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

**Produção e desenvolvimento da noqueira macadâmia em clima
Cwa**

Fábio Albuquerque Entelmann

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2012**

Fábio Albuquerque Entelmann
Engenheiro Agrônomo

Produção e desenvolvimento da noqueira macadâmia em clima Cwa

Orientador
Prof. Dr. **JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Entelmann, Fábio Albuquerque

Produção e desenvolvimento da noqueira macadâmia em clima Cwa / Fábio
Albuquerque Entelmann.- - Piracicaba, 2012.
70 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Biometria 2. Fenologia 3. Macadâmia 4. Mudas - Produção 5. Propagação vegetal
I. Título

CDD 634.57
E61p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais Dieter e Fátima

Ao meu irmão Markus

Aos meus tios e tias

Ofereço

À mulher da minha vida Michele

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre em minha vida.

À minha família.

À Universidade de São Paulo, aos Profs. do Conselho de Pós-Graduação e do Depto. de Produção Vegetal da ESALQ/USP.

Ao CNPq pelo fornecimento da bolsa de estudos e recurso financeiro.

Aos Professores Francisco de Assis Alves Mourão Filho e Simone Rodrigues da Silva, pelo apoio e amizade.

Ao Prof. Luiz Antônio Martinelli pelos conselhos.

Ao Dr. Eduardo Mendes Camargo e à sua esposa Maria Teresa Egreja Mendes Camargo por apoiarem o desenvolvimento de inúmeras pesquisas junto à empresa QueenNut Macadâmia

Ao Dr. Pedro Luis Blasi de Toledo Piza, à Dra. Isabela Miranda de Toledo Piza pelas orientações e disponibilidade.

Ao Eng. Agrônomo Leonardo Moriya, pela amizade, apoio e ensinamentos.

A secretária do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Luciane Aparecida Lopes Toledo e às secretárias do Departamento de Produção Vegetal Maria Célia Rodrigues e Elizabete Sarkis São João.

As bibliotecárias da Biblioteca Central da ESALQ/USP, Eliana e Sílvia.

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação, em especial ao Teodoro Teles Martins, Daniel Manfredini, Leandro Greco, Rafael Vivian, Cleyton Quirino Mendes e André Siqueira Rodrigues Alves.

Aos colegas da FAIT, FAESB e FATEC.

Ao Prof. João Alexio Scarpore Filho, pela orientação, apoio e amizade em todos esses anos, servindo como modelo de pessoa, professor e pesquisador.

Ao Prof. Rafael Pio que contribuiu imensamente com grande parte de tudo que sei, e que como um grande amigo, sempre esteve presente nas horas boas e ruins, participando da minha formação como pessoa e como professor.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Origem e dispersão da noqueira macadâmia.....	21
2.2 Botânica	22
2.3 Aspectos climáticos	23
2.4 Cultivares	23
2.5 Fenologia.....	24
2.6 Produção de mudas	26
2.6.1 Utilização de sementes	26
2.6.2 Propagação	27
2.6.2.1 Propagação por estacas caulinares	27
2.6.2.2 Propagação por mergulhia aérea (alporquia)	30
2.6.2.3 Propagação por enxertia	30
2.7 Biometria	32
2.8 Aspectos químicos	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Emergência de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia.....	35
3.2 Emergência de plântulas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia em diferentes temperaturas	36
3.3 Emergência de plântulas noqueira macadâmia oriundas de sementes submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico	37
3.4 Enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia, tratadas com ácido indolbutírico	38
3.5 Alporquia em ramos do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia, realizada em diferentes épocas e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico	39
3.6 Fenologia da floração de oito cultivares de noqueira macadâmia no clima Cwa	40

3.7 Desempenho produtivo e biometria de frutos de cultivares de noqueira macadâmia.	41
3.8 Teor e composição de óleo de diferentes cultivares de noqueira macadâmia....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Emergência de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia	45
4.2 Emergência de plântulas do porta-enxerto 'Aloha' para noqueira macadâmia em diferentes temperaturas	46
4.3 Emergência de plântulas noqueira macadâmia oriundas de sementes submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico	47
4.4 Enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto 'Aloha' para noqueira macadâmia, tratadas com ácido indolbutírico	49
4.5 Alporquia em ramos do porta-enxerto 'Aloha' para noqueira macadâmia, realizada em diferentes épocas e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico	51
4.6 Fenologia da floração de oito cultivares de noqueira macadâmia em clima Cwa53	
4.7 Desempenho produtivo e biometria de frutos de cultivares de noqueira macadâmia	57
4.8 Teor e composição de óleo de diferentes cultivares de noqueira macadâmia...	61
5 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS	65

RESUMO

Produção e desenvolvimento da noqueira macadâmia em clima Cwa

A noqueira macadâmia se apresenta como uma importante alternativa para a fruticultura paulista, principalmente pela sua rusticidade e pelo valor alcançado pelos seus frutos. No entanto, estudos relacionados ao seu desenvolvimento e às suas características produtivas são necessários para a adequada escolha da variedade a ser cultivada. Com o objetivo de caracterizar o desenvolvimento, a produção e a produção de mudas para diferentes cultivares de noqueira macadâmia para o clima Cwa, conduziu-se diferentes experimentos instalados no município de Dois Córregos – SP: Emergência de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia; Emergência de plântulas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia em diferentes temperaturas; Emergência de plântulas de sementes noqueira macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico; Enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia, tratadas com ácido indolbutírico; Alporquia em ramos do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia, realizada em diferentes épocas e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico; Fenologia da floração de oito cultivares de noqueira macadâmia em clima Cwa; Desempenho produtivo e biometria de frutos de cultivares de noqueira macadâmia; Teor e composição de óleo de diferentes variedades de noqueira macadâmia. Os resultados mostraram que para essas condições a maior porcentagem de emergência de plântulas é obtida pela cultivar Campinas-B, assim como a maior massa seca da parte aérea e do sistema radicular; Para a cultivar Aloha, a maior emergência de plântulas é obtida com a temperatura de 27,5 °C; A incisão e a imersão em ácido giberélico de sementes de noqueira macadâmia não trazem benefícios à emergência e desenvolvimento das plântulas; A maior porcentagem de enraizamento é obtida com a cultivar 4-12 B; Estacas com duas folhas inteiras apresentam maior porcentagem de enraizamento; Os melhores resultados para a alporquia da cultivar Aloha são obtidos em dezembro; Observou-se 13 estádios fenológicos, com o entumescimento de gemas entre maio e junho, antese entre julho e agosto e queda de frutos entre fevereiro e março; A cultivar 816 apresenta os maiores valores para as variáveis diâmetro da noz e da amêndoa e massa da amêndoa; As cultivares 344, 1-21 e 4-12 B apresentam maior produção. Para a taxa de recuperação de amêndoa (TR), os melhores resultados são obtidos pelas cultivares 344, 660 e Aloha; As cultivares 660, 4-20 e 1-21 apresentam as maiores porcentagens de óleo e cultivar 344 apresenta óleo de melhor qualidade

Palavras-chave: Noz; Fenologia; Propagação; Produção; Biometria

ABSTRACT

Macadamia production and development at the Cwa climate

The macadamia cultivation presents itself as an important alternative for fruit growers of the State of São Paulo, mainly because of its rusticity and the value reached by their fruits. However, studies related to their development and characteristics of production are essential for the correct choice of the variety to be cultivated. In order to characterize the development and the fruit and nursery trees production for different macadamia cultivars in the Cwa climate, different experiments have been carried out in the city of Dois Córregos, State of São Paulo: Seedling emergence of eight macadamia cultivars; Seedling emergence of macadamia rootstock 'Aloha' at different temperatures; Seedling emergence from seeds treated with incision and immersion in gibberellic acid; Rooting of different types of cuttings of macadamia rootstock 'Aloha' treated with indolbutyric acid; Air layering in branches of macadamia rootstock 'Aloha', done at different periods and treated with different concentrations of indolbutyric acid; Flowering phenology of eight macadamia cultivars in Cwa climate; Production performance and biometry of different macadamia cultivars and oil content and composition of different macadamia cultivars. The results have shown that under these conditions the highest percentage of seedling emergence was achieved by the cultivar Campinas-B, as well as higher dry mass of shoot and root system; Regarding the 'Aloha' cultivar, the highest seedling emergence was achieved by a temperature of 27.5 °C. The incision and immersion of seeds in gibberellic acid brought no benefits to the seedling emergence and development; The highest rooting percentage was obtained with the cultivar B 4-12; Cuttings with two leaves provided a higher rooting percentage; The best results for the air layering propagation were obtained on December; 13 phenology stages have been observed, with the swelling of buds between May and June, anthesis between July and August and fruit drop between February and March; The 816 cultivar presented the highest values for the nut and almond diameter and for the almond weight; Cultivars 344, 1-21 and 4-12 B had the biggest production. For the kernel recovery (KR) rate, the best results were obtained with cultivars 344, 660 and Aloha; Cultivars 660, 4-20 and 1-21 presented the highest oil percentages, and cultivar 344 the best oil quality.

Keywords: Nut; Phenology; Propagation; Production; Biometrics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de crescimento, floração e frutificação da noqueira macadâmia para a África do Sul (DU PLESSIS, 1993).....	26
Figura 2 – Plântulas de noqueira macadâmia. Piracicaba, 2010.....	36
Figura 3- Experimento de emergência de plântulas de noqueira macadâmia cultivar Aloha em diferentes temperaturas. Piracicaba, 2010.....	37
Figura 4- Estacas de noqueira macadâmia Piracicaba, 2009	39
Figura 5 – Alporque em noqueira macadâmia. Dois Córregos, 2009.....	40
Figura 6 – Gema de noqueira macadâmia em estágio inicial de desenvolvimento (2mm). Piracicaba, 2010	41
Figura 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de noqueira macadâmia cultivar Aloha, em função de temperaturas de substrato. Piracicaba, SP, 2010	46
Figura 8 - Porcentagem de emergência de plântulas de noqueira macadâmia 'IAC-Campinas - B' (<i>Macadamia integrifolia</i>), em função da incisão de suas sementes e imersão em diferentes concentrações de ácido giberélico. Marechal Cândido Rondon-PR, Unioeste, 2007.....	47
Figura 9 – Estaca calejada (A) e estaca enraizada (B) de noqueira macadâmia. Piracicaba, 2010.....	51
Figura 10 – Alporques de noqueira macadâmia cultivar Aloha calejados (A) e enraizados (B). Piracicaba, 2010	52
Figura 11 – Temperatura média diária dos meses de junho/2009 e maio/2010 em Dois Córregos-SP	54

Figura 12 - Estádios fenológicos para noqueira macadâmia: gema não entumescida (A), gema entumescida (B), Início da formação do rácemo (C), rácemo desenvolvido (D), botões florais com 5 mm (E), botões florais com 10 mm (F), flores em pré-antese (G), antese (H). Dois Córregos, 2010. 55

Figura 13 - Estádios fenológicos para noqueira macadâmia: senescência de flores (I), frutos com 10 mm (J), frutos com 30 mm (K), frutos desenvolvidos (L) queda de frutos (M). Dois Córregos, 2010..... 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Emergência, massa da parte aérea (MPA) e massa do sistema radicular (MSR) de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia. Piracicaba-SP, 2010..	45
Tabela 2 - Comprimento médio da parte aérea (CMPA), comprimento médio da raiz (CMR) e massa seca média total de plântulas de noqueira macadâmia 'IAC-Campinas - B' (<i>Macadamia integrifolia</i>), em função da incisão ou não de suas sementes. Marechal Cândido Rondon-PR, Unioeste, 2008	48
Tabela 3 – Porcentagem de estacas brotadas (PEB), calejadas (PEC), enraizadas (PEE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) de noqueira macadâmia cultivar “Aloha” com meia folha, uma folha, duas folhas e duas folhas ao meio, tratadas ou não com AIB. Piracicaba-SP, 2009	49
Tabela 4 – Porcentagem de estacas brotadas (PEB), calejadas (PEC), enraizadas (PEE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) de noqueira macadâmia cultivar ‘Aloha’ com meia folha, uma folha, duas folhas e duas folhas ao meio, tratadas ou não com AIB. Piracicaba-SP, 2009	50
Tabela 5- Porcentagem de alporques calejados (PEC), enraizadas (PAE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) em alporques de noqueira macadâmia cultivar Aloha tratadas com diferentes concentrações de IBA. Piracicaba-SP, 2009.....	52
Tabela 6- Porcentagem alporques calejados (PAC), enraizados (PAE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) em alporques de noqueira macadâmia cultivar ‘Aloha’ tratadas com diferentes concentrações de IBA. Piracicaba-SP, 2009.....	53
Tabela 7 – Data e somatório graus-dia (SGD) para estádios de noqueira macadâmia em Dois Córregos-SP, nos anos de 2009 e 2010. Piracicaba, 2012.....	56

Tabela 8 – Dimensões de fruto (noz, carpelo, casca, amêndoa) de oito cultivares de nogueira macadâmia. Piracicaba, 2011..... 58

Tabela 9 – Produção, número médio de frutos, massa média de frutos, produtividade estimada, taxa de recuperação de amêndoa (TR), rendimento de amêndoa por planta e rendimento estimado de amêndoa por hectare de oito cultivares de nogueira macadâmia em Dois Córregos-SP. 60

Tabela 10 – Teor de óleo e ácidos graxos em nozes de 8 cultivares nogueira macadâmia. Piracicaba, 2011..... 62

1 INTRODUÇÃO

A noqueira macadâmia é considerada atualmente uma importante alternativa de investimento e diversificação para a fruticultura paulista. De origem australiana, começou a ser explorada economicamente no ano de 1881 e hoje, é produzida na Austrália, na África do Sul e nas Américas. Na América do Sul, a planta encontrou boas condições de aclimação e, a partir da década de 30, iniciou-se 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 e é encontrada em várias regiões do estado de São Paulo (DIERBERGER ; MARINO NETO, 1985).

O demanda mundial dessa noz é crescente, sendo consumida principalmente nos Estados Unidos, na China, na Europa, no Japão e na Austrália (TOLEDO PIZA, 2005).

São consideradas plantas rústicas, com poucos problemas fitossanitários, e que têm, para as condições paulistas, o início da produção à partir do quarto ano após o plantio. A safra ocorre de março à junho, podendo cada planta produzir até 30 quilos de noz em casca. Existem diversos cultivares disponíveis no mercado, no entanto, vários aspectos relacionados ao seu desempenho produtivo ainda são desconhecidos.

A caracterização do ciclo fenológico, a seleção de cultivares que apresentam alto desempenho produtivo, com alta porcentagem da TR (taxa de recuperação de amêndoas), associada a características intrínsecas de rendimento de óleo e proteínas, além de outras características físico-químicas, poderão incrementar o rendimento líquido aos produtores. Além disso, o desenvolvimento de técnicas que aumentem a eficiência no processo de produção de mudas, podem contribuir para a redução do custo da mesma, favorecendo à expansão da cultura.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar diferentes cultivares de noqueira macadâmia, com base no desempenho produtivo, na caracterização física dos frutos, na taxa de recuperação de amêndoa (TR), na determinação da quantidade e qualidade do óleo, e, em aspectos relacionados à produção de mudas e à fenologia da floração e frutificação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e dispersão da noqueira macadâmia

A noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher) é uma fruteira da família Proteaceae, sendo nativa da Austrália e muito utilizada como base de medicamentos e cosméticos por tribos aborígenes. Atualmente sua noz é considerada a mais saborosa entre as nozes comercializadas no mundo (DE VILIERIS; JOUBERT 2003).

Descoberta em 1828 por Allan Cunningham, na Austrália, teve os primeiros estudos Botânicos realizados a partir de 1857.

No mesmo país os primeiros plantios ocorreram em 1870 em Alstonville. Em 1877 foi introduzida na Havaí e em 1881 na Califórnia. A partir de 1931 começou a ser cultivada comercialmente no Havaí, onde os primeiros pomares foram implantados nas cidades de Keahou e Kona, e os primeiros experimentos passaram a ser desenvolvidos pela Estação Experimental Havaiana (HAES) (DIERBERGUER; MARINO NETO, 1985).

No Brasil seu histórico data da década de 30, em Limeira, onde os três primeiros exemplares foram plantados na Fazenda Citra, de propriedade da família Dierberger. Em 1948 o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) adquiriu a primeira muda e , em 1955, mais seis mudas se juntaram à coleção, oriundas de sementes trazidas do Havaí e da Argentina. Esses materiais se revelaram posteriormente altamente heterogêneos, necessitando para sua utilização comercial o uso da propagação vegetativa. Os primeiros materiais propagativos foram disponibilizados para produtores já em 1970, oriundos das seleções da mesma instituição (SILVA; CANTUARIAS AVILÉS, 2010)

A partir do final da década de 60 foram lançados pelo IAC diversas seleções de noqueira Macadâmia para o plantio comercial. Em 1896, foram identificadas na estação experimental de Tietê quatro linhagens de noqueira Macadâmia e seis plantas com características superiores em vigor, produção e qualidade de nozes. Já em 1991, dez seleções destacaram-se para o cultivo no Estado de São Paulo.

Em 1990 durante o primeiro encontro dos produtores de Macadâmia, realizado em Dois Córregos – SP, foi fundada a Associação dos produtores de Noz-Macadâmia do Estado de São Paulo (APROMESP). Em 2005 a APROMESP se

transformou em Associação Brasileira de Noz-Macadâmia (ABM), que atualmente conta com 35 associados e representa 99% da produção nacional (SILVA; CANTUARIAS AVILÉS, 2010).

O Brasil ocupou em 2009 a sétima posição entre os produtores mundiais de noz-macadâmia, ficando atrás de Guatemala, Malawi, Kênia, Estados Unidos, África do Sul e Austrália. Dentre os estados Brasileiros produtores da noz, destacam-se São Paulo (51%), Espírito Santo (15,8%), Minas Gerais (11,9%), Bahia (9%), Rio de Janeiro (7%), Mato Grosso (5,1%) e Paraná (0,2%).

No Estado de São Paulo os maiores cultivos estão localizados nos municípios de Dois Córregos, Mineiros do Tietê, São Sebastião da Gramma, Garça, Avaré, Vagem Grande, Manduri, Jaú, Ibiuna, Iacanga, Ribeirão Preto, Jaboticabal e Buri.

2.2 Botânica

Do gênero *Macadamia*, somente as espécies *M. integrifolia* e *M. tetraphylla* produzem nozes comestíveis e tem possibilidades econômicas.

Segundo Lorenzi et al. (2006) a *M. integrifolia* caracteriza-se por apresentar plantas perenes, de copa densa, de porte médio a grande, alcançando de nove a dezoito metros de altura. Possui folhas simples, 3-verticiladas, coriáceas, glabras, brilhantes, de 10-30 cm de comprimento, de margens serradas e com pequenos espinhos. As inflorescência, locadas em ráculos pêndulos axilares, podem ter de 10-30 cm de comprimento com flores perfumadas e brancas. Os frutos são ovóides, deiscentes, deixando mostrar internamente uma noz extremamente dura em cujo interior se encontra a amêndoa de sabor adocicado.

O mesmo autor caracteriza a *M. tetraphylla* como perenifólia, alcançando de dez a vinte metros de altura, folhas simples, 4-verticiladas, coriáceas, glabras, brilhantes, de 10-25 cm de comprimento, com margens serradas e pouquíssimos espinhos. As inflorescências também inseridas em ráculos pêndulos axilares de 10-30 cm, com flores perfumadas e rosadas. Os frutos são globosos, deiscentes, com uma única noz extremamente dura, em cujo interior se encontra a amêndoa de sabor doce.

Cereda e De Marchi (1991) caracterizam a macadâmia como a semente de uma classe de frutos conhecidos como folículo-deiscentes, produzindo, geralmente, uma só semente envolvida por um carpelo que se abre de um lado ao completar sua maturação, sem, no entanto, desprender-se na queda.

2.3 Aspectos climáticos

Com habitat natural caracterizado por uma floresta densa e chuvosa, a nogueira macadâmia pode se adaptar às regiões tradicionalmente cultivadas com abacate, banana e mamão (DEVILIERS; JOUBERT, 2003). Os mesmos autores citam que a temperatura é a mais importante variável para determinar o crescimento e a produção para esta cultura. Temperaturas altas, acima de 30°C durante o florescimento, podem ocasionar queda substancial na fixação de frutos, e, temperaturas abaixo de -1,5°C podem ocasionar a morte de mudas.

De uma forma geral, esta fruteira se adapta melhor em climas tropicais e subtropicais, tolerando temperaturas acima de 43°C e abaixo de 0,2°C, desde que por pouco tempo. No Havaí, desenvolve-se bem em áreas onde a precipitação oscila entre 1250 e 3000 mm por ano, no entanto suporta valores mais baixos, desde que bem distribuídos (DIERBERGUER ; MARINO NETO, 1985).

A altitude também é considerada de grande importância para a produção e qualidade de frutos, sendo que, quando abaixo de 600 m, influenciam negativamente na qualidade de frutos.

Apesar de possuir madeira densa, a nogueira macadâmia é altamente suscetível à quebra devido a ventos. Plantas jovens, recém instaladas, devem receber uma estaca com cerca de 0,5 m para ajudar em sua sustentação. A correta poda, e o uso de cercas viva, são altamente eficientes para se amenizar danos causados pelo vento (DEVILIERS; JOUBERT, 2003).

2.4 Cultivares

Nativa da Austrália, somente após sua introdução no Havaí - EUA, essa fruteira ganhou impulso econômico com o início de trabalhos de seleção varietal. Foi no Havaí que se deu a criação das principais cultivares e clones utilizados no mundo.

Como exemplo de cultivares Havaianas temos as da série HAES, como a 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). Já a partir 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).

A partir de 1981 foram selecionadas na estação experimental do município de Tietê-SP, diversas seleções de macadâmia pelo hábito vegetativo e produtivo da planta, qualidade das nozes e rendimento de amêndoa. Dentre elas destacaram-se as seleções Kaeoudo ou IAC 2-23; Keaumi ou IAC 4-20; IAC 1-21 A e IAC 9-20; Kakere ou IAC 5-10 e 3-4A; Waiado ou IAC 4-12 B e Waiare ou IAC 8-17; IAC Campinas A e IAC Campinas - B. Para qualidade de amêndoas as melhores foram IAC 21A, IAC 3-4A, IAC 4-20, IAC 5-10, IAC 9-20 e IAC Campinas - B (SILVA; CANTUARIAS AVILÉS, 2010).

Segundo O'Connor (2000), as cultivares havaianas representam 80% da macadâmia plantada no Brasil, enquanto as outras 20% são cultivares desenvolvidas pelo Instituto Agrônômico - IAC. Para Barbosa et al. (2003) as principais cultivares utilizadas no estado de São Paulo são Keauhou, Keaau, Kau e Mauka, introduzidas do Havaí, IAC Campinas-B, Keaumi e Keaudo, selecionadas pelo IAC e ainda Aloha, obtida pela Dierberger.

Na escolha das cultivares, deve-se levar em conta a ocorrência de autoincompatibilidade. Cultivares autoincompatíveis quando autopolinizadas, não apresentam fixação de frutos, devendo o fruticultor utilizar pelo menos duas cultivares compatíveis nos pomares comerciais, aumentando assim a produtividade (SILVA; CANTUARIAS AVILÉS, 2010).

2.5 Fenologia

O estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, como os reprodutivos e os efeitos responsáveis pelo desencadeamento destes, em relação a fatores bióticos e abióticos dentro de uma ou várias espécies de plantas, é chamado fenologia (LIETH, 1974).

A época, a intensidade, a duração e a periodicidade dos eventos fenológicos são regulados por características endógenas relacionadas ao clima (FERRAZ et al., 1999). Esses eventos são representados com maior importância pela floração e frutificação das angiospermas, que representam as principais formas de perpetuação da espécie (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995).

O estudo da biologia reprodutiva de espécies de interesse econômico permite que se possam definir estratégias sustentáveis do seu uso. Através da fenologia é possível entender a dinâmica de reprodução e regeneração das plantas e a relação entre as plantas e os animais (CALVIN; PIÑA-RODRIGUES, 2005).

O aparecimento, transformação ou desaparecimento rápido de órgãos da planta, como germinação, brotação, florescimento, espigamento, desfolhação, maturação é chamado de fase. Algumas fases são facilmente observadas, como o aparecimento ou desaparecimento de órgãos, enquanto que outras, por serem invisíveis e somente perceptíveis através de exames detalhados, como microscopia ou análises químicas, dificilmente são percebidas. O tempo decorrido entre duas fases consecutivas é denominado subperíodo. Considera-se que, ao longo de um subperíodo, as necessidades e a estrutura da planta são praticamente constantes ou variando numa direção apenas.

Dentro de um subperíodo ou mesmo caracterizando uma fase temos os estádios. Eles também são momentos específicos dentro do ciclo do indivíduo, mas não necessariamente de transformação, como são as fases. Os estádios surgiram pela necessidade de detalhar de maneira clara e objetiva as etapas de desenvolvimento das plantas, na elaboração de escalas fenológicas (BERGAMASCHI, 2007).

A fenologia aliada à quantificação das unidades térmicas necessárias para a planta completar as diferentes fases de seu ciclo, fornecem ao fruticultor o conhecimento das prováveis datas de ocorrência de cada estágio para diferentes regiões. Para tanto, utiliza-se o conceito de graus-dia, que é determinado pela diferença acumulada entre a temperatura média diária e a temperatura base (paralisação do crescimento) da cultura. Segundo Allan (1994) citado por Sacramento (2003), a temperatura base para a noqueira macadâmia é 12,8 °C.

Para as condições Sul Africanas, a floração começa em junho, com pico em agosto e a queda de frutos tem início no final de fevereiro, se estendendo até junho (Figura 1).

Figura 1 – Ciclo de crescimento, floração e frutificação da noqueira macadâmia para a África do Sul (DU PLESSIS, 1993)

Silva e Cantuarias Avilés (2010) relatam que o ciclo fenológico para essa cultura já foi estudado para as condições de Jaboticabal e Jundiaí. Tais pesquisas revelaram que o entumescimento das gemas florais ocorre no mês de maio e o florescimento ocorre de junho a setembro.

2.6 Produção de mudas

A produção de mudas de plantas frutíferas pode ser realizada utilizando-se sementes ou através de propágulos (propagação), adotando-se técnicas como a enxertia, estaquia, alporquia e a micropropagação.

2.6.1 Utilização de sementes

A utilização de sementes constitui-se do processo natural de disseminação e perpetuação das espécies. Sementes de muitas espécies vegetais germinam tão logo sejam colocadas em condições de solo e ambiente favorável, enquanto outras, embora vivas, deixam de germinar mesmo quando submetidas a condições ideais (HARTMANN et al., 2002).

Segundo Carvalho e Nakagawa (1983), entende-se por dormência, o fenômeno pelo qual as sementes, apesar de viáveis e dispostas de condições ambientais necessárias não germinam. Para Bewley e Black (1994), a dormência atua como um mecanismo de resistência a fatores adversos do meio, podendo manifestar-se de três formas: dormência imposta pelo tegumento, dormência embrionária e dormência devido ao desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação.

Um tegumento impermeável restringe a entrada de água e oxigênio, oferecendo resistência física ao crescimento do embrião, o que retarda a germinação, aumentando o tempo para produção de mudas (MOUSSA et al., 1998).

Existem diversas formas para se superar a impermeabilidade do tegumento, sendo que a mais simples é a escarificação, que resulta na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo germinativo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989)

Outras formas de se superar a dormência de sementes, segundo Mattoo e Suttle (1991) são: a utilização do etileno, das giberelinas, das citocininas e do ácido abscísico. Bewley (1978) cita que as giberelinas atuam sobre a síntese de proteínas específicas para a germinação. Já Taiz e Zeiger (2004) afirmam que a germinação pode exigir giberelinas para a ativação do crescimento vegetativo do embrião, para o enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião, assim como para a mobilização das reservas energéticas do endosperma.

Além disso, em se tratando de uma forma de reprodução, as plantas frutíferas provenientes de sementes apresentam variações devido à segregação genética (HARTMANN et al., 2002).

A averiguação da capacidade de reprodução das cultivares de uma espécie em particular é útil sob diversos aspectos. Dentre esses, permite que se estime a quantidade de sementes necessárias à obtenção de determinado número de plantas, quando se efetuam cruzamentos controlados, ou quando se visa à produção de porta-enxertos. Nos trabalhos de melhoramento genético-varietal é extremamente desejável que as cultivares-mães sejam as que forneçam um adequado rendimento de sementes, de alto poder germinativo.

2.6.2 Propagação

A propagação consiste na multiplicação das plantas a partir de partes vegetativas, sendo possível devido à capacidade de regeneração apresentada por esses diversos órgãos vegetais (HARTMANN et al., 2002). A regeneração a partir de segmentos vegetativos, denominados propágulos vegetais, destacados de uma planta, só é possível devido à capacidade regenerativa dos diversos órgãos vegetais e principalmente a totipotência celular, onde toda célula vegetal possui informação genética capaz de regenerar um novo indivíduo (PASQUAL et al., 2001).

Dentre as vantagens da propagação, lista-se a manutenção das características da cultivar que se deseja propagar, a multiplicação em larga escala de uma única planta, combinar duas espécies para formar uma só planta, produção precoce por se evitar a fase juvenil da planta, produção de mudas de espécies em que a propagação é o único meio de multiplicação e multiplicar espécies em que a propagação é mais fácil, rápida e consequentemente econômica (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

As plantas podem ser propagadas por diferentes métodos: estaquia, enxertia, mergulhia, micropropagação e por estruturas especializadas (rebentos, rizomas e filhotes) (SIMÃO, 1998).

Um dos maiores entraves ao estabelecimento do cultivo comercial da nogueira macadâmia, é a carência de material propagativo, como sementes para porta-enxerto e mudas de alto padrão (CAMPO DALL'ORTO et al., 1988).

2.6.2.1 Propagação por estacas caulinares

A estaquia, ou propagação por estaca, é um método de propagação em que segmentos destacados de uma planta, sob condições adequadas, emitem raízes e originam uma nova planta, com características idênticas àquela que lhe deu origem (HARTMANN et al., 2002). As raízes originárias das estacas são classificadas como adventícias, ao contrário do que ocorre na reprodução, onde são formadas raízes do tipo pivotante (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

O processo de desenvolvimento das raízes adventícias é dividido em três estágios: a desdiferenciação celular, onde as células retornam ao estágio meristemático; a diferenciação das células meristemáticas em primórdios radiculares; o crescimento e emergência de novas raízes (HARTMANN et al., 2002). Na maioria dos casos, em estacas herbáceas as raízes adventícias são formadas na região do floema e em estacas lenhosas, as raízes adventícias originam-se no câmbio, próximas ao cilindro vascular (ALVARENGA; CARVALHO, 1983).

A capacidade de uma estaca emitir raízes está relacionada a fatores endógenos ou internos e fatores exógenos ou externos. Como fatores endógenos, consideram-se, principalmente, as condições fisiológicas e idade da planta matriz, época de coleta da estaca, potencial genético de enraizamento, sanidade, balanço hormonal, oxidação de compostos fenólicos e posição da estaca no ramo e, como

fatores exógenos, a temperatura, luz, umidade, substrato e acondicionamento (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A formação de raízes adventícias deve-se à interação de tais fatores, principalmente, a translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas, onde estão o centro de produção de substâncias hormonais, chamadas de hormônios ou fitohormônios, que são translocados via floema para as diversas regiões da planta. Essas substâncias controlam a divisão celular em tecidos de plantas, podendo ser limitantes ou estimulantes nos processos fisiológicos (TORREY, 1996).

As auxinas são as substâncias que desempenham maiores funções no enraizamento de estacas. São sintetizadas no meristema apical, estimulam a divisão celular, além de apresentarem relações importantes com ácidos nucléicos e proteínas, modificações da parede celular e estímulo a atividade enzimática (HARTMANN et al., 2002). Entre as principais funções biológicas das auxinas, citam-se o crescimento de órgãos, especialmente as raízes (ALVARENGA, 1990).

A aplicação exógena de substâncias auxínicas na base das estacas, pode favorecer o balanço hormonal endógeno da estaca e promover o enraizamento (HARTMANN et al., 2002). A função básica das auxinas no processo de iniciação radicular está ligada a sua atuação na divisão e alongamento celular (GASTON; DAVIES, 1972).

As principais auxinas sintéticas encontradas são o AIB (ácido indolbutírico), o ANA (ácido naftalenoacético), o AIA (ácido indolacético), o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e o 2,4,5-T (ácido triclorofenoxiacético).

O AIB é o fitoregulador mais comumente utilizado na indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação as demais auxinas sintéticas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Sua utilização pode ser feita na forma de pó, solução diluída e solução concentrada. A forma mais empregada na aplicação exógena do AIB, é a solução diluída, seja pela uniformidade de tratamento ou pelo baixo risco fitotóxico, embora apresente a desvantagem de perder sua atividade em pouco tempo (BASTOS, 2006)

Segundo Hartmann et al. (2002), é de extrema importância a utilização correta das concentrações de reguladores de crescimento a serem aplicadas à base das estacas, sendo que a concentração ideal varia com a espécie em que se está trabalhando.

No processo de preparo das estacas, ocorre um escurecimento na região do corte, ocasionado devido à oxidação de compostos fenólicos, que ao entrarem em contato com o oxigênio do ar, iniciam a reação de oxidação, que de acordo com Jarvis (1996), pode ocasionar a inibição do enraizamento adventício das estacas. Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), os produtos resultantes da oxidação são tóxicos aos tecidos, sugerindo a aplicação de substâncias antioxidantes à base das estacas, com o intuito de minimizar ou eliminar tal problema.

Segundo Silva e Cantuarias Avilés (2010), a propagação vegetativa da noqueira macadâmia é utilizada comercialmente na África do Sul. No Brasil, os autores citam que embora tenham sido desenvolvidos alguns trabalhos utilizando esta técnica, o principal método utilizado para a produção de mudas ainda é a enxertia.

Para a noqueira macadâmia, Allan (1966) recomenda a utilização de estacas de ramos maduros, sob nebulização intermitente e tratadas com reguladores de crescimento, ressaltando que os resultados relacionados ao enraizamento são muito variáveis para as condições da África do Sul. Hartmann e Kester (1978) relatam que o tratamento de estacas com AIB (8000 a 10000 ppm) beneficia o enraizamento.

Pivetta (1990) relatou que a utilização de AIB, acelerou e aumentou o enraizamento de estacas. O mesmo autor cita que houve diferenças na capacidade de enraizamento entre as duas cultivares estudadas.

2.6.2.2 Propagação por mergulhia aérea (alporquia)

De acordo com Browse (1979), a alporquia (mergulhia aérea) é uma das técnicas mais antigas de propagação, sendo utilizada na China há mais de mil anos. Também é denominada *marcottage*, nome que lembra a época da jardinagem francesa dos séculos XVII e XVIII. Como descrição do método, este autor recomenda que seja utilizado um ramo não podado, numa planta lenhosa, estimulado para o desenvolvimento de raízes, coberto acerca de 10-25 cm antes da gema apical, de maneira que a luz não atinja a porção revestida. Esta combinação de fatores provocará a formação de raízes, que prosseguirão o desenvolvimento se a referida parte estiver envolvida por terra úmida e aquecida. O ramo, posteriormente, é separado da planta-mãe, formando uma nova planta.

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a propagação pelo método de alporquia apresenta vantagens em relação à estaquia, dentre as quais estão: o alto percentual de enraizamento e a independência de infraestrutura (casa de vegetação com sistema de nebulização).

De acordo com Siqueira (1998), o desenvolvimento das raízes é auxiliado por hormônios e pelo anelamento do ramo que impede que carboidratos, hormônios e outras substâncias produzidas pelas folhas e gemas sejam transladados para outras partes da planta. Por sua vez, o xilema não é afetado, fornecendo água e elementos minerais ao ramo.

2.6.2.3 Propagação por enxertia

A enxertia é um método de propagação que consiste em unir partes de plantas, de tal maneira que continuem crescendo como uma só planta (SILVA; RODRIGES; SCARPARE FILHO, 2011). Nesse caso, as partes que compõem a planta são o porta-enxerto ou “cavalo”, parte que confere o sistema radicular à planta e passa a ser o responsável pela absorção de nutrientes e água, além de servir de suporte e o enxerto ou “cavaleiro”, parte que irá originar a parte aérea da planta (SIMÃO, 1998). A planta enxertada é, portanto, uma associação de duas plantas, podendo ser do mesmo cultivar ou de cultivares ou espécies diferentes, mas que guardam entre si relativa interdependência. A afinidade anatômica é necessária para o perfeito desenvolvimento da planta. A base da enxertia consiste na íntima associação dos tecidos cambiais, de modo a formarem uma conexão contínua (SIMÃO, 1998).

O porta-enxerto é de fundamental importância na formação de uma muda, visto que ele pode interferir no desenvolvimento e vigor da copa, precocidade de produção, na quantidade e na qualidade da produção, no adiantamento e atraso da maturação dos frutos, na resistência a inúmeras pragas e doenças, bem como na capacidade de adaptação da planta às condições edafoclimáticas desfavoráveis, preservando as características fundamentais das copas desejadas (POMPEU JÚNIOR, 1991).

A habilidade de uma planta enxertada de formar uma combinação bem sucedida está relacionada, em grande parte, com a sua constituição e o seu modo de desenvolvimento. As falhas que ocorrem entre as plantas enxertadas podem ser

devidas a incompatibilidade entre tecidos do enxerto e do porta-enxerto, que pode estar associada a questões estruturais e fisiológicas (SIMÃO, 1998).

A propagação por meio da enxertia tem sido uma técnica bastante utilizada na fruticultura, garantindo a formação de pomares com populações de plantas homogêneas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Além disso, a enxertia, por possibilitar a união de mais de um genótipo, combina as características desejáveis de ambos em uma planta composta (HARTMANN et al., 2002).

A enxertia é uma das etapas críticas no processo de produção de mudas, cuja eficiência é dependente da qualidade do porta-enxerto e dos garfos ou borbulhas, da habilidade do enxertador e das condições climáticas. A época de realização e os métodos de enxertia encontram-se entre os fatores externos que afetam ou que podem afetar a pega dos enxertos. Normalmente, espécies lenhosas caducas, como as frutíferas de clima temperado, apresentam ótimos índices de pega quando os enxertos são realizados em período de repouso vegetativo e enxertados por garfagem, pelos métodos de fenda cheia, fenda esvaziada, inglês simples ou inglês complicado (PASQUAL et al., 2001; HARTMANN et al., 2002).

Silva e Cantuarias Avilés (2010) citam que para a noqueira macadâmia, os porta-enxertos são obtidos a partir de sementes oriundas da própria espécie *M. Integrifolia*, e da espécie *M. tetraphylla*. Para *M. integrifolia*, são utilizadas as cultivares Aloha e 344 (MORIYA, 2006)

2.7 Biometria

A biometria de frutos pode ser utilizada como uma importante ferramenta para identificar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, contribuindo para seu melhoramento. Um outro importante fator influenciado pelo tamanho e peso da sementes é a emergência das plântulas, parâmetro que é utilizado para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983).

Segundo Toledo Piza (2005), o fruto da macadâmia possui uma amêndoa de cor creme na parte interna, envolvida por uma casca de coloração marrom. O mesmo autor caracteriza a “noz”, como a estrutura formada pela amêndoa e pela casca. Esta, por sua vez, quando envolvida pelo carpelo, casca de cor verde que protege a noz, constitui o que se chama de “fruto”.

A produção da noqueira macadâmia é quantificada em “noz em casca” (casca e amêndoa) (SOBIERAJSKI et al., 2006). Portanto, 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 (PENONI, 2011). Além disso, O conhecimento das variações das dimensões do fruto é imprescindível para o desenvolvimento de equipamentos de seleção e classificação (TOLEDO PIZA, 2005).

2.8 Aspectos químicos

A macadâmia, conhecida coma a noz mais rica em óleo de alta qualidade, o qual ajuda a equilibrar os níveis de colesterol, contendo diversos ácidos graxos, como o ácido palmitoléico (ômega 7) , um importante auxiliar na quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo, é altamente valorizada pela indústria de cosméticos, para formulação de hidratantes, e por laboratórios farmacêuticos (FRANÇA, 2007).

Os ácidos graxos (AG) são compostos químicos orgânicos constituídos por uma sequência de átomos de carbono ligados entre si e a átomos de hidrogênio, iniciando por um grupo metila (CH_3) e terminando em um grupo carboxila (COOH), podendo haver entre os átomos de carbono ligações simples ou duplas. Quando só há ligações simples entre os átomos de carbono, cada um dos átomos de carbono intermediários está ligado ao número máximo de átomos de hidrogênio possível (dois) e assim o AG é denominado saturado. Quando há uma ligação dupla o AG é denominado monoinsaturado e quando há mais de uma ele é denominado poliinsaturado (GAZZOLA, 2006). São exemplos de ácidos graxos encontrados no óleo da noqueira macadâmia, o ácido palmítico (saturado), o ácido oléico (monoinsaturado) e o ácido linoléico (poliinsaturado). De uma forma geral, os mamíferos possuem limitada capacidade de síntese de ácidos graxos poliinsaturados, sem os quais nosso organismo não funciona adequadamente. Por essa razão, estes ácidos graxos são chamados de “essenciais” e devem ser incluídos na dieta alimentar.

Além da importância alimentar, a composição de ácidos graxos está relacionada com a qualidade do óleo. A qualidade de óleos e gorduras é afetada

pela rancidez, que é definida como alteração de óleos e gorduras organolepticamente detectável, reduzindo seu valor (SILVA et al., 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados a partir de plantas localizadas na Fazenda Palmeira, em Dois Córregos, Estado de São Paulo. Do ponto de vista climático, segundo a classificação de Köppen, o clima é mesotérmico de inverno seco, Cwa, também denominado tropical de altitude, que se caracteriza por apresentar temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C, enquanto que a precipitação total do mês mais seco é inferior a 30 mm. O solo no local do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006).

Selecionou-se uma área homogênea com plantas de noqueira macadâmia com 13 anos de idade e enxertadas sobre o porta-enxerto 'Aloha', espaçadas em 8 x 5 metros.

3.1 Emergência de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia

Frutos de noqueira macadâmia provenientes de plantas matrizes das cultivares HAES-344, HAES-660, IAC 1-21, HAES-816, IAC 4-20, IAC Campinas - B, Aloha e IAC 4-12 B foram coletados em abril de 2010. Em seguida foram levados para o laboratório de Fitotecnia do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP em Piracicaba-SP para a extração de suas sementes, que foram primeiramente classificadas quanto ao tamanho. Posteriormente foram imersas em um recipiente com capacidade de 15 L e preenchido com água, para que as sementes danificadas (as que boiarem) fossem eliminadas, visando manter a homogeneidade das mesmas. Em seguida as sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas seguindo as recomendações descritas por Ono et al. (1993) e colocadas em bandejas plásticas, entre camadas de areia grossa autoclavada (temperatura de 121°C por 20 min.). As bandejas foram preservadas em laboratório com temperatura média de 25°C (Figura 2). As bandejas foram, umedecidas diariamente, com auxílio de um regador manual.

Figura 2 – Plântulas de noqueira macadâmia. Piracicaba, 2010

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por oito tratamentos (cultivares), com quatro repetições e com parcelas compostas por 20 sementes. Passados 180 dias, foram avaliadas as porcentagens de emergência, massa seca da parte aérea e do sistema radicular das plântulas por meio da secagem do material vegetal em estufa de circulação de ar forçada à 65°C, durante 48 horas, e posterior pesagem em balança semi-analítica.

3.2 Emergência de plântulas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia em diferentes temperaturas

Frutos de noqueira macadâmia foram coletados em julho de 2010. Em seguida foram levados para o laboratório de Fitotecnia do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP em Piracicaba-SP para a extração de suas sementes, que foram primeiramente classificadas quanto ao tamanho. Posteriormente, foram imersas em um recipiente com capacidade de 15 L e preenchido com água, para que as sementes danificadas (as que boiarem) fossem eliminadas, visando manter a homogeneidade das mesmas. Em seguida as sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas seguindo as recomendações descritas por Ono et al. (1993) e colocadas em bandejas plásticas, entre camadas de areia grossa autoclavada (temperatura de 121°C por 20 min.).

As bandejas foram preservadas em laboratório com temperaturas controladas de 23, 25, 27, 29 e 31°C (Figura 3). As bandejas foram umedecidas diariamente, com auxílio de um regador manual.

Figura 3- Experimento de emergência de plântulas de noqueira macadâmia cultivar Aloha em diferentes temperaturas. Piracicaba, 2010

O experimento foi conduzido em esquema inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos (temperaturas), com quatro repetições e parcelas compostas por 20 sementes. Após 180 dias, foram avaliadas as porcentagens de emergência em cada temperatura.

3.3 Emergência de plântulas noqueira macadâmia oriundas de sementes submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico

Frutos de noqueira macadâmia 'IAC Campinas – B' foram coletados em março de 2007 e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudas do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Marechal Cândido Rondon-PR, para a extração de suas sementes.

Os carpelos foram removidos manualmente, com auxílio de faca e martelo de metal. Procedeu-se a classificação das sementes por tamanho, considerando-se,

apenas, as de dimensões de dois centímetros de diâmetro e as que não sobrenadaram após imersão em recipientes com água. A amostra foi, então, dividida em duas porções de sementes. Apenas nas sementes da primeira porção foram realizadas incisões de 0,5 cm de comprimento na casca, com auxílio de uma serra pequena (escarificação), no sentido longitudinal ao embrião, expondo as amêndoas. A outra porção ficou intacta. Em seguida, as sementes de ambas as porções foram colocadas para embeber em Becker, com capacidade de 1 L, que continham soluções de ácido giberélico (GA_3), nas concentrações de 150, 300, 450 mg L⁻¹, além do controle composto somente com água destilada. O produto utilizado foi o ProGibb, que possui em sua fórmula 10% de ácido giberélico e 90% de material inerte. Durante o período de imersão de 90 horas, as soluções foram oxigenadas mediante o emprego de bombas de aquário, segundo as recomendações de Ono et al. (1993).

Após o período de imersão, as sementes foram colocadas em bandejas plásticas (35 x 25 cm), entre camadas de areia grossa autoclavada, mantidas em condições de ambiente de laboratório com controle da temperatura em torno de 25°C. O umedecimento do substrato foi realizado diariamente, com auxílio de borrifador manual, sempre se aplicando 50 mL de água.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 4 (sementes com e sem incisão x concentrações de ácido giberélico), com quatro repetições e parcelas compostas por 20 sementes. Passados 180 dias, foram mensurados a porcentagem de emergência, os comprimentos médios das raízes e das partes aéreas, com auxílio de escalímetro, e as massas secas médias totais das plântulas, por meio da secagem do material vegetal em estufa de circulação de ar forçado à 65°C, durante 48 horas, e posterior pesagem em balança semi-analítica.

3.4 Enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto 'Aloha' para noqueira macadâmia, tratadas com ácido indolbutírico

Estacas semi-lenhosas foram coletadas no final do mês de agosto de 2009, de plantas matrizes de noz-macadâmia, cultivar Aloha. As estacas foram padronizadas com comprimento de aproximadamente 15 cm e diâmetro ao redor de 0,7 cm, e preparadas com uma folha inteira, duas folhas inteiras, uma folha cortada em seu terço médio inferior e duas folhas cortadas em seu terço médio inferior cada. Metade das estacas foram imersas em solução de 3000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico

por 15 seg. .Enterrou-se cinco centímetros da base das estacas em bandejas de polipropileno expandido, preenchidas com o substrato vermiculita expandida de grânulos médios (Figura 4).

Figura 4- Estacas de nogueira macadâmia Piracicaba, 2009

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, perfazendo um fatorial 4 x 2 (tipo de folha na estaca x tratamento ou não com AIB), com três repetições e unidade experimental composta por 10 estacas. As estacas foram mantidas em câmara de nebulização intermitente durante 150 dias. Passados esse período, foram mensuradas as porcentagens de enraizamento, formação de calos e brotações, número médio de raízes e notas atribuídas ao enraizamento (variando entre 0, para não enraizadas, e 5 para completamente enraizadas).

3.5 Alporquia em ramos do porta-enxerto 'Aloha' para nogueira macadâmia, realizada em diferentes épocas e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico

Foram realizados alporques na região mediana de ramos semi-lenhosos de 1,0 cm de diâmetro, anelados em 2,5 cm com auxílio de canivete. A região anelada foi pincelada com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) (3000, 6000 e 9000 mg L⁻¹, além do controle composto somente por água).

O substrato utilizado foi o esfagno umedecido, envolvido com sacos plásticos transparentes e amarrado em ambas as extremidades com barbante. Os alporques (Figura 5), foram realizados em diferentes épocas (meses): agosto, dezembro e abril.

Figura 5 – Alporque em nogueira macadâmia. Dois Córregos, 2009

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, perfazendo um fatorial 4 x 3 (concentrações de AIB x época de realização da alporquia), com três repetições e unidade experimental composta por 10 alporques. As avaliações ocorreram após 90 dias da realização da alporquia, avaliando-se a porcentagem de enraizamento, porcentagem de calejamento, número médio de raízes por alporques e nota média de enraizamento (variando entre 0, para não enraizadas, e 5 para completamente enraizadas)

3.6 Fenologia da floração de oito cultivares de nogueira macadâmia em clima Cwa

Demarcou-se dez plantas pertencentes à cultivar HAES-344. Em cada planta foram realizadas observações semanais, relativas aos estádios fenológicos de floração e frutificação, em quatro quadrantes da copa.

As observações foram realizadas no período de maio de 2009 a março de 2011, iniciando-se com a demarcação de gemas florais com 2 mm de comprimento

(estágio inicial, Figura 6), e posteriormente, considerou-se os outros estádios, quando 50% ou mais de ráceros, flores e frutos se encontravam nas respectivas fases, de acordo com o sugerido por Sobierajski et al.(2007).

Figura 6 – Gema de noqueira macadâmia em estágio inicial de desenvolvimento (2mm). Piracicaba, 2010

3.7 Desempenho produtivo e biometria de frutos de cultivares de noqueira macadâmia

Demarcou-se na área experimental, plantas de oito variedades de noqueira macadâmia: HAES-344, HAES-660, IAC 1-21, HAES-816, IAC 4-20 , IAC Campinas - B, Aloha e IAC 4-12 B. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com oito tratamentos (cultivares) seis blocos e duas plantas por parcela.

Durante o período de safra (ciclos produtivos 2010 e 2011), realizaram-se colheitas semanais, coletando-se frutos inteiros caídos no solo (carpelo, casca e amêndoa), que se localizavam na projeção da copa das plantas. Os frutos foram separados, descarpelados e deixados secar à temperatura ambiente até alcançarem massa constante (aproximadamente 10% de umidade). A cada colheita, quantificou-

se a massa de frutos. Ao final, calculou-se a produção, o número médio de frutos, a massa média de frutos, a produtividade estimada, a taxa de recuperação de amêndoa (TR), o rendimento de amêndoa por planta e o rendimento estimado de amêndoa por hectare.

No início de abril, quando as plantas estavam em plena produção, coletou-se amostras contendo 25 frutos inteiros de cada planta. Os frutos foram acondicionados em sacos de papel identificados e foram submetidos às avaliações utilizando-se paquímetro digital e balança de precisão. Foram avaliados a massa fresca e as dimensões do fruto e de seus constituintes (amêndoa, casca e carpelo) e em seguida foi calculada a taxa de recuperação (TR) de amêndoa, expressa em porcentagem, dividindo-se a massa da amêndoa pela massa da noz.

3.8 Teor e composição de óleo de diferentes cultivares de noqueira macadâmia

Frutos das cultivares HAES-344, HAES-660, IAC 1-21, HAES-816, IAC 4-20, IAC Campinas - B, Aloha e IAC 4-12 B foram coletados em abril de 2011, tiveram seus carpelos retirados e cascas separados da amêndoa. Utilizou-se quatro plantas de cada cultivar, sendo coletados 120 frutos por planta, que foram homogeneizados em um recipiente e deste resgatados 100, logo após, foram divididos em quatro repetições contendo 25 frutos cada, constituindo assim a parcela experimental. Para extração do óleo foram trituradas amostras de amêndoas das 8 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

As amostras 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 ; 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^a, 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.

Os dados de todos os experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste Scott-Knott (1974) e Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Gomes, 2000). As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Emergência de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia

De acordo com os dados obtidos nesse experimento, os cultivares de noqueira macadâmia diferiram para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Emergência, massa da parte aérea (MPA) e massa do sistema radicular (MSR) de plântulas de 8 cultivares de noqueira macadâmia. Piracicaba-SP, 2010

Cultivar	Emergência (%)	MPA (g)	MSR (g)
Campinas - B	61,7 a	5,2 bc	5,4 b
344	53,0 b	5,8 ab	3,8 d
816	50,2 c	4,2 d	3,9 d
121	49,2 c	4,5 cd	4,1 d
4-20	44,7 d	5,2 bc	5,8 b
4-12 B	38,4 e	3,3 e	4,2 d
Aloha	37,7 e	6,1 a	6,5 a
660	37,3 e	3,9 de	4,7 c
CV(%)	12,64	8,6	5,52

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A cultivar que apresentou maior porcentagem de emergência aos 90 dias foi a Campinas-B, e os menores valores foram obtidos pelas cultivares 660, Aloha e 4-12 B. Esses valores coincidem com a porcentagem de germinação média encontrada por Ojima, Campo-Dallorto e Rigitano (1976) que estudaram a germinação de diferentes cultivares e tempo de embebição.

A noqueira macadâmia possui germinação assincrônica, e essa característica varia entre as diferentes cultivares (FRONEMAN, 2003). Segundo o mesmo autor, na África do Sul, as cultivares Beaumont e Nelmak 2 possuem emergência precoce e uniforme quando comparadas às demais cultivares, sendo portanto, as mais utilizadas como porta-enxerto para essa espécie. Nas condições do experimento, a cultivar Aloha também se destacou para a variável massa seca de parte aérea e do sistema radicular seguida pela cultivar 344. Essas características são de extrema importância quando se busca a redução do tempo de produção de mudas. Segundo Castro et al. (1991), a produção de uma muda para esta espécie leva em torno de 24 meses, e a redução desse período, poderia favorecer o desenvolvimento da

cultura. Além disso, a qualidade da muda é um fator decisivo para o sucesso do fruticultor (PIO et al., 2005). Os menores valores foram obtidos pelas cultivares 660 e 4-12 B.

4.2 Emergência de plântulas do porta-enxerto 'Aloha' para noqueira macadâmia em diferentes temperaturas

Houve diferença estatística entre as emergências das plântulas para as diferentes temperaturas. Pela equação (figura 7), a maior porcentagem de emergência é obtida com a temperaturas de 27,5 °C (63,5%). Temperaturas abaixo ou acima desse valor apresentaram emergência reduzida em 33% (23°C) e 18,9% (31°C).

Figura 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de noqueira macadâmia cultivar Aloha, em função de temperaturas de substrato. Piracicaba, SP, 2010

Os resultados quanto à temperatura ideal para germinação estão de acordo com o proposto por Borges e Rena (1993), pois sementes de um grande número de espécies subtropicais e tropicais apresentam máximo de germinação e emergência na faixa de temperatura entre 20 e 30 °C. Os valores de emergência para as temperaturas de 27 e 29 °C foram superiores aos valores médios encontrados por Ojima, Campo-Dallorto e Rigitano (1978) que trabalharam apenas com temperatura de 25 °C.

Simão (1971) recomenda que a semeadura para a produção de mudas de noqueira macadâmia seja feita de 3 a 4 meses após a colheita ou seja, no início da

primavera. Isso demonstra que maiores porcentagens de emergência podem estar relacionadas não só ao período de armazenamento, mas também, às condições de temperatura impostas às sementes no viveiro.

4.3 Emergência de plântulas nogueira macadâmia oriundas de sementes submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico

De acordo com a Figura 8, foi verificada em sementes não incisadas, redução linear da emergência das plântulas de nogueira macadâmia com a elevação da concentração da solução de embebição de ácido giberélico, da ordem de 25,51% quando comparada a maior concentração (450 mg L^{-1}) em relação ao tratamento controle.

Figura 8 - Porcentagem de emergência de plântulas de nogueira macadâmia 'IAC-Campinas - B' (*Macadamia integrifolia*), em função da incisão de suas sementes e imersão em diferentes concentrações de ácido giberélico. Marechal Cândido Rondon-PR, Unioeste, 2007

A porcentagem de emergência das plântulas de nogueira macadâmia sem qualquer tratamento (42,13%), apresentou padrões idênticos ao relatado por Ojima et al. (1989), que obtiveram 34% de germinação para IAC 5-10 e 51% de germinação para a seleção 336 HAES.

Os resultados não foram os esperados quanto ao emprego do ácido giberélico. O ácido giberélico, considerado ativador enzimático endógeno, promove a germinação das sementes; a aplicação exógena deste promotor influencia o

metabolismo protéico e pode duplicar a taxa de síntese de proteínas das sementes (MCDONALD; KHAN, 1983). Segundo Khan et al. (1978), o uso de compostos químicos biologicamente ativos, como o ácido giberélico, pode sobrepujar efeitos de fatores adversos na qualidade e no desempenho das sementes.

O efeito do ácido giberélico sobre o alongamento celular e crescimento, destacado na literatura consultada, não foi confirmado neste trabalho; os resultados podem ser atribuídos também às concentrações do ácido giberélico empregadas ou mesmo ao tempo de submersão das sementes. No entanto, Ono et al. (1993), recomendam que as sementes de noqueira macadâmia devem ser submersas em água por 90 horas, para proporcionar maior porcentagem de germinação, de acordo com os índices característicos das espécies (abaixo de 50%).

Quanto às sementes incisadas, a aplicação do ácido giberélico não ocasionou melhoria significativa ao seu desempenho; as porcentagens de emergência de plântulas verificadas foram bem inferiores em relação às sementes que não sofreram incisão.

A incisão das sementes também não foi benéfica ao desenvolvimento das plântulas de noqueira macadâmia, pois comprimentos médios da parte aérea e das raízes e as massas secas médias totais das plântulas significativamente superiores foram observados quando as sementes não sofreram incisão (Tabela 2).

Tabela 2 - Comprimento médio da parte aérea (CMPA), comprimento médio da raiz (CMR) e massa seca média total de plântulas de noqueira macadâmia 'IAC-Campinas - B' (*Macadamia integrifolia*), em função da incisão ou não de suas sementes. Marechal Cândido Rondon-PR, Unioeste, 2008

Tratamento	Variáveis analisadas*		
	CMPA (cm)	CMR (cm)	MSMT (mg)
Sem incisão	12,58 a	17,72 a	12,48 a
Com incisão	7,53 b	9,02 b	5,24 b
C.V. (%)	22,18	23,41	24,74

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos no presente trabalho concordam com Rêgo et al. (1991), que compararam sementes sem e com incisão de noqueira macadâmia e

observaram que a ausência de tratamento proporcionou 52,5% de sementes germinadas após 90 dias da semeadura, 40% a mais que as sementes com incisão. Hamilton (1954) atribui a rachadura mecânica como causa de redução da germinação. Essa causa ainda é desconhecida; no entanto, era esperado que a incisão nas sementes, ao facilitar o contato do embrião com o ácido giberélico, promovesse melhorias significativas aos processos germinativos da noqueira macadâmia, o que não se confirmou.

4.4 Enraizamento de diferentes tipos de estacas do porta-enxerto ‘Aloha’ para noqueira macadâmia, tratadas com ácido indolbutírico

De acordo com a Tabela 3, as estacas preparadas com duas folhas inteiras apresentaram maiores porcentagens de enraizamento diferindo estatisticamente para este quesito do tratamento com duas folhas cortadas. Para as outras variáveis este tratamento também obteve os maiores valores, porém sem diferença estatística.

Estes resultados estão de acordo com Pio et al. (2005) que trabalhando com estacas de oliveira obteve maior enraizamento utilizando estacas com maior número de folhas. Gontijo et al. (2003) trabalhando com aceroleira também obtiveram melhor enraizamento com estacas que permaneceram com maior número de folhas.

Tabela 3 – Porcentagem de estacas brotadas (PEB), calejadas (PEC), enraizadas (PEE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) de noqueira macadâmia cultivar “Aloha” com meia folha, uma folha, duas folhas e duas folhas ao meio, tratadas ou não com AIB. Piracicaba-SP, 2009

Tratamento	Variável				
	PEB	PECC	PEE	NR	NE
1 folha	33,33 a	100,00 a	14,58 ab	2,33 a	3,25 a
1 folha ao meio	56,25 a	91,66 a	8,33 ab	1,60 a	2,58 a
2 folhas	27,08 a	95,83 a	22,91 a	2,29 a	3,70 a
2 folhas ao meio	35,00 a	87,50 a	2,50 b	1,00 a	1,80 a
C.V (%)	34,31	9,61	30,50	21,31	24,32

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Estacas tratadas com AIB apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, número médio de raízes e nota para o enraizamento do que estacas não tratadas (Tabela 4). Allan e Mitchell (1968), trabalhando com propagação de macadâmia, na tentativa de intensificar a taxa de formação de raízes, verificaram que os tratamentos com substâncias de enraizamento, especialmente uma solução de AIB em rápida imersão, proporcionaram um rápido enraizamento com maior número e melhor desenvolvimento das raízes (Figura 9).

Tabela 4 – Porcentagem de estacas brotadas (PEB), calejadas (PEC), enraizadas (PEE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) de nogueira macadâmia cultivar “Aloha” com meia folha, uma folha, duas folhas e duas folhas ao meio, tratadas ou não com AIB. Piracicaba-SP, 2009

Tratamento	Variável				
	PEB	PECC	PEE	NR	NE
Sem AIB	37,50 a	95,45 a	6,81 b	0,59b	2,00 b
Com AIB	38,54 a	92,70 a	17,70a	3,02a	3,68 a
C.V (%)	34,31	9,61	30,50	21,31	24,32

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 9 – Estaca calejada (A) e estaca enraizada (B) de nogueira macadâmia. Piracicaba, 2010

4.5 Alporquia em ramos do porta-enxerto ‘Aloha’ para nogueira macadâmia, realizada em diferentes épocas e tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico

Os alporques realizados em dezembro apresentaram maior porcentagem de enraizamento, número médio de raízes e nota média de enraizamento superior às outras épocas. Alporques realizados em abril apresentaram os piores resultados (Tabela 5).

Tabela 5 - Porcentagem de alporques calejados (PEC), enraizadas (PAE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) em alporques de noqueira macadâmia cultivar Aloha tratadas com diferentes concentrações de IBA. Piracicaba-SP, 2009

Épocas	Variável			
	PAC	PAE	NR	NE
Agosto	100 a	10.72 b	1.15 b	1.79 b
Dezembro	100 a	53.82 a	5.31 a	2.92 a
Abril	100 a	0.00 b	0.00 b	1.00 c
C.V (%)	0	31,68	20,89	27,15

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Kadman (1982) realizou alporques na primavera nas cultivares Yonik e Cate e obteve bons resultados.

Isso demonstra que para a noqueira macadâmia a alporquia apresenta algumas vantagens em relação à outros métodos de propagação, como o percentual de enraizamento (Figura 10), a facilidade de propagação e independência de infraestrutura. Esses fatores, aliados à necessidade de um pequeno número de mudas, conferem à alporquia a possibilidade de contribuir para a superação de alguns problemas de pesquisa, principalmente quando há necessidade da multiplicação em massa de apenas um exemplar (PIO et al., 2007).

Figura 10 – Alporques de noqueira macadâmia cultivar Aloha calejados (A) e enraizados (B). Piracicaba, 2010

Os resultados obtidos pelas diferentes concentrações de IBA não foram significativos para o teste Tukey com 5% de probabilidade (Tabela 6)

Tabela 6 - Porcentagem alporques calejados (PAC), enraizados (PAE), número médio de raízes (NR) e nota média do enraizamento (NE) em alporques de noqueira macadâmia cultivar 'Aloha' tratadas com diferentes concentrações de IBA. Piracicaba-SP, 2009

Dose de IBA	Variável			
	PAC	PAE	NR	NE
0	100,00 ^{ns}	22,06 ^{ns}	2,16 ^{ns}	1,85 ^{ns}
3000	100,00	19,86	1,95	1,82
6000	100,00	25,36	2,03	1,92
9000	100,00	19,41	2,55	2,05
C.V (%)	0	31,68	20,89	27,15

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Oliveira et al. (2008) trabalhando com diferentes concentrações de AIB em abacateiro obteve resultados semelhantes. Benassi et al. (2004) trabalhando com jambeiro vermelho, concluíram que a não utilização desse fitorregulador permitiu maior enraizamento de alporques. A presença de calos foi observada em todos os alporques, demonstrado que a formação desse tecido é uma condição para a formação de raízes adventícias nessa espécie.

4.6 Fenologia da floração de oito cultivares de noqueira macadâmia em clima Cwa

De acordo com as observações realizadas, o entumescimento das gemas ocorreu expressivamente em 08/06/2009 e em 29/05/2010 para a cultivar estudada, coincidindo com a queda de temperaturas (Figura 11). Esses dados estão de acordo com Sobierajsk et al. (2007) e Sacramento e Pereira (2003) que citam que o entumescimento de gemas, para as regiões de Jundiaí e Jaboticabal, respectivamente, ocorre em meados de maio, e início de junho, coincidindo com a queda da temperatura.

Figura 11 – Temperatura média diária dos meses de junho/2009 e maio/2010 em Dois Córregos-SP

Os estádios fonológicos observados durante o período foram: gema não entumescida, gema entumescida, início da formação do rácemo, rácemo desenvolvido, botões florais com 5 mm, botões florais com 10 mm, flores em pré-antese, antese senescência de flores, frutos com 10 mm, frutos com 30 mm, frutos desenvolvidos e queda de frutos (Figuras 13 e 14)

A maior concentração de flores em antese ocorreu na primeira quinzena de agosto com a somatória variando entre 476 e 543 graus-dia. A queda de frutos teve início de março para ambos os anos, totalizando do entumescimento de gemas à queda de frutos 2800 a 3000 graus-dia (Tabela 7).

Dados semelhantes foram obtidos por Sacramento e Pereira (2003) que concluíram que para as condições de Jaboticabal o florescimento da noqueira macadâmia ocorreu entre meados de junho e meados de setembro e que existem variações, de um ano para outro, no período ocorrido entre o início de crescimento da inflorescência e a antese.

Figura 12 - Estádios fenológicos para noqueira macadâmia: gema não entumescida (A), gema entumescida (B), início da formação do rácemo (C), rácemo desenvolvido (D), botões florais com 5 mm (E), botões florais com 10 mm (F), flores em pré-antese (G), antese (H). Dois Córregos, 2010

Figura 13 - Estádios fenológicos para noqueira macadâmia: senescência de flores (I), frutos com 10 mm (J), frutos com 30 mm (K), frutos desenvolvidos (L) queda de frutos (M). Dois Córregos, 2010

Tabela 7 – Data e somatório graus-dia (SGD) para estádios de noqueira macadâmia em Dois Córregos-SP, nos anos de 2009 e 2010. Piracicaba, 2012

Anos	Fenofase					
	Gemas entumescidas		Antese		Queda de frutos	
	Data	SGD	Data	SGD	Data	SGD
2009-2010	06/jun	0	08/ago	476,5	06/mar	3019,1
2010-2011	29/mai	0	31/jul	543,8	15/fev	2860,8

4.7 Desempenho produtivo e biometria de frutos de cultivares de noqueira macadâmia

De acordo com a análise estatística, houve diferença entre todas as variáveis mensuradas (Tabela 8). A análise biométrica de frutos demonstrou que os maiores diâmetros da noz e da amêndoa foram obtidos à partir da cultivar 816, diferindo estatisticamente apenas das cultivares 660 e 4-20, que apresentaram os menores valores para esses parâmetros. A espessura da casca foi maior para a cultivar Campinas – B e menor para as cultivares 121, 816, e 4-12 B. Quanto à espessura do carpelo, diferiram estatisticamente as cultivares Aloha (maior) e Campinas – B (menor).

A cultivar 816 se destacou também das outras cultivares para características relativas às massas da amêndoa e do carpelo, no entanto para a massa da casca, os maior valor foi obtido com a cultivar 121. Apesar dos maiores valores de massa e diâmetro terem sido obtidos pela cultivar 816, essa relação não ocorreu nas demais cultivares. Os mesmos resultados foram obtidos por Penoni (2011) que trabalhando com outras cultivares caracterizou a falta de sincronia entre a dimensão e a massa da noz.

Essa cultivar também apresentou os melhores valores quando correlacionamos espessura de casca e massa da amêndoa, características que podem favorecer a germinação, pela permeabilidade de água, e o desenvolvimento de plântulas, pela maior quantidade de reservas. Como essa espécie tem seus porta-enxertos propagados via semínifera (DALASTRA et al., 2010), essas características podem acelerar o processo de produção de mudas, um dos entraves da cultura (CASTRO et al., 1991).

Tabela 8 – Dimensões de frutos (noz, carpelo, casca, amêndoa) de oito cultivares de noqueira macadâmia. Piracicaba, 2011

Cultivar	Dimensões (mm)				Massa das partes do fruto (g)		
	Diâmetro Noz	Diâmetro Amêndoa	Espessura Casca	Espessura Carpelo	Amêndoa	Carpelo	Casca
816	24,6 a	19,7 a	2,2 bc	2,15 ab	5,95 a	2,96 a	6,11 b
344	23,5 ab	18,3 ab	2,3 abc	2,08 ab	4,40 b	2,70 abcd	5,82 c
Campinas -B	23,3 ab	18,6 ab	2,7 a	1,73 b	4,57 b	2,26 d	6,14 b
412	23,0 ab	18,0 b	2,2 bc	2,15 ab	4,16 b	2,76 ab	5,57 d
Aloha	23,1 ab	17,8 bc	2,5 ab	2,25 a	4,00 b	2,30 cd	5,29 e
121	23,0 ab	18,6 ab	2,1 c	2,08 ab	4,03 b	2,50 bcd	6,47 a
660	22,4 b	16,5 c	2,4 abc	2,05 ab	4,31 b	2,30 cd	5,80 c
4-20	22,2 b	18,1 b	2,3 abc	1,86 ab	4,26 b	2,73 cd	5,48 d
CV (%)	4,27	4,92	8,2	12,11	9,57	9,3	10,97

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando os valores médios das duas safras para produção, número de frutos e rendimento de noz por planta, os maiores valores foram obtidos nas safras 2011 para todas as cultivares estudadas. Já para massa de frutos (sem carpelo) e taxa de recuperação (TR) de amêndoa, os valores não diferiram significativamente de uma safra para outra (Tabela 9)

Quanto às cultivares, os maiores valores de produção foram obtidos com as cultivares 344, 1-21 e 4-12 B. Essas cultivares também se destacaram das outras em relação ao número médio de frutos, produtividade estimada e rendimento de noz. Para a massa média de frutos, a cultivar 1-21 se destacou das demais. Os maiores valores para a taxa de recuperação de noz (TR) foram obtidos pelas cultivares 344, 660 e Aloha. Os menores valores para as características estudadas foram obtidos com a cultivar 816.

Tabela 9 – Produção, número médio de frutos, massa média de frutos, produtividade estimada, taxa de recuperação de amêndoa (TR), rendimento de amêndoa por planta e rendimento estimado de amêndoa por hectare de oito cultivares de noqueira macadâmia em Dois Córregos-SP

Cultivares	Produção	Nº médio de frutos	Massa da noz	Produtividade	TR	Rendimento amêndoa	Rendimento amêndoa
	(Kg)	(unidades)	(g)	estimada (ton/ha)	(%)	(Kg/planta)	(ton/ha)
'344'	20,62 a	2749,89 a	7,50 c	5,15 a	23,81 a	4,91 a	1,22 a
121	19,77 ab	2326,47 abc	8,5 a	4,94 ab	22,4 bc	4,46 bc	1,11 ab
412	18,06 abc	2463,18 ab	7,33 c	4,51 abc	22,46 bc	4,05 abc	1,01 abc
Camp. B	16,87 bcd	2154,46 bcd	7,83 b	4,22 bcd	22,63 b	3,82 bc	0,95 bc
'4-20'	15,41 cd	2150,81 bcd	7,17 d	3,85 cd	21,60 c	3,32 cd	0,82 cd
'660'	14,79 cd	1972,77 cd	4,50 c	3,70 cd	23,90 a	3,53 cd	0,88 cd
'Aloha'	14,75 cd	2159,39 bcd	6,83 d	3,69 cd	23,53 a	3,46 cd	0,86 cd
'816'	13,93 d	1817,54 d	7,67 c	3,48 d	20,26 d	2,82 d	0,7 d
Média 2010	15,68 b	2077,19 b	7,53 a	3,92 b	22,59 a	3,55 b	0,88 a
Média 2011	17,95 a	2383,22 a	7,54 a	4,49 a	22,61 a	4,06 a	1,01 a
CV(%)	16,69	16,46	9	16,67	3,1	17,58	17,64

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Penoni (2011), estudando o desempenho produtivo de dez cultivares de noqueira macadâmia na região de Itapira-SP, obteve resultados diferentes, mostrando que a cultivar '816' pode se destacar das demais quando cultivada em diferentes regiões do Estado de São Paulo. Os valores de rendimento obtidos nas duas safras estão de acordo com Moriya (2006) que cita que plantas com mais de 13 anos produzem em média mais de 15 quilos de noz em casca em cada safra.

A comercialização dos frutos de noqueira macadâmia é feita em noz em casca (SOBIERAJSKI et al., 2006) , portanto, cultivares que apresentam os maiores valores para essa característica, refletem num maior retorno econômico para o produtor. No entanto a taxa de recuperação de amêndoa (TR) pode refletir em incrementos ou reduções nos valores pagos ao produtor pela indústria, demonstrando que aliar essas duas características produtivas para um máximo desempenho econômico (Toledo Piza, 2005).

Penoni (2011) cita que a algumas cultivares podem apresentar baixa produtividade, mas com alto valor de TR, compensando nesse caso o investimento nesses materiais genéticos quando se pensa em processamento agroindustrial de noz inteira condimentada.

4.8 Teor e composição de óleo de diferentes cultivares de noqueira macadâmia

De acordo com a Tabela 10, podemos perceber que o maior teor de óleo foi obtido pela cultivar 660, porém não diferindo das cultivares 4-20 e 121. Estes valores estão dentro dos valores médios encontrados por Venkatachalam e Sathe (2006) para *M.Integrifolia* nos EUA. Já Kaijser; Dutta; Savage (2000) citados por Garcia (2010) encontraram valores entre 69 e 78% em diferentes cultivares de macadâmias produzidas em diferentes regiões da Nova Zelândia, mostrando que o teor de óleo pode variar para mesmas cultivares em diferentes regiões. Sobierajski et al. (2006) cita que o teor de óleo é altamente influenciado pela cultivar e pelos tratos culturais. Para noz pecan, Rudolph et al. (1992) encontraram influência significativa do ambiente sobre o teor de óleo das amêndoas.

Tabela 10 – Teor de óleo e ácidos graxos em amêndoas de 8 cultivares nogueira macadâmia. Piracicaba, 2011

Cultivar	Teor de óleo (%)	Ácidos Graxos (%)					
		Palmitoléico	Palmítico	Oléico	Linoléico	Linolênico	Outros
660	68,48 a	15,40	7,43	63,34	1,25	0,12	12,46
4-20	66,88 ab	15,89	8,10	63,83	1,30	0,11	10,77
1-21.	66,76 ab	13,49	9,96	61,88	2,77	0,08	11,82
Aloha	66,38 b	10,89	8,36	66,50	2,40	0,11	11,74
816	66,14 b	15,60	9,07	62,88	1,56	0,14	10,75
4-12B	65,51 b	17,99	9,22	60,82	1,58	0,13	10,26
Camp. B	65,48 b	15,63	8,64	61,62	2,30	0,14	11,67
344	65,30 b	19,97	8,63	57,59	1,06	0,12	12,63
CV(%)	14,45						

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Todas as cultivares apresentaram em sua composição os ácidos palmitoléico, palmítico, oléico, linoléico e linolênico. Segundo Toledo Piza (2011)¹, comercialmente é desejável que a cultivar tenha em torno de 20% de ácido palmitoléico na composição de seu óleo. Para as condições de Dois Córregos, as únicas que se aproximaram mais desse valor foram as cultivares 4-12B e 344. Penoni (2011) encontrou teores semelhantes desse ácido graxo para a cultivar 344 em outra região do Estado de São Paulo, e valores superiores para as cultivares 816, 4-12 e Campinas-B, indicando que a qualidade do óleo pode estar relacionada com fatores ambientais. Os ácidos palmitoléico e oléico auxiliam o equilíbrio dos níveis de colesterol e a quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (ALLEN, 2008). Uma outra característica importante relacionada a maiores teores de ácido oléico é a resistência à oxidação. A cultivar Aloha apresentou o maior teor para esse ácido graxo. Já os ácidos linoléico e linolênico contribuem para o aumento da oxidação do óleo, sendo portanto desejados em menor teor (ROSENTHAL et al., 1986 citado por MARROCOS, 1993). A cultivar 344 apresentou os menores valores para o ácido linoléico e a cultivar 1-21 para o ácido linolênico. Para o ácido palmítico, o maior valor foi obtido pela cultivar 1-21 e o menor pela cultivar 660.

¹ Pedro Blasi de Toledo Piza, Diretor da empresa QueenNut Macadâmia, Dois Córregos-SP

5 CONCLUSÕES

1. A cultivar Campinas- B apresenta a maior porcentagem de emergência de plântulas. A maior massa seca da parte aérea e do sistema radicular foi obtida com a cultivar Aloha.
2. A maior emergência de plântulas para a cultivar Aloha é obtida com a temperatura de 27,5 °C
3. A incisão e imersão em ácido giberélico de sementes de noqueira macadâmia não trazem benefícios à emergência e desenvolvimento das plântulas.
4. Estacas com duas folhas inteiras, tratadas com AIB apresentam maior porcentagem de enraizamento
5. A alporquia em ramos da cultivar Aloha deve ser realizada em dezembro.
6. A fenologia da floração e frutificação apresenta 13 estádios, com o entumescimento de gemas entre maio e junho, antese entre julho e agosto e queda de frutos entre fevereiro e março.
7. A cultivar 816 apresenta os maiores valores para as variáveis diâmetro da noz e da amêndoa e massa da amêndoa.
8. As cultivares 344, 1-21 e 4-12 B apresentam maior produção. Para a TR(%), os melhores resultados são obtidos pelas cultivares 344, 660 e Aloha
9. As cultivares 660, 4-20 e 1-21 apresentam as maiores porcentagens de óleo e cultivar 344 apresenta óleo de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

ALLAN, P. **Macadamias**: how does on increase these delicious nut trees? Nelspruit: Farming in South Africa, 1966. 48 p.

ALLAN, P.; MITCHELL, C.F. More macadamias. **Farming in South Africa**, Nelspruit, v. 43, n. 12, p. 7-9, 12, 1968

ALVARENGA, A.A. **Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal**. Lavras: UFLA, 1990. 59 p.

ALVARENGA, L.R. de; CARVALHO, V.D. de. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, maio 1983.

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.

BASTOS, D.C. **Propagação da caramboleira por estacas caulinares e caracterização anatômica e histológica da formação de raízes adventícias**. 2005. 66 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BENASSI, A.C.; ALMEIDA, E.J.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; JESUS, N.; GANGA, R.M.D.; MARTINS, A.B.G. Propagação do jambeiro vermelho por alporquia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. v. 1.

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, G.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. (Org.). **Fenologia ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. v. 1, p. 291-310.

BEWLEY, J.D. Dormancy breaking by hormones and other chemicals action at the molecular level. In: RUBENSTEIN, J.; PHILLIPS, R.L.; GEEN, C.E.; GENGEBACH, B.G. **The plant seed development, preservation and germination**. New York: Academic Press, 1978. p. 219-240.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2nd ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BORGES, E.E.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

BROWSE, P.M. **A propagação das plantas**. 3.ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1979. 228 p.

CALVIN, G.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* MART. em trecho de floresta de altitude o município de Miguel Pereira-RJ. **Revista da Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 22-40, 2005.

CAMPO DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; SABINO, J.C.; RIGITANO, O. Enxertia precoce da noqueira-macadâmia. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 2, p. 289-293, 1988.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.

CASTRO, P.R.C.; PENTEADO, S.R.; TERAMOTO, E.R.; DEMÉTRIO, C.G.B; ANZAI, N.H. Promoção do desenvolvimento de noqueira-macadâmia com reguladores vegetais visando enxertia precoce. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 48, n. 9, p. 155-166, 1991.

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: UESB, DFZ, 1991. p. 5-28.

DALASTRA, I.M.; PIO, R.; ENTELMANN, F.A.; WERLE, T.; ULIANA M.B.; SCARPARE J.A.F. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e embebição em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 641-645, 2010.

DE VILIERIS, E.A.; JOUBERT, P.H. **The cultivation of macadamia**. Nelspruit: ARC, 2003. 200 p.

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

DU PLESSIS, S.F. **The cultivation of macadamias**. Pretoria: ITSB Aurora Printers. 1993. 66 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 2006. 306p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 22 p.

FERREIRA, D.F. **Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais ...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.;MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 305-317, maio 1999.

FRANÇA, B.H.C. **Dossiê técnico**: macadâmia - cultivo e produtos derivados. Rio de Janeiro: SBRT, 2007. 21 p.

GASTON, A.W.; DAVIES, P.J. **Mecanismo de controle no desenvolvimento vegetal**. São Paulo: Edgar Blucher; EDUSP, 1972. 171 p.

GAZZOLA, J. A amêndoa da castanha-de-caju: composição e importância dos ácidos graxos produção e comércio mundiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44.,2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. v. 1, p. 345-346.

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

GONTIJO, T.C.A.; RAMOS, J.D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S.E.; CORRÊA, F.L.O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HAMILTON, R.A. Make your own nutcracker. **Hawaii Farm Science**, Manoa, v. 3, n. 2, p. 5-6, 1954.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation**: principles and practices. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

KAIJSER, A.; DUTTA, P.; SAVAGE, G. Oxidative stability and lipid composition of macadamia nuts grown in New Zealand. **Food Chemistry**, London, v. 71, p. 67-70, 2000.

KHAN, A.A. Incorporation of bioactive chemicals into seeds to alleviate environmental stress. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 83, n. 2 p. 2255-2264, 1978.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: _____. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer, 1974. p. 3-19.

LORENZI, H.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: (de consumo in natura). Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672 p.

MARROCOS, P.C.L. **Composição química das amêndoas de quatro cultivares de Macadâmia integrifolia Maiden e Betche**.1993.49 p. Dissertação (Mestrado e Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

MATTOO, A.K.; SUTTLE, J.C. **The plant hormone ethylene**. London: CRC Press, 1991. 337 p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon, 1989. 270 p.

McDONALD, M.D.; KHAN, A.A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MORIYA, L.M. **Cultivo da noqueira macadâmia**. Dois Córregos: [s.n.], 2006. 35 p. (Boletim Informativo).

MOUSSA, H.; MARGOLIS, H.A.; DUBÉ, P.A.; ODONGO J. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Nger, West Africa. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 104, n. 1/3, p. 27-34, May 1998.

O'CONNOR, L. **Macadamia annual report: Brazil**. Washington: USDA, 2000. 5 p.

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

OLIVEIRA, I.V.M.; CAVALCANTE, Í.H.L.; FRANCO, D.; MARTINS, A.B.G. Clonagem do abacateiro cultivar "Duke 7" (*Persea americana* Mill.) por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 759-763, 2008.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; SABINO, J.C.; PINHO, S.Z. Estudos da embebição e da viabilidade de sementes de macadâmica (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 40-44, 1993

PASQUAL, M.; CHALFUN, N.N.J.; RAMOS, J.D.; VALE, M.R. do; SILVA, C.R.R. e **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA, FAEPE, 2001. 137p.

PENONI, E.D.S. **Caracterização produtiva, biométrica e química de cultivares de noqueira-macadâmia**. 2011. 63 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F.A.; ALVARENGA, A.A.; ABRAHÃO, E.; BUENO, S.C.S.; MAIA, M.L. **A cultura do marmeleiro**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2005a. 53 p. (Série Produtor Rural, 29).

PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F.A.; ALVARENGA, A.A.; ABRAHÃO E.; CHAGAS, E.A.; SIGNORINI, G. Propagação do marmeleiro 'Japonês' por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 570-574, abr. 2007

PIRES-O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP, 1995. 400 p.

PIVETTA, K.F.L. **Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de noqueira-macadâmia e desenvolvimento inicial de mudas**. 1990. 91 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1990.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 265-280.

REDETEC. **Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2007. 20 p.

RÊGO, F.A.O.; COSTA, M.M.M.N.; ABREU, S.M.; SILVA, A.Q.; SILVA, H. Influência do tamanho da semente e escarificação na germinação da macadâmia (*Macadamia integrifolia*). **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 1, n. 4, p. 85, 1991.

RODRIGUES, A. **Desenvolvimento da videira 'Itália' em clima tropical de altitude**. 2009. 97 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SACRAMENTO, C.K.; PEREIRA, F.M. Fenologia da floração da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) nas condições climáticas de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 19-22, abr. 2003.

SILVA, F.A.; GONÇALVES, L.A.G.; DAMIANI, C.; GONCALVES, M.A.B.; SOARES JUNIOR, M.S.; MARSAIOLI JR., A. Estabilidade oxidativa de amêndoas de noz macadâmia secas por micro-ondas com ar quente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 286-292, 2011.

SILVA, S.R.; CANTUARIAS AVILÉS, T.E. Macadâmia. In: DANADIO, L.C. (Org.). **História da fruticultura paulista**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. v. 1, p. 197-208.

SILVA, S.R.; RODRIGUES, K.F.D.; SCARPARE FILHO, J.A. **Propagação de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP, ESALQ, Casa do Produtor Rural, 2011. v. 1, 63 p.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1998. 530 p.

SIQUEIRA, D.L. de. Produção de mudas frutíferas. Viçosa: CPT, 1998. 74 p.

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**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 25-36, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOLEDO PIZA, P.L. **Desempenho de unidades de pré-limpeza de frutos de macadâmia (*M. Integrifolia*)**. 2005. 72 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

TORREY, J.G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. In: JACKSON, M.B. (Ed.). **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1996. p. 31-66.

WEAVER; R.J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. México: Editorial Trillas, 1976. 544 p.