, v. 22, n. 2, p. 71-75, 2005.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. de A.; MEIRELLES, C. de M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 6, 2002.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in Growth and development. In: Lees, R. S.; KAREL, M. **Omega-3 fatty acids in Health and Disease**. New York, USA, Marcel Dekker, p. 115, 1990.

SOBIERAJSKI, G. R.; FRANCISCO, V. L. F. S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A. A.; MAIA, M. L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 5, p. 25-36, 2006.

VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereal. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Chemical composition of selected edible nut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 13, p. 4705-4714, 2006.