

JOSÉ STANLEY DE OLIVEIRA SILVA

**EFEITO DE REGULADORES NA MATURAÇÃO E MANEJO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MACAÚBA
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd ex Mart.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586e
2011

Silva, José Stanley de Oliveira, 1965-

Efeito de reguladores na maturação e manejo pós-colheita de frutos de macaúba *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart / José Stanley de Oliveira. – Viçosa, MG, 2011.
xvii, 62f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Luiz Antônio dos Santos Dias.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 57-62

1. Macaúba - Maturação. 2. *Acrocomia aculeata*.
3. Biodiesel. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 633.851

JOSÉ STANLEY DE OLIVEIRA SILVA

**EFEITO DE REGULADORES NA MATURAÇÃO E MANEJO
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MACAÚBA
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd ex Mart.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 21 de julho de 2011.

Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias
(Coorientador)

Prof. Sérgio Yoshimitsui Motoike
(Coorientador)

Prof. José de Castro Silva

Pesq. Raimundo Nonato C. Rocha

Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus, fonte da vida e da sabedoria, que me concedeu, gratuitamente e na medida certa, ambas.

À Cynthia Oliveira, esposa e amiga, que participou comigo de todos os momentos de alegria, sonhos e desafios.

Aos meus filhos Diná, Pedro e Lucas, bênçãos do Senhor em minha vida.

“Tudo fez Deus formoso no seu devido tempo; também pôs a eternidade no coração do homem, sem que este possa descobrir as obras que Deus fez desde o princípio até o fim.”

(Eclesiastes 3:11).

“Só há um tipo de verdadeiro desenvolvimento: o desenvolvimento do homem.”

(Josué de Castro)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de aperfeiçoamento e de crescimento profissional e pessoal e pela realização do curso de pós-graduação.

À Agropalma, na pessoa dos Srs. José Hilário Rodrigues de Freitas, Marcelo Brito e Hernando Cascante, por disponibilizar recursos e pessoal para a condução e finalização do doutorado.

Ao professor Fernando Luiz Finger, pela orientação acadêmica, pela disposição em aceitar o desafio em trabalhar com uma oleaginosa pouca estudada como a macaúba.

Aos professores Luiz Antônio dos Santos Dias e Sérgio Yoshimitsui Motoike, pela coorientação e por acreditarem no Programa Nacional de Produção de Biocombustíveis e na potencialidade do Brasil em produzir oleaginosas de maneira sustentável.

Ao pesquisador Raimundo Parente, pela ajuda importante na avaliação estatística, a qual permitiu significantes resultados e discussões.

Ao professore José de Castro, por aceitar participar da banca examinadora.

Ao pesquisador da EMBRAPA-CPAA (Manaus) Raimundo Nonato Carvalho da Rocha, pela amizade, pela brilhante participação da banca e por comentários pertinentes.

Ao Joel Buecke, Gerente Geral Agrícola da Agropalma, pela amizade e pelo apoio em todo o tempo.

Aos meus colegas Ricardo Salles Tinoco e Hugo Jorge Pereira dos Santos, pelas discussões, opiniões, pela revisão e formatação dos dados coletados e ajuda na montagem do experimento.

Ao meu amigo e colega de trabalho Benedito Raimundo Veloso Silva, Assistente-Técnico da Gerência de Fitossanidade, pelo precioso apoio e ajuda na montagem e condução dos experimentos, pela disponibilidade constante e pelo empenho sem medida. Sem sua colaboração, as dificuldades seriam muito maiores. O meu muito obrigado.

Aos demais colaboradores da Gerência de Fitossanidade (Laboratório de Pesquisa, Rural Palmar, motorista): Ângela Maria Campos Cunha, Antônio Eirilson Ferreira Nascimento, Deivison Carneiro, Edilson Dimarães, Edvan de Freitas Lopes, José Fernando Rodrigues de Lima, Nivaldo Pantoja de Souza, Paulo Cesar Ferreira dos Santos, Raimundo dos Remédios M. Ribeiro, Raimundo Nonato Dias, Ronilson Rodrigues do Rosário e Rodrigo da Silva Amaral.

Ao meu amigo José Ribamar Lima, pelo apoio e ajuda na confecção do material usado no experimento de campo.

À minha família, pela compreensão e pelo apoio durante todo o tempo.

BIOGRAFIA

JOSÉ STANLEY DE OLIVEIRA SILVA, filho de José de Oliveira Silva e Maria José da Silva, nasceu em Recife, Estado de Pernambuco. É casado com Cynthia da Silva Barcellos de Oliveira e tem três filhos, Diná Barbosa de Moraes, Pedro Stanley Barcellos de Oliveira e Lucas Stenio Barcellos de Oliveira.

Em 1990, completou o Ensino Fundamental no Colégio Militar do Recife e o Supletivo do Ensino Médio.

Em fevereiro de 1997, recebeu o título de Engenheiro-Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em junho de 1997, iniciou suas atividades no Grupo Agropalma, localizado no município de Tailândia, Pará. Ao longo de 12 anos, desenvolveu nessa Organização as atividades de chefe do Departamento do Controle Fitossanitário e do Controle de Qualidade das atividades do campo, gerente da Divisão Fitossanidade e Pesquisa, gerente-coordenador e gerente de Mecanização e Desenvolvimento.

Concluiu a especialização em Proteção de Plantas pela UFV-ABEAS, em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras e MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas e o mestrado em Fitotecnia pela UFV.

Em 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia da UFV, área de concentração em Produção Vegetal, submetendo-se à defesa da tese em julho de 2011.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. OBJETIVOS.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Experimento pré-colheita no campo	19
3.2. Experimento pós-colheita no galpão.....	21
3.3. Análises	23
3.3.1. Diâmetro médio dos frutos	23
3.3.2. Percentuais de mesocarpo, casca, amêndoa e teor de óleo.....	24
3.3.4. Índices de acidez, densidade, refração, saponificação, iodo e peróxido	26
3.4. Avaliação estatística	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Experimento de pré-colheita no campo.....	27

	Página
4.2. Experimento pós-colheita no galpão.....	35
5. ANÁLISES	42
5.1. Diâmetro e composição do fruto da macaúba.....	42
5.1.1. Diâmetro do fruto da macaúba.....	42
5.1.2. Composição do fruto da macaúba	45
5.2. Composição dos ácidos graxos do óleo da polpa da macaúba	46
5.3. Características físico-químicas do óleo da polpa da macaúba	50
6. CONCLUSÃO	55
7. REFERÊNCIAS	57

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Índices climáticos (precipitação, temperatura máxima, temperaturas mínima e média e umidade relativa), no mês de agosto de 2010, no município de Tailândia, sudeste do Pará, na Região Norte do Brasil.....	20
2. Índices climáticos (precipitação, temperatura máxima, temperaturas mínima e média e umidade relativa), no mês de setembro de 2010, no município de Tailândia, Sudeste do Pará, Região Norte do Brasil.....	22
3. Medidas, frequência de repetição e percentual de repetição de 300 frutos de macaúba	43
4. Composição do fruto da macaúba (casca, amêndoa e polpa) e respectivos percentuais na composição do fruto e percentual de óleo extraído da polpa (mesocarpo)	45
5. Percentual de ácidos graxos no óleo da polpa de macaúba nas amostras dos cachos da testemunha, dos cachos dos tratamentos com tiosulfato de prata e ethephon na pré-colheita	47
6. Percentual de ácidos graxos no óleo da polpa de macaúba nas amostras dos cachos da testemunha, dos cachos dos tratamentos com tiosulfato de prata e ethephon na pós-colheita	48

7. Composição de ácidos graxos dos óleos de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, ethephon e testemunha na pré-colheita, comparados com dados da literatura	49
8. Composição de ácidos graxos dos óleos de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, ethephon e testemunha na pós-colheita, comparados com dados da literatura.....	49
9. Características físico-químicas do óleo da polpa de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, com ethephon e testemunha na pré-colheita comparados com dados da literatura	51
10. Características físico-químicas do óleo da polpa de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, com ethephon e testemunha na pós-colheita comparados com dados da literatura.....	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Maciço natural de macaúba na Fazenda Campo Verde, no município de Tailândia, Sudeste do Pará, Região Norte do Brasil	11
2. Galpão do Setor Fitoquímico da empresa Agropalma	12
3. Cachos denominados “de vez” (P18T e P18D) e cacho denominado maduro (P18M)	12
4. Estádio de maturação dos frutos: A e B- Verificação da coloração interna da polpa; C- Fruto “de vez”; e D- Fruto maduro	13
5. Solução de tiosulfato de prata: A- Nitrato de prata; B- Tiosulfato de sódio; e C, D e E- sequência da obtenção da solução	14
6. Solução de ethephon: A- Ethrel; B- Medição da quantidade de Ethrel e água a ser utilizada; e C- Solução pronta no pulverizador de 1,5 L	15
7. Aplicação do tiosulfato de prata e ethephon, no experimento pré-colheita, com a utilização de um pulverizador com capacidade para 5 L	16
8. Retirada do cacho da palmeira: A- Envolvendo o cacho com a corda; B- Iniciando a retirada e baixando o cacho; e C- Finalizando a retirada	17

9. Colocação de sacos plásticos em cachos de tratamentos diferentes, para evitar a aplicação indevida (contaminação) do regulador no tratamento não correspondente.....	18
10. Colocação de sacos de ráfia: A e B- Início da colocação dos sacos nos cachos dos tratamentos; e C e D- Finalização da colocação e identificação dos cachos segundo os tratamentos (M- maduro; D- “de vez”; e T- testemunha)	19
11. Medição com paquímetro dos frutos de macaúba, no Laboratório da Gerência de Fitossanidade e Pesquisa	23
12. Óleo da polpa da macaúba obtido a partir dos frutos dos tratamentos da pré-colheita e pós-colheita: A- óleo de cada tratamento; e B- Equipamento Sohxelet e óleo dos tratamentos..	24
13. Componentes do fruto de macaúba: A- Casca; B- Fruto descascado; C- Polpa; e D- Amêndoa.....	25
14. Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) no tempo (em dias) tratados com tiossulfato de prata (STS), na pré-colheita.....	27
15. Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) no tempo (em dias) tratados com ethephon, na pré-colheita	28
16. Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) no tempo (em dias) na testemunha, na pré-colheita	28
17. Percentual de desprendimento acumulado de frutos de cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) na testemunha e nos tratamentos com ethephon e tiossulfato de prata, aos 12, 23 e 39 dias, na pré-colheita.....	30
18. Desprendimento médio de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após 12 dias de aplicação dos tratamentos. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância	30
19. Desprendimento médio de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após 23 dias de aplicação dos tratamentos. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância	31

20. Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após 12 dias de aplicação dos tratamentos na pré-colheita. As médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância	32
21. Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após 23 dias de aplicação dos tratamentos na pré-colheita. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância	32
22. Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) tratados com tiosulfato de prata na pré-colheita	36
23. Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) tratados com ethephon na pré-colheita	36
24. Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) da testemunha na pré-colheita	37
25. Percentual de desprendimento acumulado de frutos de cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) na testemunha e nos tratamentos com ethephon e tiosulfato de prata aos 3, 6 e 11 dias, na pós-colheita	37
26. Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após três dias de aplicação dos tratamentos na pós-colheita. As médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância	39
27. Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) após seis dias de aplicação dos tratamentos na pós-colheita. As médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância	39
28. Frutos de macaúba por classificação: A- Frutos pequenos; B- Frutos médios; C- Frutos grandes; e D- Frutos pequenos, médios e grandes	44

RESUMO

SILVA, José Stanley de Oliveira, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Efeito de reguladores na maturação e manejo pós-colheita de frutos de macaúba *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Coorientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias e Sérgio Yoshimitsu Motoike.

A palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*) revela-se muito promissora no contexto da produção de biodiesel pelo seu alto rendimento energético e na utilização pela indústria de alimentos e cosméticos. Entretanto, para melhor exploração comercial dos frutos é necessário melhorar a tecnologia pré-colheita e pós-colheita, a fim de uniformizar a maturação dos frutos e evitar a abscisão desuniforme. O uso de reguladores é efetivo na uniformização da colheita em várias culturas. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação na pré-colheita e pós-colheita dos reguladores etileno na sua forma líquida via ethephon e tiosulfato de prata, em frutos da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*), para uniformização da colheita e das características do óleo da polpa dos frutos, em plantios subespontâneos (maciços naturais) na Região Norte do Brasil. O delineamento estatístico experimental utilizado foi o Delineamento em Blocos Inteiramente Casualizados (DBC), com três tratamentos: aplicação do ethephon, do tiosulfato de prata e da testemunha e 10 blocos (cada um representado por

uma palmeira). Aplicaram-se 1 L de solução de ethephon na concentração de 1.000 mg/L e 1 L de solução de tiosulfato de prata na concentração de 2,0 mM, em cachos de macaúba, na pré-colheita e na pós-colheita. Após a aplicação, todos os cachos dos tratamentos foram ensacados em um saco plástico de polipropileno trançado, em formato de funil, e todos os frutos desprendidos acumularam-se no fundo desse funil e puderam ser quantificados e registrados diariamente. Com os dados obtidos do desprendimento dos frutos foram calculados os percentuais de desprendimento diários e os percentuais de desprendimento acumulados aos 12 e aos 23 dias de observação, após a instalação do experimento de pré-colheita. No experimento de pós-colheita, os mesmos percentuais foram calculados aos três e seis dias de observação. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Houve diferença entre os percentuais calculados entre todos os tratamentos do experimento de pré-colheita aos 12 dias de observação. Aos 23 dias, não se verificou diferença significativa entre os percentuais de desprendimento acumulados dos tratamentos com ethephon e tiosulfato de prata, no experimento de pré-colheita, porém ambos os tratamentos foram significativamente diferentes da testemunha. Na pós-colheita, aos três e seis dias de observação não houve diferenças significativas entre os percentuais de desprendimento acumulados nos tratamentos com ethephon e tiosulfato de prata, mas os percentuais de ambos os tratamentos foram significativamente diferentes dos percentuais observados na testemunha, pelo teste de Tukey a 5%. O ethephon concentrado foi efetivo em acelerar o amadurecimento e promover a abscisão de frutos dos cachos da macaúba, na pré-colheita e na pós-colheita. O tiosulfato de prata não foi eficiente para evitar a abscisão de frutos dos cachos de macaúba, tanto no experimento de pré-colheita quanto no de pós-colheita. A testemunha apresentou abscisão desuniforme e mais demorada dos frutos do que os tratamentos com tiosulfato de prata e ethephon, tanto no experimento de pré-colheita quanto no de pós-colheita. A composição observada de ácidos graxos no óleo da polpa, o percentual de óleo e os índices de caracterização físico-química foram diferentes dos reportados na literatura. O ácido graxo oleico apresentou o maior percentual na composição de ácidos graxos do óleo da polpa.

ABSTRACT

SILVA, José Stanley de Oliveira, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2011. **Effect of regulators in maturation and post-harvest management of macaúba fruits *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Co-Advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias and Sérgio Yoshimitsu Motoike.

The palm macaúba (*Acrocomia aculeata*) reveals to be quite promising in the context of biodiesel production due to its high energetic output and in food and cosmetic industries utilization. However, due to better commercial exploration of the fruits it is necessary to improve the pre-harvest and post-harvest technology, in order to uniform the fruit maturation and avoid non-uniform abscission. The usage of regulators is effective in the standardization of harvest in several cultures. This work had as its objective to evaluate the effects of application in pre-harvest and post-harvest of the ethylene regulators in its liquid form via ethephon and silver thiosulfate, in fruits of macaúba palm (*Acrocomia aculeata*), to standardization of harvest and the characteristics of fruit pulp oil, in sub-spontaneous plantations (natural massif) in North Region of Brazil. The experimental statistical delineation utilized was the Complete Randomized Block Delineation (DBC), with three treatments: application of ethephon, silver thiosulfate and witness and 10 blocks (each one represented by a palm). It was applied 1L of ethephon

solution in 1.000 mg/L concentration and 1L of silver thiosulfate in 2,0 mM concentration, in macaúba bunches, in pre-harvest and post-harvest. After the application, all the treatment bunches were bagged in a plastic bag made of woven polypropylene, funnel-shaped, and all the untied fruits accumulated in the bottom of this funnel and were able to be quantified and daily registered. With the data obtained from fruit untying were calculated the percentages of daily untying and the percentages of accumulated untying at 12 and 23 days of observation, after the installation of pre-harvest experiment. In the post-harvest experiment, the same percentages were calculated at three and six days of observation. The treatment averages were compared by the Tukey test at 5%. There was difference between the calculated percentages among all the treatments of the pre-harvest experiment at 12 days of observation. At 23 days, it was not observed any remarkable difference between percentages of accumulated untying of the treatments with ethephon and silver thiosulfate, in the pre-harvest experiment, although both were significantly different from the witness. In the post-harvest, at three and six days of observation there were no remarkable differences between the percentages of accumulated untying in the treatments with ethephon and silver thiosulfate, but both percentages were significantly different from the ones observed from the witness, by Tukey test at 5%. The concentrated ethephon was effective in accelerating the maturation and promoting the abscission of bunches fruits of macaúba, in pre-harvest and post-harvest. The witness presented non-uniform and longer abscission of the fruits than in treatments with silver thiosulfate and ethephon, either in pre-harvest and post-harvest experiment. The composition observed of fatty acids in the pulp oil, the percentage of oil and the index of physicochemical characterization were different of the ones reported in literature. The oily fatty acid presented the greatest percentage in the composition of fatty acids of the pulp oil.

1. INTRODUÇÃO

A magnitude dos recursos florestais brasileiros é pouco aproveitada em razão do potencial que representa. Quase sempre, a atividade econômica que envolve a utilização de florestas tropicais e subtropicais e outros recursos florestais é essencialmente extrativista, impondo um padrão de vida extremamente primitivo (LORENZI, 2006).

Uma grande variedade de culturas pode ser explorada comercialmente, tanto em exploração extrativista quanto em cultivos comerciais. Nesse contexto, as palmáceas apresentam grande potencial econômico de exploração, entre as quais estão: o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), a pupunha (*Bactris acanthocarpa* Mart.), o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), o babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) e a macaúba (*Acrocomia aculeata* Jacq).

O Brasil possui muitas espécies de palmeiras com potencial para produção de agroenergia, notadamente de biodiesel, o que favorece a diversificação das fontes de matérias-primas destinadas a abastecer o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) pelo aproveitamento das potencialidades regionais do país. Entre elas, o governo tem priorizado os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação em cinco espécies: dendê (*Elaeis guineensis* Jacq), macaúba (*Acrocomia aculeata* Jacq), babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), tucumã (*Astrocaryum*

aculeatum Meyer) e inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (COSTA; MARCHI, 2008).

Para Silva *et al.* (2008), o compromisso com a sustentabilidade e a necessidade de desenvolver alternativas aos combustíveis fósseis, que são finitos e poluem o meio ambiente, já constitui um fato na política de vários países, inclusive o Brasil. Os sinais são positivos graças ao etanol brasileiro produzido a partir da cana-de-açúcar e ao biodiesel do óleo de soja, mesmo tais produtos causando algum impacto ao meio ambiente.

A macaúba é considerada a palmeira de maior dispersão no Brasil, com ocorrência de povoamentos naturais em quase todo o território nacional. As maiores concentrações estão localizadas em Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente espalhada e utilizada pelos povos do Cerrado (SILVA *et al.*, 1986; HENDERSON *et al.*, 1995; RUBIO NETO, 2010).

A macaúba, espécie nativa, tem sido tradicionalmente submetida ao extrativismo, sendo amplamente utilizada em âmbito doméstico pela comunidade pantaneira e do Cerrado. Em razão de suas várias aplicabilidades, esta espécie é tida como de alta potencialidade para a geração de renda (NEGRELLE *et al.*, 2004). No passado, a espécie ocorria em abundância também em São Paulo, mas as populações naturais foram sistematicamente substituídas pelo cultivo do café (NOVAES, 1952).

Apesar de sua abundante frutificação e tantas outras qualidades, as palmeiras brasileiras do gênero *Acrocomia* são selvagens e encontradas em maciços nativos. Em quase todo o território brasileiro, a espécie tem sido explorada de formas rudimentar e doméstica, bem aquém de sua potencialidade econômica. Alternativas para o seu melhor aproveitamento vêm sendo apontadas em experimentos realizados no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado da EMBRAPA do Distrito Federal (BONDAR, 2005).

Em seu ambiente natural, as plantas de macaúba apresentam grande variabilidade genética, sendo os indivíduos presentes nessas áreas e reproduzidos a partir dessas plantas heterogêneas e com grande desuniformidade de produção. A falta de padronização das plantas é um dos

grandes entraves para a utilização comercial do óleo de macaúba como fonte produtora de biodiesel (MOTTA *et al.*, 2002).

Em relação ao aspecto social, a atividade agroindustrial envolvendo a macaúba apresenta vários aspectos importantes, à medida que torna, também, mais econômica e racional a coleta dos frutos para os usos industrial, energético e alimentício, o que poderá, também, remunerar melhor os catadores de coco nos maciços naturais (LORENZI, 2006).

O aproveitamento econômico da planta pode ser medido em termos energéticos, como produtora de óleo de polpa para produção de biodiesel (RUBIO NETO, 2010; CONCEIÇÃO, 2010) e carvão do endocarpo, sendo considerado superior ao carvão da madeira de eucalipto (SILVA *et al.*, 1986). Com relação ao aproveitamento do endocarpo para produção de carvão, o potencial de uso dos óleos da polpa e amêndoa da macaúba na indústria de alimentos é muito grande, bem como para a produção de ração animal e cosméticos. Além disso, a macaúba apresenta possibilidade de integração com a pecuária e outras culturas alimentícias e é resistente ao fogo e a geadas leves (SILVA, 1994; RUBIO NETO, 2010; CONCEIÇÃO, 2010).

Os processos de domesticação dessa palmeira incluem o pré-melhoramento, melhoramento, o desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes, plantio e manejo da cultura, como os manejos de colheita e pós-colheita.

Para Manfio (2010), o pré-melhoramento envolve atividades de exploração, coleta, implantação de banco de germoplasma e caracterização e conhecimento da diversidade da espécie para a introdução de genótipos promissores na etapa posterior de melhoramento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Lorenzi *et al.* (2004) e Alves e Dematte (1987), a palmeira macaúba pertence à Família Arecacea (Palmae), ao gênero *Acrocomia* e à espécie aculeata. Seu nome científico é *Acrocomia aculeata* (Jacq) Loddiges ex Mart.

Novaes (1952) afirma que o nome “acrocomia” se origina do grego “akron = cume e kone = cabeleira”, numa referência à massa de folhas que coroa o cimo da palmeira. O nome “mbocayá” (uma das derivações do nome macaúba) é de origem indígena e deriva de “mboca = que se quebra estalando; e yá = fruto”, numa referência à árvore de frutos que estala ao cair. Os frutos são esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 cm (LORENZI, 2006).

A cadeia produtiva da macaúba no Estado de Minas Gerais, onde há a presença significativa dessa palmeira em maciços naturais, está em processo de reestruturação com a promulgação da Lei 19.485/2011, que entrou em vigor em 14 de janeiro de 2011. A lei incentiva o cultivo, extração, comercialização e transformação das demais palmeiras oleaginosas encontradas no Estado (BIODIESELBR, 2011)

O extrativismo dos maciços naturais apresenta como ponto forte a disponibilidade dos frutos para colheita imediata, uma vez que os macaubais nativos já se encontram em produção. Entretanto, os maciços naturais

possuem alta variabilidade na qualidade da matéria-prima, além do fato de a sua produção variar ao longo dos anos, resultando em sazonalidade na oferta de frutos (MOREIRA; SOUSA, 2010).

Para alguns autores, a classificação da macaúba presente no Brasil em uma única espécie (*Acrocomia aculeata*) não reflete a sua diversidade genética (LORENZI *et al.*, 2010).

Na metade do século passado, Novaes (1952) demonstrava grande preocupação com a falta de informações e com o grande desinteresse dos pesquisadores e de centros de pesquisa em desenvolver trabalhos e domesticar as espécies de palmáceas nativas. Tal preocupação foi compartilhada por Wandeck e Justo (1988), passadas mais de três décadas.

Para Wandeck e Justo (1988), entre os problemas pouco estudados se destacam: a dificuldade natural de propagação da espécie, como problemas de dormência e a maturação heterogênea dos frutos no cacho. Esses autores mencionaram o reduzido número de pessoal técnico envolvido nas pesquisas com essa oleaginosa na época.

O cenário internacional tem mudado, e o compromisso com a sustentabilidade e a necessidade de desenvolver alternativas aos combustíveis fósseis, relatado por Silva *et al.* (2008), estimulou pesquisas de espécies com potencial para produzir biocombustíveis, entre elas a macaúba.

Entre os estudos em andamento, destacam-se as pesquisas relacionadas à irrigação, adubação e caracterização quanto aos aspectos produtivos, morfológicos, reprodutivos e moleculares para a obtenção de um cultivo de elevado nível tecnológico (CONCEIÇÃO, 2011).

Wandeck e Justo (1988), comentando sobre a sazonalidade e concentração da produção em única época do ano (diferentemente da palma africana), afirmam que essa é uma situação generalizada para a macaúba em todo o Brasil. Segundo esses autores, para mudar esse cenário e obter maiores rendimentos de colheita é necessária a introdução de algumas práticas de manejo e melhoramento genético.

A maturação de frutos carnosos desuniforme promove, também, abscisão desuniforme. A abscisão, processo natural, fisiológico e bioquímico por meio do qual vários órgãos vegetais (flores, folhas e frutos) se

desprendem da planta e caem (CHITARRA; CHITARRA, 2005), constitui problema quando é desordenada, tornando difícil o processo de colheita e comprometendo a qualidade do fruto da macaúba.

A maturação desuniforme dos frutos no cacho afeta principalmente a polpa, também conhecida como mesocarpo, que representa de 30 a 40% da composição do peso do fruto. A sua composição depende do grau de maturação do fruto; se estiver verde, é muito rica em umidade, pobre em matéria graxa, e suas fibras são fortemente aderidas aos outros tecidos, além de ser de manipulação praticamente inexecutável; se estiver maduro, a polpa é amarela, adocicada, aromatizada e oleosa (SILVA, 2008).

Quando os frutos são coletados no solo após a abscisão ocorre, quase sempre, contaminação da polpa sob a ação da flora microbiana, favorecida pelas condições ambientais, elevando o índice de acidez do óleo, o que compromete a sua qualidade e inviabiliza a sua utilização em várias atividades (LINARDI; NOCOLI, 1981).

A qualidade do óleo ou gordura está diretamente ligada às suas características físico-químicas. Para avaliar essa qualidade, procede-se a análises que permitem a obtenção de índices que poderão indicar a qualidade do óleo ou gordura (MORETTO; FETT, 1998; ARAÚJO, 2011).

Os índices mais utilizados são:

- O índice de acidez, que revela o estado de conservação do óleo.
- O índice de refração, que é utilizado para identificar e determinar o grau de pureza das substâncias.
- O índice de densidade é a relação entre a massa de uma substância e a massa de igual volume em água a 4 °C. Essa característica é importante, pois por meio dela é possível verificar se houve adulteração nos produtos (presença de contaminantes) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).
- O índice de saponificação, que é indicativo do estado da qualidade do óleo ou gordura e do comprimento da cadeia de ácido graxo.
- O índice de peróxido, utilizado para determinar o desenvolvimento da rancidez oxidativa nos óleos e nas gorduras.
- O índice de iodo, que está relacionado ao grau de insaturação dos ácidos graxos que constituem o óleo ou a gordura.

Quando extraído de frutos frescos, o óleo apresenta-se amarelado-claro e bonito, e a sua tonalidade vai escurecendo à medida que a qualidade dos frutos vai piorando, até ficar com aspecto bem escuro (LINCON, 2005), com cheiro desagradável, em razão da elevada acidez. Torna-se, por isso, impróprio para uso na alimentação; nesse caso, seu emprego se torna exclusivo para fins industriais, como saboaria.

Lleras e Coradin (1985) acreditam que, através do melhoramento genético e da aplicação de substâncias químicas e, ou, fitormônios, será possível a maturação sincronizada dos frutos. O etileno é um fitormônio suscetível à aplicação no tratamento de cachos e frutos de macaúba com o objetivo de uniformizar seu amadurecimento.

A utilização do etileno contribuiria para melhorar as atividades de planejamento da colheita, com redução de perdas, bem como para o melhor aproveitamento do parque fabril, evitando-se grandes períodos de ociosidade.

Por muito tempo, o etileno tem sido reconhecido como o hormônio que acelera o amadurecimento de frutos. A exposição destes ao etileno acelera os processos relacionados ao amadurecimento; um drástico aumento na produção de etileno acompanha o início do amadurecimento de frutos climatéricos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Devido aos inúmeros processos fisiológicos que regulam a síntese e a ação do etileno nas plantas, este é um dos hormônios vegetais mais usados na agricultura, e seu efeito sobre o amadurecimento de frutos foi um dos primeiros reportados para esse fitormônio. Frutos como banana, tomate, abacate, melão e kiwi podem ser amadurecidos depois da colheita, com aplicação exógena do etileno por serem frutos climatéricos (BARRIA, 2000; RODRIGUES; LEITE, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2006).

Barria (2000) comenta que, pela sua condição gasosa, é difícil aplicá-lo no campo. Por isso é que se usa sua formulação comercial conhecida pelo nome de ethephon (Ethrel, marca registrada), cujo princípio ativo é o ácido 2-cloroetil-fosfônico.

A hidrólise do Ethrel em solução aquosa produz Cl^- , H_2PO_4^- e etileno. O ethephon aspergido em solução aquosa é rapidamente absorvido e transportado no interior do vegetal. Ele libera lentamente o etileno por meio

de uma reação química, permitindo que o hormônio exerça seus efeitos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Para Chitarra e Chitarra (2005), embora o etileno não seja o único fator regulador da abscisão, pode acelerar esse processo através de aplicação exógena, com o intuito de controlar a carga de produção.

Os efeitos do etileno podem, em sua maioria, ser antagonizados por inibidores específicos e são muito úteis na preservação pós-colheita. Íons Ag^+ aplicados como nitrato de prata AgNO_3 ou como tiosulfato de prata (STS) são potentes inibidores da ação do etileno. A prata é muito específica; a inibição que ela causa não pode ser induzida por nenhum outro íon metálico (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O uso de inibidores da ação do etileno, como tiosulfato de prata ou 2,5-norbodieno (2,5-NDB), apresenta bons resultados no controle do amadurecimento, mas tem uso comercial limitado, em decorrência da sua toxicidade. A vantagem prática do uso de inibidores da ação sobre os inibidores de produção do etileno é que os primeiros podem proteger os tecidos contra o etileno endógeno e exógeno, causando melhor proteção (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No caso de algumas flores, com o intuito de estender sua vida pós-colheita, o uso de tiosulfato de prata (STS) tem sido efetivo na inibição dos efeitos indesejáveis do etileno, evitando ou retardando tais efeitos (BARBOSA *et al.*, 2005; FINGER *et al.*, 2004).

A utilização do etileno (acelerando a maturação) e do tiosulfato de prata (retardando a maturação) possibilitaria aumento de alguns meses do ciclo de produção da macaúba, ou seja, o primeiro regularia a maturação, de modo que o cacho como um todo estivesse pronto para a colheita e o tiosulfato de prata inibiria a produção do etileno responsável pela maturação e abscisão desuniforme dos frutos.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação na pré-colheita e pós-colheita dos reguladores etileno – na sua forma líquida via ethephon – e tiosulfato de prata em frutos da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*), para a uniformização da colheita e das características do óleo da polpa dos frutos, em plantios subespontâneos (maciços naturais) na Região Norte do Brasil.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um com aplicação do ethephon e do tiossulfato de prata (STS) na pré-colheita no campo e outro com os mesmos reguladores na pós-colheita em um galpão.

No experimento de campo, utilizaram-se cachos da palmeira macaúba, antes da colheita (pré-colheita) e no galpão, apenas aqueles cachos colhidos (pós-colheita), que foram transportados para a instalação do experimento.

A aplicação pré-colheita do tiossulfato de prata e do ethephon nos cachos foi realizada no experimento de campo. Os produtos foram aplicados em cachos da palmeira macaúba em plantio subespontâneo na Fazenda Campo Verde (Figura 1), localizada na Rodovia PA-150, km 100, no município de Tailândia, Sudeste do Estado do Pará, Região Norte do Brasil, nas coordenadas 2° 42' 19"S e 48° 53' 8" W.



Figura 1 – Maciço natural de macaúba na Fazenda Campo Verde, no município de Tailândia, Sudeste do Pará, Região Norte do Brasil.

O plantio subespontâneo onde se instalou o experimento foi composto de 56 palmeiras de macaúba com idade estimada de 20 anos. O solo da região é predominantemente argiloso, classificado como Latossolo Amarelo textura argiloarenosa.

A aplicação pós-colheita do tiosulfato de prata e do ethephon nos cachos de macaúba foi realizada em um galpão. Os produtos foram aplicados em cachos de macaúba no galpão do Setor Fitoquímico pertencente à empresa Agropalma S.A. (Figura 2), no município de Tailândia, localizada na Rodovia PA-150, km 74, na Região Norte do Brasil, no Sudeste do Estado do Pará, nas coordenadas 02° 31' 40''S e 48° 45' 37'' W.

Foram selecionadas (ao acaso) 10 palmeiras com no mínimo três cachos para o experimento no campo e 10 para o experimento no galpão. As palmeiras utilizadas no experimento foram podadas e numeradas, e o número de cachos verificados foi contabilizado, observando-se o estágio de maturação de cada um.



Figura 2 – Galpão do Setor Fitoquímico da empresa Agropalma.

Em cada uma das palmeiras selecionadas foram utilizados, nos tratamentos, cachos em pleno estágio de maturação, denominados maduros; um cacho em estágio inicial de maturação, denominado “de vez”; e um cacho como testemunha (também em estágio “de vez”), conforme mostrado na Figura 3.



Figura 3 – Cachos denominados “de vez” (P18T e P18D) e cacho denominado maduro (P18M).

Para caracterização do estágio de maturação dos cachos, utilizaram-se os critérios adotados na palma de óleo (CORLEY; TINKER, 2009), o dendê, como é conhecido no Brasil: mudança da cor externa do fruto e abscisão de três a cinco frutos por cacho.

Além dos critérios citados, retiraram-se alguns frutos dos cachos e avaliou-se a coloração da polpa (mesocarpo). Os frutos em que se observou coloração amarelo-clara da polpa foram considerados em estágio de maturação “de vez”. Os frutos em que se observou coloração amarela mais intensa foram considerados em pleno estágio de maturação, ou seja, maduros (Figura 4).

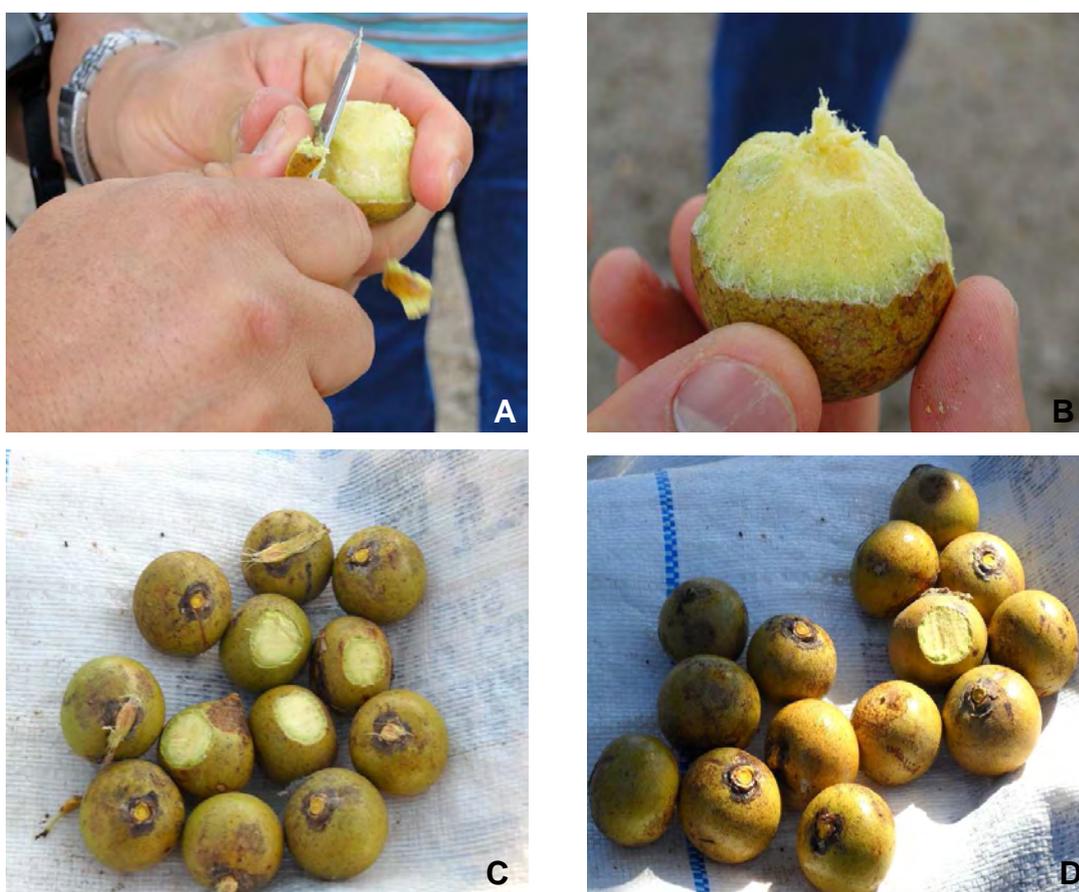


Figura 4 – Estádio de maturação dos frutos: A e B- Verificação da coloração interna da polpa; C- Fruto “de vez”; e D- Fruto maduro.

A solução de nitrato de prata (AgNO_3) foi obtida diluindo-se 3,2 g do produto em 5 L de água e a solução de tiosulfato de sódio em 18,5 g do produto em outros 5 L de água. A solução de tiosulfato de prata foi obtida a partir da mistura e reação química entre as soluções de nitrato de prata e tiosulfato de sódio na concentração de 2 mM (Figura 5).

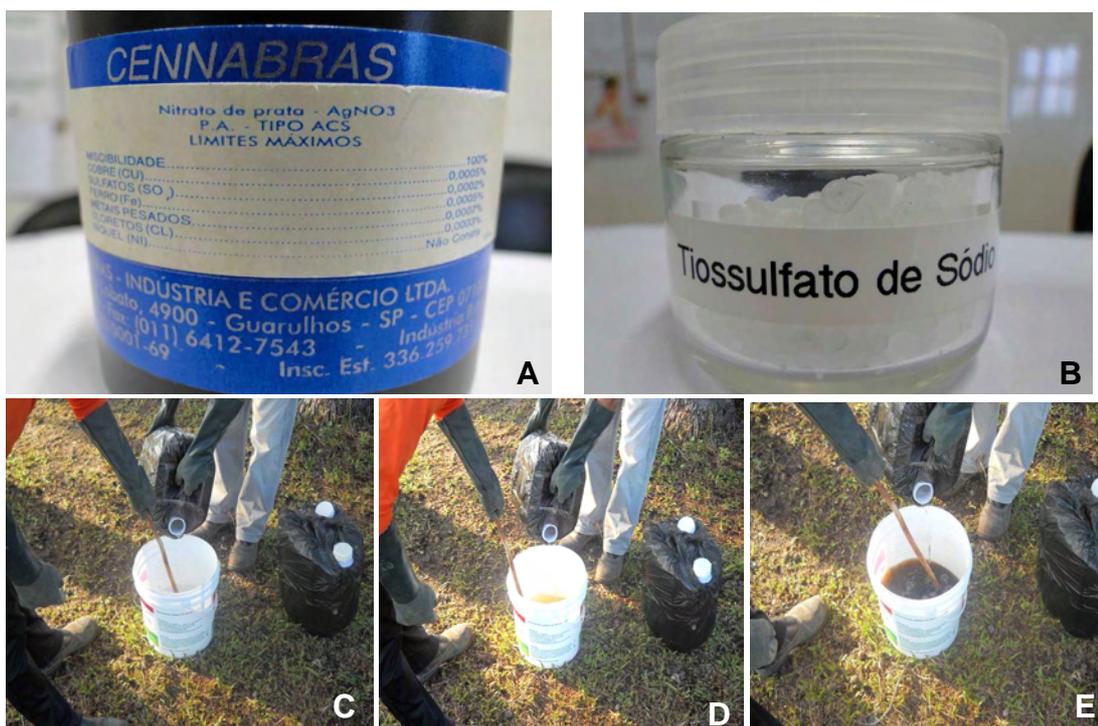


Figura 5 – Solução de tiosulfato de prata: A- Nitrato de prata; B- Tiosulfato de sódio; e C, D e E- Sequência da obtenção da solução.

A solução de ethephon foi obtida a partir da diluição de 4,2 mL/L do produto Ethrel® em água, obtendo-se uma concentração final de 1.000 mg/L ou 1.000 ppm (Figura 6).



Figura 6 – Solução de ethephon: A- Ethrel; B- Medição da quantidade de Ethrel e água a ser utilizada; e C- Solução pronta no pulverizador de 1,5 L.

Para a aplicação no campo, utilizou-se um pulverizador costal com capacidade para 5 L e no galpão, um pulverizador com capacidade para 1 L e meio (Figuras 6 e 7). O volume aplicado e a regulação dos pulverizadores foram definidos em testes preliminares, constatando-se que o volume de 1 L foi suficiente para o total molhamento dos cachos.



Figura 7 – Aplicação do tiosulfato de prata e ethephon, no experimento pré-colheita, com a utilização de um pulverizador com capacidade para 5 L.

No campo, devido à altura das palmeiras para se chegar até os cachos e colhê-los, foi utilizada uma escada de dois lances (cada lance com 6 m). Para baixar os cachos colhidos da copa até o solo, usou-se uma corda (Figura 8).

Durante a aplicação dos produtos no experimento do campo, os cachos foram protegidos por um saco plástico transparente de polietileno de 50 L, que os ensacou completamente, evitando-se a contaminação entre os tratamentos (Figura 9). Após os tratamentos, os sacos plásticos foram retirados.



Figura 8 – Retirada do cacho da palmeira: A- Envolvendo o cacho com a corda; B- Iniciando a retirada e baixando o cacho; e C- Finalizando a retirada.



Figura 9 – Colocação de sacos plásticos em cachos de tratamentos diferentes, para evitar a aplicação indevida (contaminação) do regulador no tratamento não correspondente.

Após a aplicação, todos os cachos tratados e os que foram utilizados como testemunha foram ensacados em um saco plástico de polipropileno trançado (saco de ráfia) em formato de funil (Figura 10), de modo que todos os frutos desprendidos se acumulassem no fundo desse saco e pudessem ser quantificados e registrados diariamente.



Figura 10 – Colocação de sacos de ráfia: A e B- Início da colocação dos sacos nos cachos dos tratamentos; e C e D- Finalização da colocação e identificação dos cachos segundo os tratamentos (M- maduro; D- “de vez”; e T- testemunha).

3.1. Experimento pré-colheita no campo

O experimento no campo foi instalado no dia 20.08.2010 e a aplicação dos tratamentos, realizada em uma única etapa no período da manhã, quando a pouca presença de ventos evitou a deriva das soluções durante a aplicação. No dia da aplicação, a temperatura média era de 26,6 °C e a umidade do ar de 78%, dados esses obtidos por meio da Estação Meteorológica da Agropalma, no município de Tailândia, Região Norte do Brasil (Tabela 1).

Tabela 1 – Índices climáticos (precipitação, temperatura máxima, temperaturas mínima e média e umidade relativa), no mês de agosto de 2010, no município de Tailândia, sudeste do Pará, na Região Norte do Brasil

Dia	Precipitação (mm)	T. Máxima	T. Mínima	T. Média	U. Relativa (%)	Insolação (h/mês)
		----- (°C) -----				
1	0,0	36,4	20,5	26,9	70	9,9
2	0,0	35,0	22,1	27,5	74	7,8
3	0,0	35,0	22,2	27,3	84	7,4
4	0,0	35,2	22,0	27,7	82	7,0
5	0,0	35,8	23,5	27,8	71	9,6
6	0,0	34,8	22,4	28,2	66	6,6
7	0,0	35,4	22,5	26,7	76	5,0
8	0,0	35,2	22,5	27,8	76	9,1
9	0,0	35,0	21,9	27,1	86	9,6
10	0,0	35,4	21,5	26,2	78	8,1
11	0,0	36,4	22,9	26,4	83	6,9
12	0,9	34,8	21,3	27,0	70	9,1
13	0,0	34,8	20,4	26,5	77	10,8
14	0,0	36,0	20,2	27,1	75	9,0
15	0,0	36,9	23,0	28,1	77	9,8
16	0,0	35,2	23,6	26,7	96	4,9
17	21,9	33,1	24,0	26,5	95	5,2
18	22,2	32,8	22,6	26,6	91	7,2
19	0,0	32,8	23,0	26,3	84	8,0
20	0,0	34,8	21,0	26,6	78	10,1
21	0,0	35,4	22,0	27,4	80	9,7
22	0,0	35,5	23,5	27,7	81	10,0
23	0,0	35,6	22,8	27,6	79	8,8
24	0,0	34,2	24,2	27,8	84	9,3
25	0,0	35,4	23,0	27,6	82	8,8
26	0,0	35,6	24,0	27,0	83	5,2
27	24,3	33,3	22,0	25,8	88	5,8
28	30,2	33,4	22,0	26,6	75	6,6
29	0,0	34,2	22,8	26,7	72	7,7
30	0,0	33,0	22,0	26,4	67	9,1
31	0,0	33,6	22,0	26,4	76	5,6
-	99,5*	34,8**	22,4**	27**	79**	247,7*

* Total; * *Médias.

Neste experimento, os tratamentos realizados foram:

- 1- Aplicação de 1 L de solução de tiosulfato de prata em cachos maduros (cachos em pleno estágio de maturação) até o molhamento total.
- 2- Aplicação de 1 L de solução de etephon em cachos “de vez” (cachos em estágio inicial de maturação) até o molhamento total.
- 3- Testemunhas (cachos em estágio inicial de maturação, denominados “de vez”).

Após a aplicação, todos os cachos tratados e os que foram utilizados como testemunhas foram ensacados com sacos de ráfia (Figura 9). A avaliação ocorreu no período de 21.08.2010 a 28.09.2010, e todos os frutos desprendidos foram quantificados e registrados, diariamente, em planilha, para posterior análise estatística.

3.2. Experimento pós-colheita no galpão

O experimento no galpão foi instalado no dia 15.09.2010 e a aplicação dos tratamentos, realizada em uma única etapa, no período da manhã. Os cachos foram colhidos de palmeiras predeterminadas e, no mesmo dia, transportados até o local da montagem do experimento. No momento da aplicação, a temperatura era de 26,5 °C e a umidade do ar de 76%, dados obtidos da Estação Meteorológica da empresa Agropalma (Tabela 2).

Tabela 2 – Índices climáticos (precipitação, temperatura máxima, temperaturas mínima e média e umidade relativa), no mês de setembro de 2010, no município de Tailândia, Sudeste do Pará, Região Norte do Brasil

Dia	Precipitação (mm)	T. Máxima ----- (°C)	T. Mínima ----- (°C)	T. Média ----- (°C)	U. Relativa (%)	Insolação (h/mês)
1	1,8	34,6	22,8	27,4	69	7,1
2	0,0	34,8	22,0	26,8	72	4,9
3	0,0	34,2	22,0	27,2	58	7,0
4	0,0	35,2	22,5	27,6	65	8,7
5	0,0	35,4	23,0	27,4	71	9,0
6	0,0	35,6	19,5	27,3	68	7,0
7	5,1	33,4	19,5	26,6	75	6,2
8	0,0	33,4	22,5	26,6	73	6,2
9	0,0	34,6	22,2	26,0	77	7,3
10	10,7	34,4	22,0	26,2	75	6,6
11	2,1	34,0	22,0	26,7	79	7,2
12	4,3	33,6	22,5	26,7	71	5,9
13	0,0	34,9	22,5	27,4	70	8,9
14	0,0	35,8	22,8	27,1	66	6,3
15	0,0	35,4	22,5	26,5	76	4,9
16	12,9	33,6	23,0	27,0	74	4,0
17	0,0	34,4	23,5	25,9	79	4,9
18	25,6	34,2	22,0	27,2	73	4,9
19	0,0	33,4	22,5	27,0	71	3,4
20	0,0	34,2	22,0	27,2	64	5,3
21	0,0	34,6	22,0	26,6	69	4,6
22	0,0	35,8	21,5	27,4	64	7,7
23	0,0	35,3	22,2	27,1	68	8,6
24	2,3	35,0	22,6	27,1	70	7,7
25	0,0	34,3	22,0	26,7	70	5,0
26	0,0	34,8	21,5	27,3	72	8,3
27	0,0	34,1	21,5	25,4	81	9,3
28	78,6	34,6	21,0	25,7	82	7,9
29	30,7	33,6	22,0	26,5	77	8,4
30	0,0	35,4	23,5	27,0	78	9,4
-	174,1	34,6	22,1	26,8	72	202,6

* Total; * *Médias.

Neste experimento, os tratamentos realizados foram:

- 1- Aplicação de 1 L de solução de tiosulfato de prata em cachos maduros até o molhamento total.

- 2- Aplicação de 1 L de solução de etephon em cachos “de vez” até o molhamento total.
- 3- Testemunhas (cachos “de vez”).

A avaliação iniciou-se no dia 16.09.2010 e foi até o dia 26.09.2010. Os frutos desprendidos foram quantificados e registrados diariamente em planilha até o desprendimento total de todos os cachos, no décimo primeiro dia de avaliação. Os dados coletados foram registrados em planilha, para posterior análise estatística.

3.3. Análises

3.3.1. Diâmetro médio dos frutos

Com a finalidade de classificar os frutos por tamanho e encontrar um diâmetro médio, procedeu-se, com um paquímetro, à medição de 300 frutos, na sua porção equatorial (Figura 11).



Figura 11 – Medição com paquímetro dos frutos de macaúba, no Laboratório da Gerência de Fitossanidade e Pesquisa.

3.3.2. Percentuais de mesocarpo, casca, amêndoa e teor de óleo

A partir de outros 100 frutos por classificação, obtiveram-se os percentuais de mesocarpo (polpa), casca e amêndoa. O teor de óleo da polpa em cada amostra foi obtido via extração química pelo método Soxhlet (ARAÚJO, 2011), no Laboratório da Gerência de Fitossanidade e Pesquisa da Agropalma (Figura 12).



Figura 12 – Óleo da polpa da macaúba obtido a partir dos frutos dos tratamentos da pré-colheita e pós-colheita: A- óleo de cada tratamento; e B- Equipamento Soxhlet e óleo dos tratamentos.

Para a análise de composição, os 400 frutos foram descascados e despulpados e tiveram suas amêndoas separadas (Figura 13). Cada componente dos frutos (casca, mesocarpo e amêndoa) foi pesado e registrado, para o cálculo das devidas proporções, em valores percentuais.

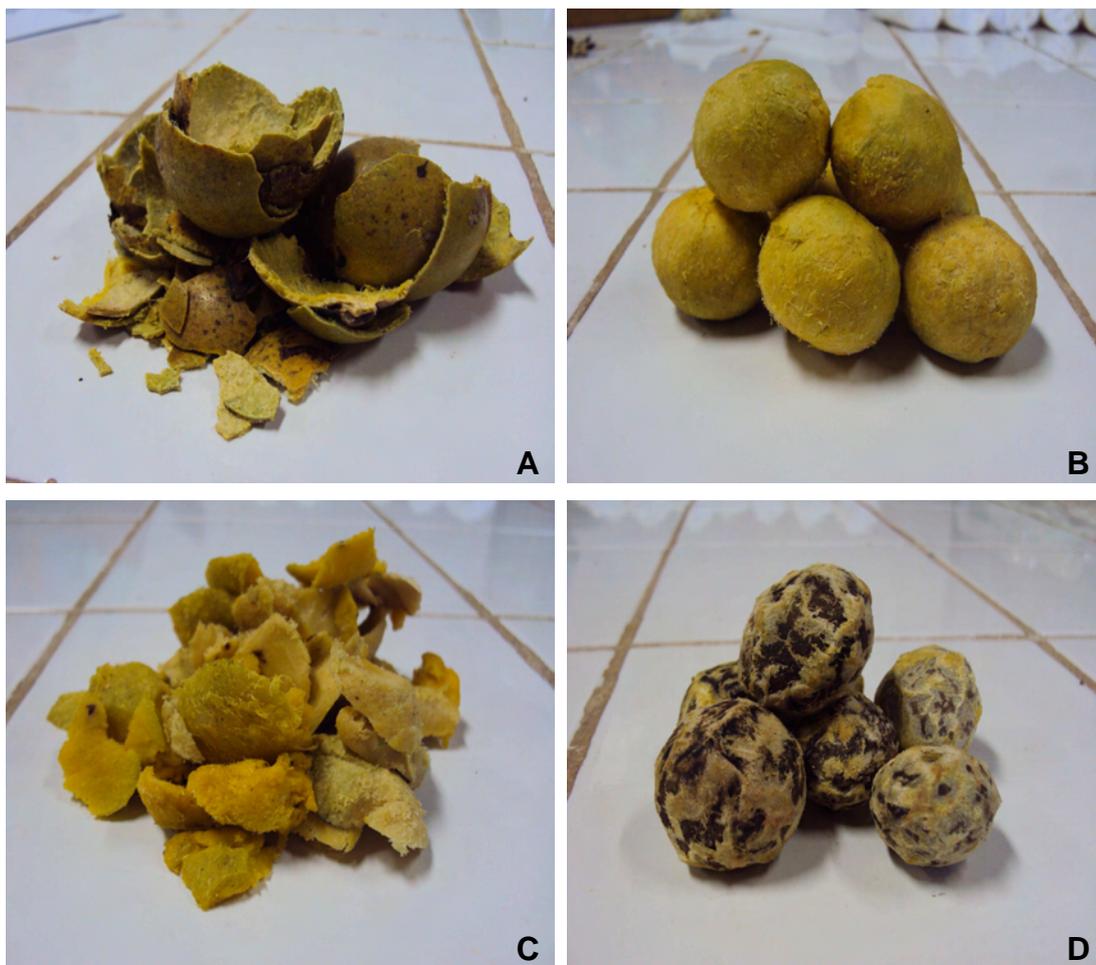


Figura 13 – Componentes do fruto de macaúba: A- Casca; B- Fruto descascado; C- Polpa; e D- Amêndoa.

Em cada tratamento do experimento de pré-colheita e pós-colheita, obtiveram-se amostras compostas, formadas por todos os frutos desprendidos dos cachos de cada tratamento, da seguinte forma:

- 1- Três amostras com os frutos desprendidos dos cachos do experimento de pré-colheita: uma amostra para o tratamento com tiossulfato de prata, uma para o tratamento com etephon e outra com a testemunha.
- 2- Três amostras com os frutos desprendidos dos cachos do experimento de pós-colheita: uma amostra para o tratamento com STS, uma para o tratamento com etephon e outra com a testemunha.

A partir das amostras compostas dos frutos dos cachos de cada tratamento dos experimentos de pré-colheita e pós-colheita, foram retirados 100 frutos de cada amostra por tratamento, para a obtenção do óleo da polpa da macaúba.

Para a obtenção do percentual de óleo da polpa dos frutos dos cachos de cada tratamento, foram preparadas várias amostras de 80 a 100 g de polpa (mesocarpo), colocados em filtro de papel-toalha, para extração de óleo com a utilização de hexano, pelo método de Soxhlet (ARAÚJO, 2011).

3.3.4. Índices de acidez, densidade, refração, saponificação, iodo e peróxido

As determinações dos índices de acidez, densidade, refração, saponificação, iodo e peróxido foram obtidas pelos procedimentos descritos pelo Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society (AOCS, 1998).

3.4. Avaliação estatística

O delineamento estatístico experimental utilizado, tanto na pré-colheita quanto na pós-colheita, foi o Delineamento em Blocos Inteiramente Casualizados (DBC) com três tratamentos (aplicação do tiosulfato de prata, do etephon e testemunha) e 10 blocos (cada bloco representado por uma palmeira).

Com os dados obtidos do desprendimento dos frutos (abscisão), foram calculados: o desprendimento diário e o desprendimento acumulado.

Para se proceder à Análise de Variância (ANAVA), os dados de percentual de desprendimento acumulado obtidos nos experimentos de pré-colheita e pós-colheita foram transformados pelo teste de transformação angular, segundo Dias e Barros (2009).

As médias dos tratamentos foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Foram utilizados os programas estatísticos SAS (DIAS; BARROS, 2009) e NTIA (EMBRAPA, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento de pré-colheita no campo

Houve diferença nos percentuais de desprendimento diário de frutos nos tratamentos do experimento de pré-colheita no campo, sendo os maiores percentuais de desprendimento observados no tratamento com tiosulfato de prata, que ocorreu entre o 1º e o 10º dia de observação (Figura 14).

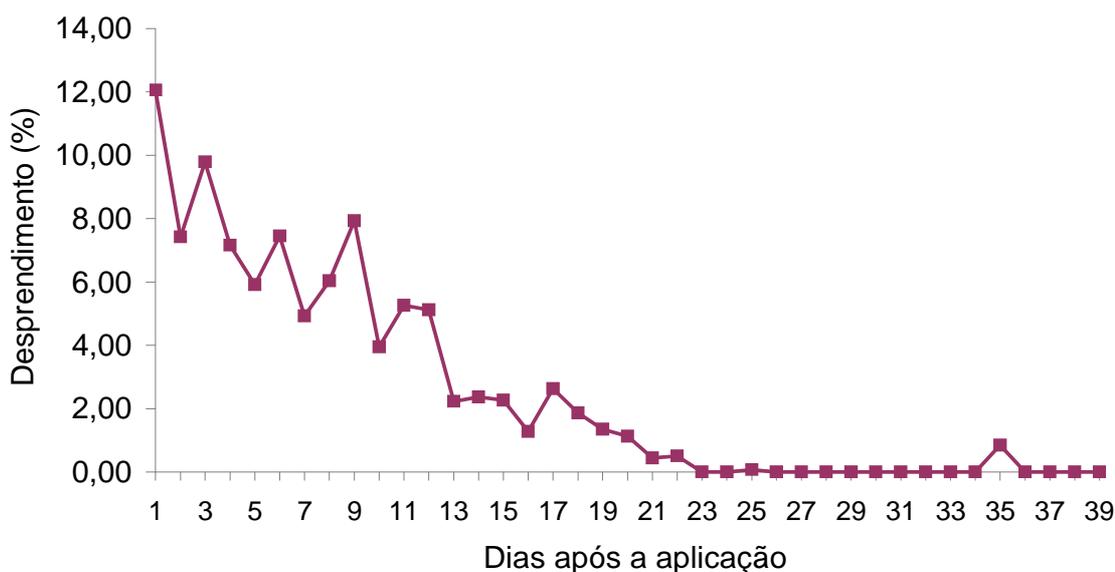


Figura 14 – Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) no tempo (em dias) tratados com tiosulfato de prata (STS), na pré-colheita.

No tratamento com ethephon, os maiores percentuais de desprendimento verificados foram do 1º dia de observação até o 12º dia de observação e no 25º dia (Figura 15). Na testemunha, o desprendimento foi crescente do 1º dia até o 35º dia de observação (Figuras 14 e 16).

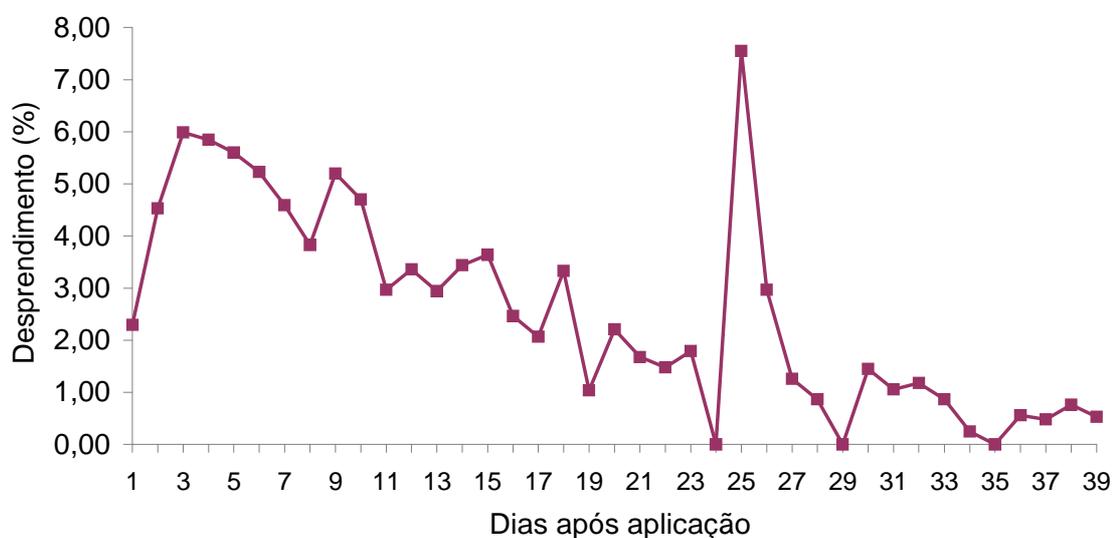


Figura 15 – Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) no tempo (em dias) tratados com ethephon, na pré-colheita.

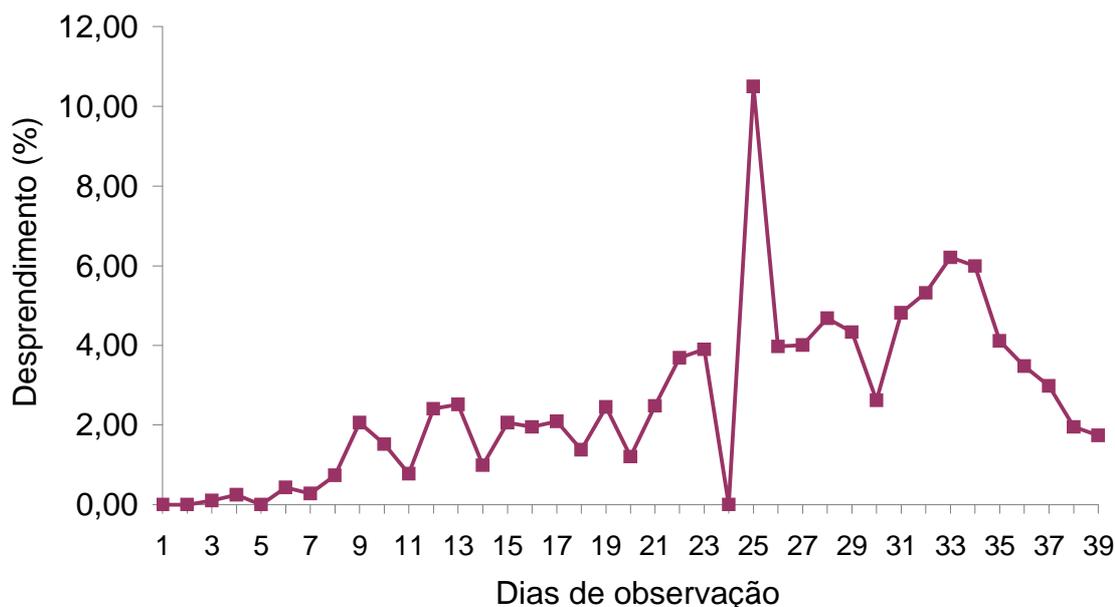


Figura 16 – Variação do percentual de desprendimento de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) no tempo (em dias) na testemunha, na pré-colheita.

O desprendimento total (100% de desprendimento) de frutos dos cachos de macaúba no tratamento com tiosulfato de prata deu-se no 35º dia de observação no tratamento com ethephon e na testemunha, no 39º dia (Figuras 14, 15 e 16).

Houve diferença nos percentuais de desprendimento acumulado entre todos os tratamentos, aos 12 e aos 23 dias (Figura 17).

As diferenças observadas entre as médias acumuladas de desprendimento dos frutos no tratamento com tiosulfato de prata (194) e no tratamento com ethephon (227) aos 12 dias não foram estatisticamente significativas, e as médias de desprendimento desses tratamentos diferem significativamente da testemunha (24), no mesmo período (Figura 18).

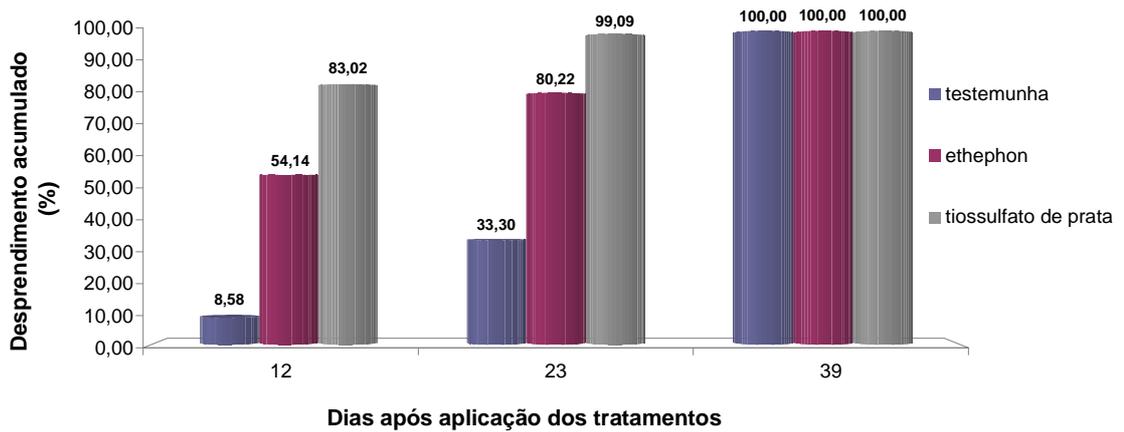


Figura 17 – Percentual de desprendimento acumulado de frutos de cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) na testemunha e nos tratamentos com ethephon e tiosulfato de prata, aos 12, 23 e 39 dias, na pré-colheita.

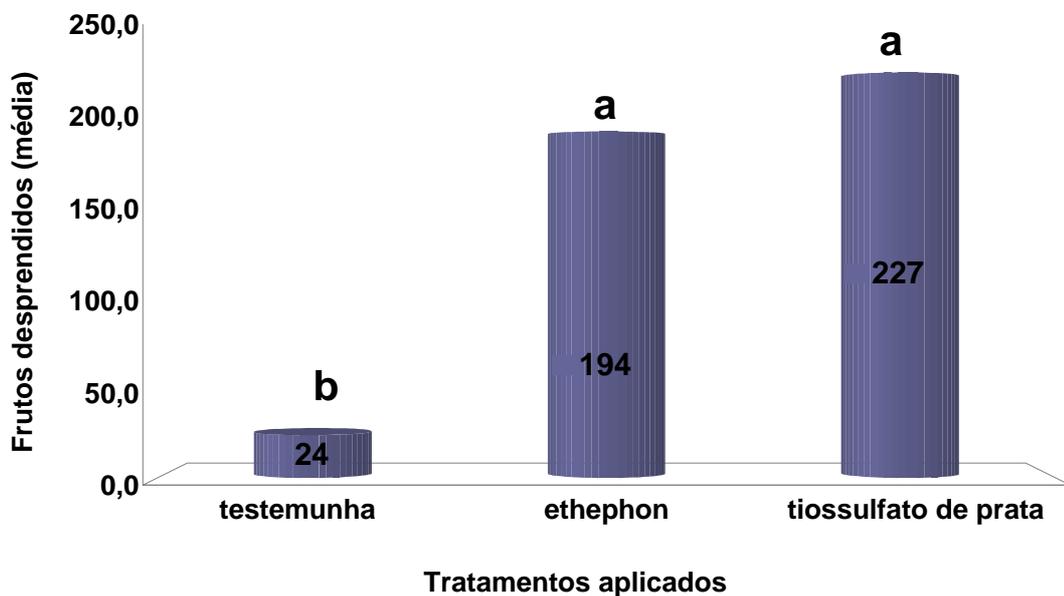


Figura 18 – Desprendimento médio de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após 12 dias de aplicação dos tratamentos. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Aos 23 dias, as diferenças observadas nas médias de desprendimento acumuladas de frutos no tratamento com tiosulfato de prata (271) e no tratamento com ethephon (287) não foram significativas, mas ambas diferem da média observada na testemunha (94), conforme se observa na Figura 19.

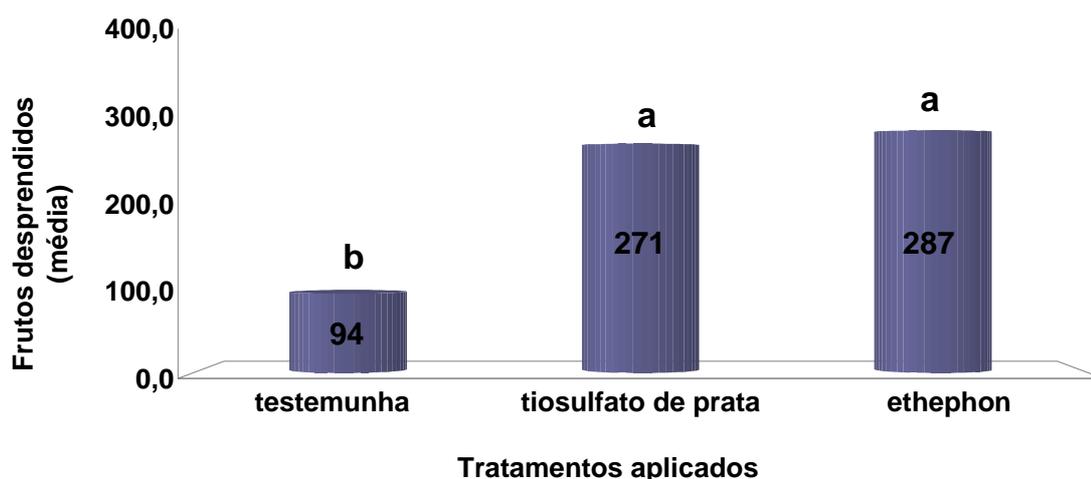


Figura 19 – Desprendimento médio de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após 23 dias de aplicação dos tratamentos. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As diferenças observadas entre os percentuais de desprendimento acumulados (médias de dados transformados) do tiosulfato de prata (85,01), do ethephon (53,29) e da testemunha (7,90) foram estatisticamente diferentes quando comparadas aos 12 dias de observação (Figura 20).

Quando comparados aos 23 dias de observação, os percentuais de desprendimento acumulados (médias de dados transformados) do tratamento com tiosulfato de prata (98,77) e do tratamento com ethephon (79,45) não diferiram estatisticamente entre si, enquanto as médias de desprendimento desses tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha (43,83), conforme mostrado na Figura 21.

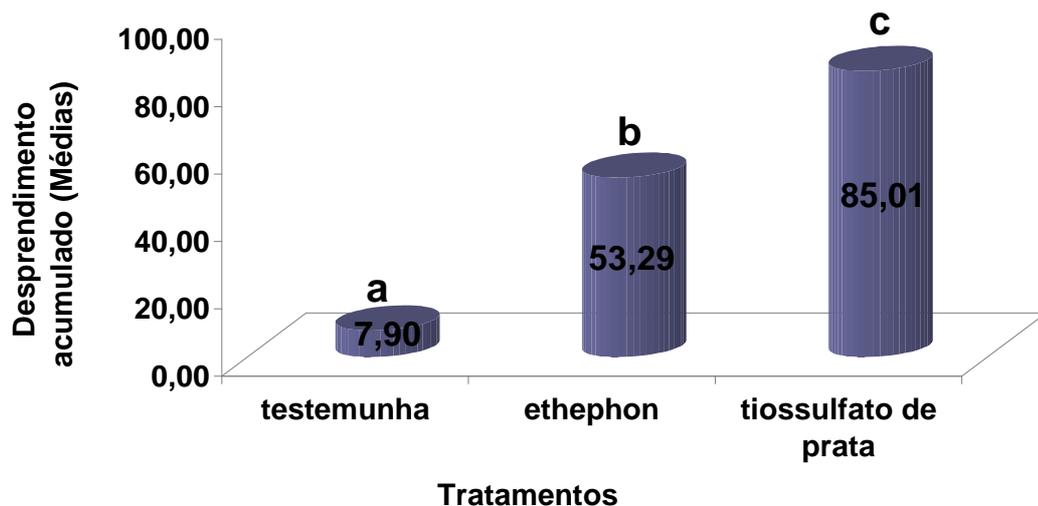


Figura 20 – Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após 12 dias de aplicação dos tratamentos na pré-colheita. As médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

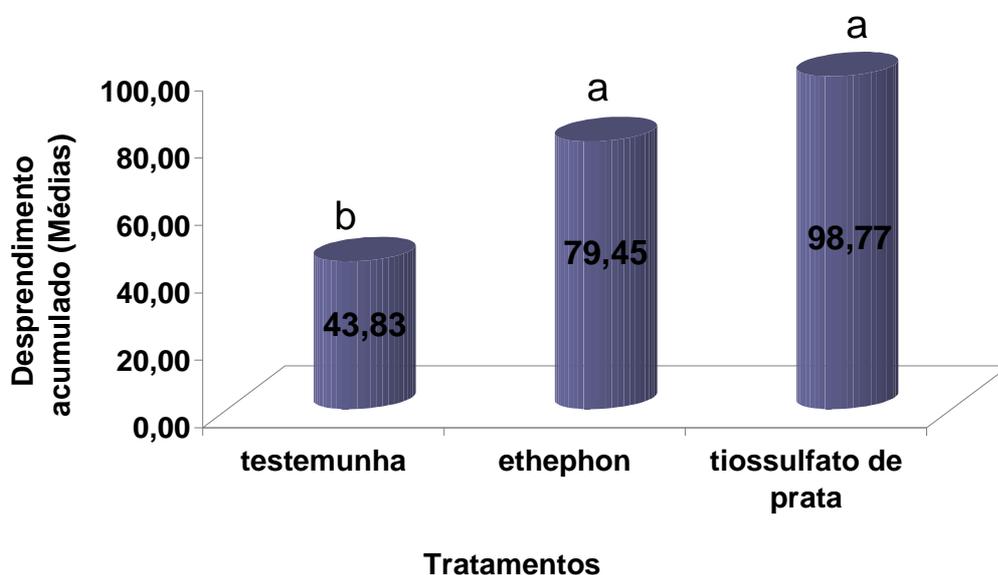


Figura 21 – Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após 23 dias de aplicação dos tratamentos na pré-colheita. As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tratamento com tiosulfato de prata na concentração de 2,0 mM não foi eficiente em retardar o desprendimento dos frutos em cachos de macaúba maduros e teve efeito semelhante ao ethephon. Embora o tiosulfato de prata tenha efeito antagonista ao etileno, a aceleração do processo de abscisão dos frutos pode ser devida ao dano provocado pela presença da prata, causando fitotoxicidade.

Não foram encontrados relatos na literatura do uso desse composto em plantas perenes. Contudo, em flores com a intenção de impedir a ação do etileno o seu uso tem sido reportado em vários trabalhos científicos (LIAO, 2000; FINGER *et al.*, 2004; BARBOSA *et al.*, 2005; SPRICIGO *et al.*, 2010).

Barbosa *et al.* (2005), trabalhando com minicrisântemos, relataram que o tiosulfato de prata na concentração de 2,0 mM foi eficiente em aumentar a vida de prateleira de três variedades dessa planta cultivada em vaso.

Steffens *et al.* (2005), trabalhando com maçãs da cultivar Fuji, verificaram que a aplicação de AVG, um inibidor da síntese de etileno, não foi eficiente em evitar a ação desse fitormônio na queda de frutos. Petri *et al.* (2002) também observaram que o inibidor da síntese de etileno AVG apresenta pouco efeito sobre a queda pré-colheita de maçãs 'Fuji'.

Para que houvesse o efeito da inibição da ação do etileno como consequência do retardamento da abscisão, os sítios receptores do etileno nas células dos tecidos dos frutos deveriam ter sido ocupados pelo tiosulfato de prata (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o que possivelmente não ocorreu.

O fato de o tiosulfato de prata não ter sido eficiente em evitar a abscisão de frutos dos cachos maduros de macaúba pode estar relacionado à fase de desenvolvimento fisiológico em que se encontravam os frutos no momento da aplicação, à alta concentração endógena do etileno no momento da aplicação e, mesmo, às condições climáticas não favoráveis ou à fitotoxicidade, visto ser a prata metal pesado.

Para Chitarra e Chitarra (2005), altas concentrações e presença contínua do etileno aceleraram a taxa de enfraquecimento da zona de abscisão dos frutos e folhas e, em conjunto com forças mecânicas

(gravidade e vento), levaram-nos ao desprendimento, o que pode ter ocorrido com os frutos dos cachos maduros de macaúba.

O tratamento com ethephon foi eficiente em acelerar o amadurecimento e abscisão dos frutos, e, aos 12 dias, 54,14% dos frutos já haviam amadurecidos e desprendidos do cacho, enquanto na testemunha apenas 8,58%, no mesmo período (Figura 17).

Os percentuais de desprendimento acumulados, aos 23 dias no tratamento, com ethephon, também foram significativamente maiores, apresentando 80,22% de desprendimento acumulado de frutos, contra 33,30% de desprendimento da testemunha, no mesmo período de comparação (Figura 17).

O processo de abscisão ocorre em camadas específicas de células, denominadas camada de abscisão ou zona de abscisão. Elas se tornam morfológicamente diferenciadas durante o desenvolvimento do órgão vegetal, envolvendo a ativação de diferentes enzimas degradativas, várias das quais reguladas pelo etileno, como hidrolases (celulases e pectinases) da parede celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Pandita e Jindal (1991), o etileno estimula a síntese e atividade de celulases e poligalacturonases na zona de abscisão de maçãs. Em pêssegos, Bonghi *et al.* (1992) também obtiveram maior atividade das enzimas celulase e poligalacturonase com a aplicação de etileno.

Como a abscisão natural de frutos maduros em pré-colheita representa grave problema no cultivo da maioria dos cultivares cítricos, o raleio químico tem sido usado para racionalizar essa abscisão de maneira a uniformizar a colheita e melhorar a qualidade dos frutos colhidos (ANTONIOLLI *et al.*, 2003).

No raleio químico, o etileno na sua forma comercial Ethrel tem sido utilizado com bons resultados em algumas espécies de frutíferas (SANCHES, 2000), como observado no trabalho conduzido por Cruz *et al.* (2010), que utilizaram o ethephon no raleio químico da tangerina 'Ponkan', com o objetivo de melhorar a qualidade e desenvolvimento dos frutos. Esses autores observaram que o raleio químico com ethephon favoreceu a obtenção de tangerinas com maior tamanho nas concentrações a partir de 300 mg L⁻¹.

Carvalho *et al.* (2003) constataram que a aplicação de ethephon (Ethrel) proporciona uniformidade e antecipação de 15 a 30 dias na maturação dos frutos do cafeeiro, mas não interferiu na qualidade da bebida e na classificação do café. Esses autores constataram também que, em comparação com a testemunha nos tratamentos com ethephon, houve desfolha mais acentuada logo após a sua aplicação; porém, por ocasião da colheita, essa desfolha não foi significativa na cultivar Acaiá Cerrado, variando de 3,03% na cultivar Catuaí e de 8,45% na cultivar Topázio.

A eficiência do ethephon em uniformizar a maturação de frutos foi observada por Scudeler *et al.* (2004), que, pesquisando o modo de aplicação e o efeito do ethephon (Ethrel) em frutos do cafeeiro, constataram que o produto foi eficiente na maturação desses frutos, diminuindo a porcentagem de grãos verdes e aumentando a de cereja e maduros, e que há necessidade de melhor adaptação dos pulverizadores mecanizados, a fim de tornar a pulverização mais homogênea nas partes superior e inferior dos cafeeiros.

Para Nakayama *et al.* (2009), a aplicação de ethephon (Ethrel) em café, cv. Mundo Novo, também uniformizou a maturação dos frutos com a diminuição de frutos verdes por ocasião da colheita (valores inferiores a 5%), propiciando qualidade de bebida semelhante àquela obtida sem a aplicação do produto.

4.2. Experimento pós-colheita no galpão

Houve diferença nos percentuais de desprendimento diário de frutos entre os tratamentos, no experimento de pós-colheita no galpão do Setor Fitoquímico. Os maiores percentuais de desprendimento, observados no tratamento com tiosulfato de prata e no ethephon, foram do 1º até o 3º dia de observação. Na testemunha, os maiores percentuais foram do 1º até o 4º dia (Figuras 22, 23 e 24), sendo observada, no tratamento com tiosulfato de prata e no tratamento com ethephon, diminuição acentuada no desprendimento de frutos dos cachos de macaúba após o 3º dia de observação. Na testemunha, a diminuição acentuada no desprendimento de frutos dos cachos de macaúba foi observada após o 4º dia.

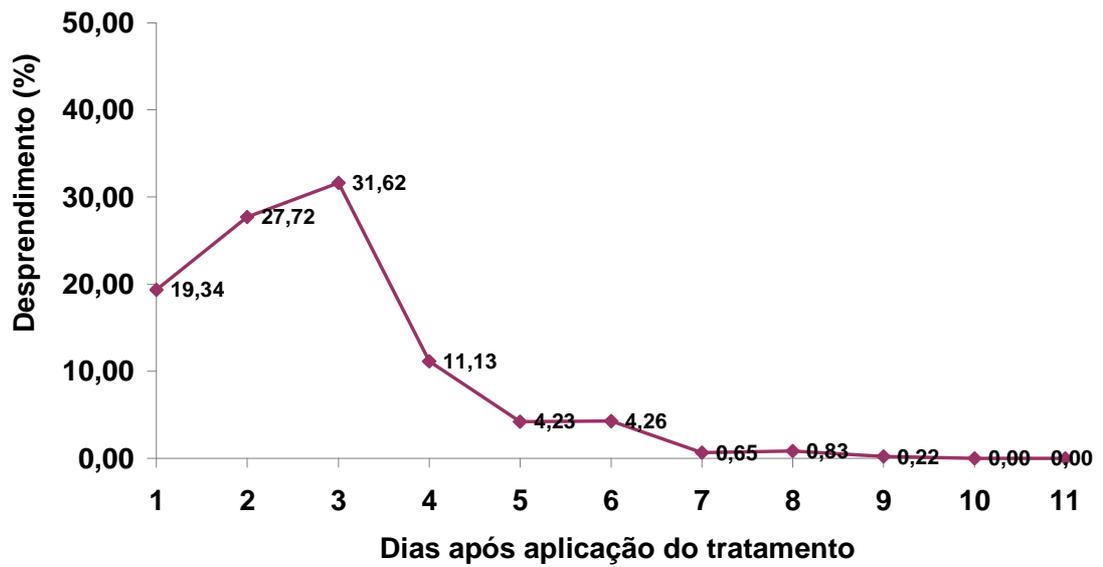


Figura 22 – Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) tratados com tiossulfato de prata na pré-colheita.

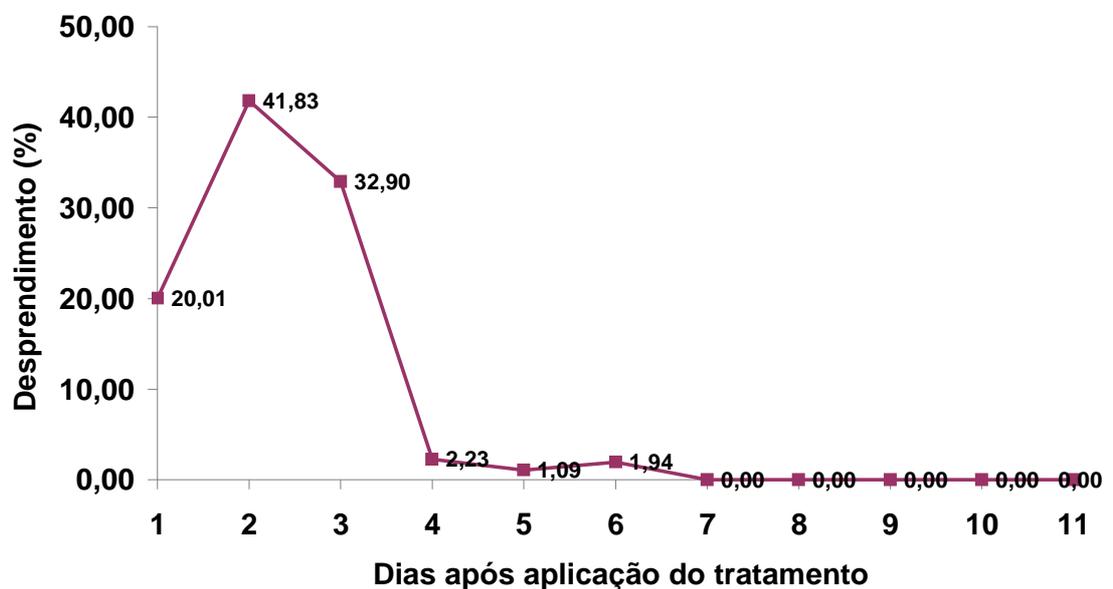


Figura 23 – Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) tratados com ethephon na pré-colheita.

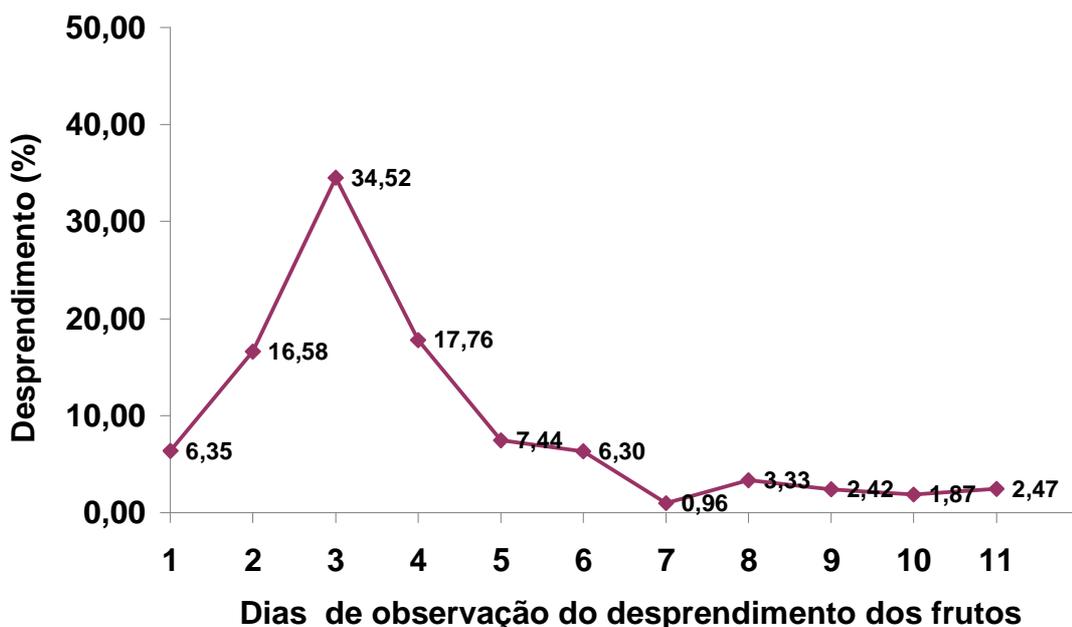


Figura 24 – Variação do percentual de desprendimento (em dias) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) da testemunha na pré-colheita.

Houve diferença nos percentuais de desprendimento acumulado de frutos dos cachos de macaúba entre todos os tratamentos, na pós-colheita aos três dias e aos seis dias após a aplicação e na testemunha (Figura 25).

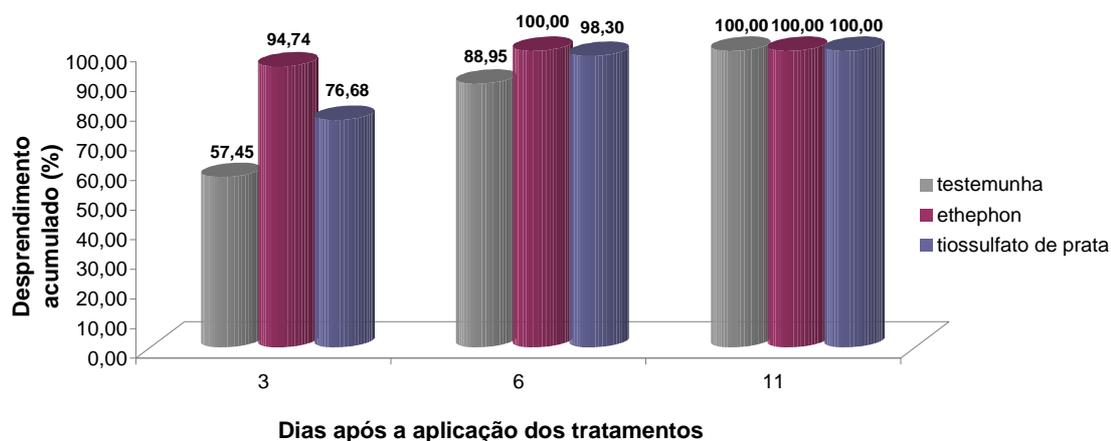


Figura 25 – Percentual de desprendimento acumulado de frutos de cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) na testemunha e nos tratamentos com ethephon e tiosulfato de prata aos 3, 6 e 11 dias, na pós-colheita.

No tratamento com ethephon, o percentual de desprendimento acumulado de frutos foi de 94,74%, no terceiro dia de observação. No tratamento com tiosulfato de prata, 76,68% dos frutos desprenderam do cacho de macaúba no terceiro dia de observação, após a aplicação do tratamento; na testemunha, o desprendimento acumulado foi de 57,45%, também no terceiro dia de observação (Figura 25).

Em todos os tratamentos e na testemunha, o desprendimento acumulado total (100% de desprendimento dos frutos dos cachos de macaúba) no experimento de pós-colheita no galpão ocorreu em menor tempo (em dias) que no tratamento de pré-colheita no campo. O desprendimento acumulado total no tratamento com tiosulfato de prata na pós-colheita aconteceu no 11º dia de observação e no experimento de pré-colheita, no 35º dia de observação (Figura 14); no tratamento com ethephon, o desprendimento acumulado total na pós-colheita se deu no sexto dia de observação e, no experimento de pré-colheita, no 39º dia (Figura 15). Na testemunha, o desprendimento acumulado total, no experimento de pós-colheita, ocorreu no 11º dia de observação e no experimento de pré-colheita, no 39º dia de observação (Figura 16).

Os percentuais de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba observados nos tratamentos com ethephon (93,86) e tiosulfato de prata (74,93), no 3º dia de observação, não diferiram estatisticamente entre si, e ambos foram estatisticamente diferentes do percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) observado na testemunha (54,36), no mesmo período de comparação (Figura 26).

Os percentuais de desprendimento acumulados (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba, observados nos tratamentos com ethephon (100,00) e tiosulfato de prata (97,46), no 6º dia de observação, não diferiram estatisticamente entre si, e ambos foram estatisticamente diferentes do percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) observado na testemunha (87,01), no mesmo período de comparação (Figura 27).

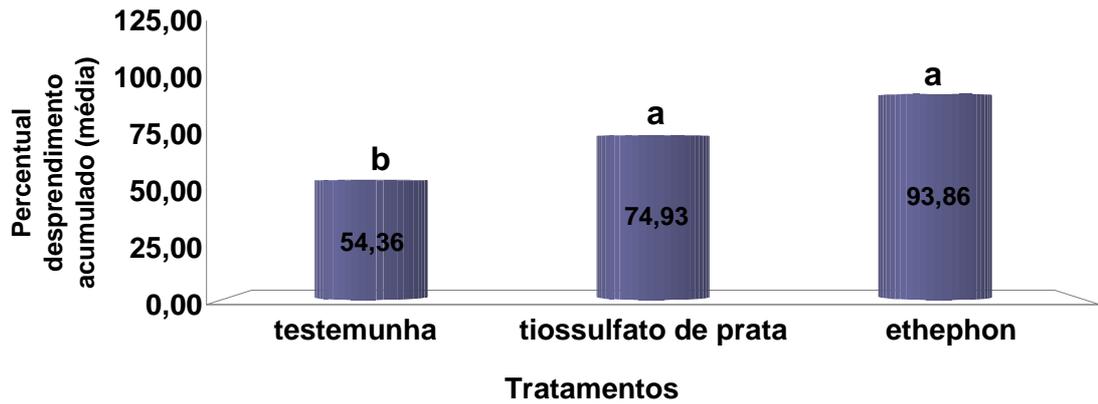


Figura 26 – Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após três dias de aplicação dos tratamentos na pós-colheita. As médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

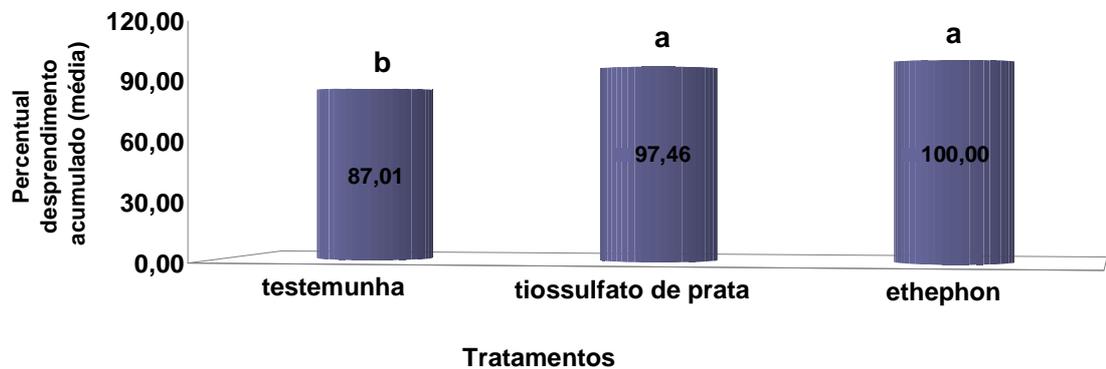


Figura 27 – Percentual de desprendimento acumulado (médias de dados transformados) de frutos dos cachos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após seis dias de aplicação dos tratamentos na pós-colheita. As médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No experimento de pós-colheita no galpão, o tratamento com tiosulfato de prata, na concentração de 2,0 mM, não foi eficiente em retardar o desprendimento dos frutos em cachos de macaúba maduros, apresentando comportamento semelhante ao observado no experimento de

pré-colheita, no campo, onde se constatou o desprendimento acelerado dos frutos. A fitotoxicidade observada no experimento de pré-colheita pode ter ocorrido também nos cachos de macaúba no experimento de pós-colheita. Embora o tiosulfato de prata tenha efeito antagonista ao etileno, a aceleração do processo de abscisão dos frutos pode ser devida ao dano provocado pela presença da prata, causando fitotoxicidade.

O tratamento com ethephon foi eficiente em acelerar o amadurecimento e abscisão dos frutos no experimento de pós-colheita, no galpão do setor fitoquímico.

Para Braz *et al.* (2008), a aplicação pós-colheita de ethephon foi eficiente em acelerar os processos fisiológicos associados ao amadurecimento das mangas cv. Tommy Atkins e cv. Ubá e em contribuir para a obtenção de frutos, com características desejáveis, em menor período de armazenamento, sob a condição ambiente. Entretanto, para esses autores a aplicação de ethephon foi prejudicial, principalmente, a mangas da variedade Ubá, pois reduziu a vida útil dos frutos devido ao seu total amolecimento, verificado pelo menos três dias após a colheita.

Medina (2004), trabalhando com a aplicação de ethephon em banana 'Terra', relatou que o efeito da aplicação pós-colheita desse produto foi eficiente em uniformizar a maturação dessa banana. A maturação é desejável, pois os consumidores preferem bananas já maduras e, conseqüentemente, prontas para o processamento doméstico (cozimento e fritura). Para esse pesquisador, o maior efeito do ethephon na antecipação da maturação ocorre na temperatura ambiente, sem diferença entre as concentrações. Nas temperaturas de 21 e 16 °C, a antecipação é mínima, porém o uso do ethephon oferece benefício adicional, que é uniformizar a maturação das pencas.

Dhillon e Mahajan (2011), realizando estudo para investigar os efeitos do gás etileno e do ethephon no tempo de amadurecimento de peras c.v 'Patharnakh', na temperatura ambiente e a 20 °C, obtiveram os melhores resultados com os frutos tratados com 1.000 ppm de ethephon ou de vaporização com ethephon, a 100 ppm, na temperatura de 20 °C, por oito dias.

Pesquisa desenvolvida por Gonzales *et al.* (2004), avaliando o efeito do ethephon aplicado em pós-colheita e da embalagem de PVC em frutos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu armazenados na temperatura de 25 °C ±1, evidenciou que a aplicação de ethephon a 500 ppm teve efeito significativo sobre a firmeza, acelerando a maturação dos frutos, porém de forma indesejável, e que a utilização conjunta de PVC e ethephon inviabilizou os frutos para comercialização aos quatro dias após o tratamento.

Pereira *et al.* (2008) trabalharam com frutos de *Capsicum* (pimentas e pimentões), com o objetivo de avaliar a variabilidade genética deles com relação ao acúmulo de sólidos solúveis totais, degradação de clorofila, síntese de carotenoides e tempo necessário para o seu completo amadurecimento, em resposta ao tratamento com ethephon. Relataram que, nos acessos BGH 4366 (*C. baccatum*) e BGH 4708 (*C. frutescens*), o tratamento com ethephon provocou aumento no teor de sólidos solúveis totais dos frutos, comprovando que esse produto pode ser utilizado para amadurecer os frutos fora da planta, com possível aumento no rendimento industrial. A aplicação de ethephon também acelerou o completo amadurecimento nos acessos BGH 4179 (*C. frutescens*), BGH 6029 (*C. baccatum*) e Ca 6 (*C. annuum*); apenas nesses acessos é viável a aplicação de ethephon para a antecipação do amadurecimento. Esses autores relataram que não houve envolvimento do ethephon na síntese e degradação de pigmentos em nenhum dos acessos, portanto sua utilização não é recomendada para a obtenção de frutos maduros com coloração mais intensa.

Stefanello *et al.* (2010) avaliaram a qualidade pós-colheita de frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) variedades Santa Luzia e Thaís, no estágio verde-maduro, durante o amadurecimento e após o tratamento com ethephon. Concluíram que a aplicação desse produto promoveu poucas mudanças na qualidade interna dos frutos, porém foi eficiente no desverdecimento da casca, e o comportamento da respiração e produção de etileno dos frutos avaliados apontou para um modelo de amadurecimento não climatérico.

5. ANÁLISES

5.1. Diâmetro e composição do fruto da macaúba

5.1.1. Diâmetro do fruto da macaúba

O resultado da medição de 300 frutos de macaúba permitiu classificá-los em:

- 1- Frutos pequenos, com diâmetro entre 31 e 35 mm (36,30%).
- 2- Frutos médios, com diâmetro entre 36 e 39 mm (29,70%).
- 3- Frutos grandes, com diâmetro entre 40 e 43 mm (34,35%).

A medida de posição modal foi de 35 mm e a média, 37 mm (Tabela 3).

Tabela 3 – Medidas, frequência de repetição e percentual de repetição de 300 frutos de macaúba

Medida (mm)	Frequência	%
31	4	1,3
32	13	4,3
33	32	10,7
34	19	6,3
35	41	13,7
36	19	6,3
37	20	6,7
38	30	10,0
39	20	6,7
40	32	10,7
41	33	11,0
42	25	8,3
43	12	4,0
Média (mm) 37	300	100,0

A Figura 28 apresenta a disposição dos frutos por classificação.

O diâmetro médio de 37 mm, obtido a partir da medição de 300 frutos de macaúba e relatado neste trabalho, diferiu do diâmetro médio obtido por Manfio *et al.* (2011), que foi de 39,86 mm, trabalhando com frutos de 145 acessos (10 frutos por acesso) oriundos de coletas em maciços naturais de macaúba em seis Estados do Brasil, incluindo o Pará.

Manfio *et al.* (2011) relataram, porém, que a variabilidade entre as amostras estudadas foi significativa, demonstrando que o componente de variância genético é significativo para os locais onde se coletaram os frutos, tendo influência no seu diâmetro.

Outra conclusão de Manfio *et al.* (2011) foi de que as estimativas calculadas no seu trabalho indicaram que com quatro frutos é possível realizar a avaliação de características biométricas de uma amostra populacional de frutos da palmeira macaúba com bom coeficiente de determinação (90%), verificando-se que a redução de 10 para quatro frutos não torna o processo de avaliação menos eficiente.

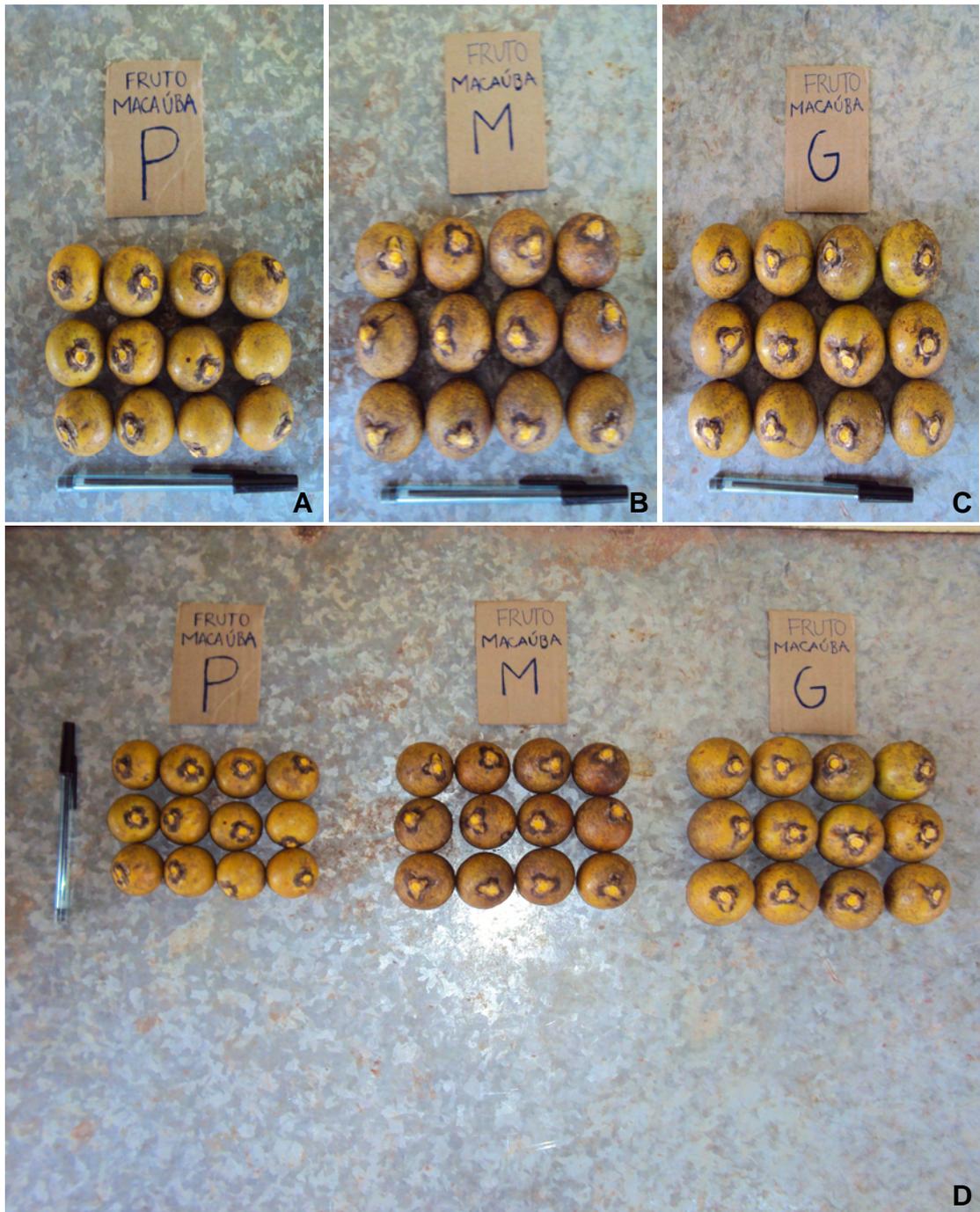


Figura 28 – Frutos de macaúba por classificação: A- Frutos pequenos; B- Frutos médios; C- Frutos grandes; e D- Frutos pequenos, médios e grandes.

Pode-se inferir que o diâmetro dos frutos de macaúba da região de Tailândia, no Pará, diferiu de resultados obtidos a partir de amostras de maciços naturais de outra parte do país, o que não invalida o resultado tanto pelo tamanho da amostra quanto pelo resultado obtido.

5.1.2. Composição do fruto da macaúba

O percentual de casca na amostra de 100 frutos pequenos foi de 20,75%, na amostra de 100 frutos médios de 24,75%, na amostra de 100 frutos grandes de 23,84% e na amostra de frutos mistos (frutos pequenos, médios e grandes) de 24,47% (Tabela 4).

O percentual de amêndoa na amostra de 100 frutos pequenos foi de 35,07%, na amostra de 100 frutos médios 35,00%, na amostra de 100 frutos grandes 33,01% e na amostra de frutos mistos (amostra formada por frutos pequenos, médios e grandes) 38,30% (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição do fruto da macaúba (casca, amêndoa e polpa) e respectivos percentuais na composição do fruto e percentual de óleo extraído da polpa (mesocarpo)

Composição(%)	Frutos Pequenos (100 unid.)	Frutos Médios (100 unid.)	Frutos Grandes (100 unid.)	Frutos Mistos (100 unid.)
Casca	20,75	24,75	24,47	23,84
Amêndoa	35,07	35,00	38,30	33,01
Polpa	44,18	40,25	37,23	43,15
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Óleo na polpa	15,32	13,10	15,28	14,57

O percentual de polpa na amostra de 100 frutos pequenos foi de 44,18%, na amostra de 100 frutos médios 40,25%, na amostra de 100 frutos grandes 43,15% e na amostra de frutos mistos (amostra formada por frutos pequenos, médios e grandes) 37,23% (Tabela 4).

O percentual de óleo da polpa na amostra de 100 frutos pequenos foi de 15,32%, na amostra de 100 frutos médios 13,10%, na amostra de 100 frutos grandes 14,57% e na amostra de frutos mistos (amostra formada por frutos pequenos, médios e grandes) 15,28% (Tabela 4).

Os percentuais de casca, polpa e amêndoa encontrados neste trabalho diferiram daqueles obtidos pelo CETEC (1983) e ficaram próximos dos obtidos por Silva (2009).

Os percentuais de óleo na polpa variaram entre 13,10% e 15,32% (Tabela 4) e foram diferentes dos percentuais dos trabalhos realizados pelo CETEC (1983), que encontrou no óleo da polpa 59,8%; por Hiane (2005), que constatou no óleo da polpa 25,0%; por Amaral (2007), que encontrou no óleo da polpa 7%; e por Silva (2009), que obteve no óleo da polpa 25%.

Como pode ser visto, tanto a composição do fruto quanto o teor de óleo na polpa do fruto *in natura*, conforme dados da literatura consultada, são bastante discrepantes, resultado da origem do fruto, do estágio de maturação e qualidade dos frutos submetidos à análise e da variabilidade genética dos frutos em cada maciço natural de cada região.

5.2. Composição dos ácidos graxos do óleo da polpa da macaúba

A composição dos ácidos graxos do óleo da polpa da macaúba obtido a partir dos frutos dos tratamentos dos experimentos de pré-colheita e pós-colheita é apresentada nas Tabelas 5 e 6.

Não houve diferença na composição dos ácidos graxos do óleo da polpa de macaúba obtido a partir das amostras de frutos dos tratamentos com tiossulfato de prata, ethephon e testemunha (Tabelas 5 e 6). Foram encontradas variações nos percentuais de alguns ácidos graxos entre os tratamentos, porém não significativas do ponto de vista físico-químico, em que uma faixa de 3% de diferença entre os percentuais de ácidos graxos nesse tipo de análise é aceitável (GOH, 1991; CICONINI *et al.*, 2010; ANDRADE *et al.*, 2011). Ciconini *et al.* (2010), trabalhando com os frutos de sete palmeiras de macaúba, na região central de Mato Grosso do Sul, observaram diferenças discrepantes nos percentuais dos ácidos graxos do óleo da polpa desses frutos.

Os ácidos graxos com maiores percentuais foram o oleico (ácido graxo insaturado), variando entre 66,85% no tratamento com tiosulfato de prata, na pré-colheita, e 65,51% na testemunha, na pós-colheita; e o ácido graxo saturado palmítico, cujo percentual nos tratamentos variou entre 18,29% no tratamento com ethephon, na pré-colheita, e 16,28% na testemunha (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 – Percentual de ácidos graxos no óleo da polpa de macaúba nas amostras dos cachos da testemunha, dos cachos dos tratamentos com tiosulfato de prata e ethephon na pré-colheita

Ácido Graxo	Pós-Colheita		
	Testemunha	Tiosulfato de Prata	Ethephon
Concentração (%)			
C10:0 cáprico	0,01	0,04	0,03
C12:0 láurico	0,05	0,15	0,10
C14:0 mirístico	0,11	0,18	0,15
C16:0 palmítico	18,25	17,06	18,29
C16:1 palmitoleico	3,31	3,11	3,87
C18:0 esteárico	2,11	2,15	1,85
C18:1 oleico	66,41	66,85	65,71
C18:2 linoleico	8,43	9,03	8,60
C18:3 linolênico	1,17	1,27	1,25
C20:0 araquídico	0,10	0,12	0,10
C22:0 behênico	0,05	0,05	0,04
Total	100,00	100,00	100,00

Tabela 6 – Percentual de ácidos graxos no óleo da polpa de macaúba nas amostras dos cachos da testemunha, dos cachos dos tratamentos com tiossulfato de prata e ethephon na pós-colheita

Ácido Graxo	Pós-Colheita		
	Testemunha	Tiossulfato de Prata	Ethephon
Concentração (%)			
C10:0 cáprico	0,08	0,02	0,06
C12:0 láurico	0,45	0,09	0,32
C14:0 mirístico	0,37	0,12	0,26
C16:0 palmítico	16,28	17,60	17,72
C16:1 palmitoleico	1,89	2,61	2,46
C18:0 esteárico	1,73	1,69	1,86
C18:1 oleico	65,51	66,59	66,70
C18:2 linoleico	11,85	9,90	9,33
C18:3 linolênico	1,70	1,28	1,18
C20:0 araquídico	0,09	0,07	0,07
C22:0 behênico	0,05	0,03	0,03
Total	100,00	100,00	100,00

Foram encontrados nas amostras do óleo da polpa de macaúba dos tratamentos 11 ácidos graxos, sendo sete deles saturados (cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico e behênico) e quatro insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico e linolênico), conforme mostrado nas Tabelas 5 e 6.

Na composição dos ácidos graxos do óleo da polpa de macaúba, de todos os tratamentos o percentual total de ácidos graxos insaturados foi maior que o percentual total de ácidos graxos saturados (Tabelas 7 e 8). Apresentou no tratamento com tiossulfato de prata 80,26% na pré-colheita e 80,38% na pós-colheita; no tratamento com ethephon, 79,43% na pré-colheita e 79,67% na pós-colheita; e na testemunha, 79,32% na pré-colheita e 80,95% na pós-colheita.

Tabela 7 – Composição de ácidos graxos dos óleos de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, ethephon e testemunha na pré-colheita, comparados com dados da literatura

Ácidos Graxos	Tratamento			Hiane <i>et al.</i> (2005)	CETEC (1983)
	Tiosulfato de Prata	Ethephon	Testemunha		
Caprílico	-	-	-	0,45	0,45
Cáprico	0,04	0,03	0,01	0,27	0,27
Láurico	0,15	0,10	0,05	1,97	1,97
Mirístico	0,18	0,15	0,11	0,45	0,45
Palmítico	17,06	18,29	18,25	15,96	18,70
Palmitoleico	3,11	3,87	3,31	1,01	4,00
Esteárico	2,15	1,85	2,11	5,92	2,80
Oleico	66,85	65,71	66,41	65,87	53,40
Linoleico	9,03	8,60	8,43	5,10	17,70
Linolênico	1,27	1,25	1,17	2,52	1,50
Araquídico	0,12	0,10	0,10	-	-
Behênico	0,05	0,04	0,05	-	-
Ácidos saturados	19,74	20,57	20,68	25,52	24,64
Ácidos insaturados	80,26	79,43	79,32	74,48	75,36

Tabela 8 – Composição de ácidos graxos dos óleos de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, ethephon e testemunha na pós-colheita, comparados com dados da literatura

Ácidos Graxos	Tratamento			Hiane <i>et al.</i> (2005)	CETEC (1983)
	Tiosulfato de Prata	Ethephon	Testemunha		
Caprílico	-	-	-	0,45	0,45
Cáprico	0,02	0,06	0,08	0,27	0,27
Láurico	0,09	0,32	0,45	1,97	1,97
Mirístico	0,12	0,26	0,37	0,45	0,45
Palmítico	17,60	17,72	16,28	15,96	18,70
Palmitoleico	2,61	2,46	1,89	1,01	4,00
Esteárico	1,69	1,86	1,73	5,92	2,80
Oleico	66,59	66,70	65,51	65,87	53,40
Linoleico	9,90	9,33	11,85	5,10	17,70
Linolênico	1,28	1,18	1,70	2,52	1,50
Araquídico	0,08	0,07	0,09	-	-
Behênico	0,03	0,03	0,05	-	-
Ácidos saturados	19,62	20,33	19,05	25,52	24,64
Ácidos insaturados	80,38	79,67	80,95	74,48	75,36

Os percentuais de ácidos graxos insaturados verificados no óleo da polpa das amostras dos tratamentos de pré-colheita estão próximos daqueles encontrados na literatura (CETEC, 1983; BORA; ROCHA, 2004; HIANE *et al.*, 2005; AMARAL, 2007; SILVA, 2009). Porém, os percentuais de ácidos graxos insaturados verificados no óleo da polpa das amostras dos tratamentos de pós-colheita foram maiores que os observados na literatura (CETEC, 1983; HIANE *et al.*, 2005; AMARAL, 2007; SILVA, 2009).

Possivelmente a composição dos ácidos graxos encontrados neste trabalho, no experimento de pós-colheita, tenha diferido da relatada na literatura, devido à origem dos frutos de onde se obteve o óleo da polpa, ou seja, os diversos ecotipos de palmeiras, ainda que dentro do mesmo gênero *Acrocomia*, podem apresentar tanto diferenças biométricas (MANFIO *et al.*, 2011), como de percentual de casca, mesocarpo (polpa) e amêndoa, quanto da composição dos ácidos graxos do óleo da polpa (AMARAL, 2007).

Trabalhos realizados no CETEC (1983) e por Hiane *et al.* (2005) não fizeram menção de dois ácidos graxos saturados, araquídico e behênico, encontrados, porém esses mesmos autores citaram o ácido graxo saturado caprílico na composição do óleo de macaúba (Tabelas 7 e 8).

Para Amaral (2007), vários fatores contribuem para que a composição dos frutos da macaúba seja discrepante. O primeiro deles está ligado à colheita do fruto, que, ao amadurecer, se solta do cacho e cai. No chão, a polpa é atacada por microrganismos e sofre deterioração, o que altera as relações de massa entre as diversas partes do fruto.

Outro fator é o tempo que decorre entre a colheita do fruto e a sua chegada ao laboratório para análise, além do efeito que poderá ser causado por diferença de variedades e de grau de maturação (SZPIZ *et al.*, 1989).

5.3. Características físico-químicas do óleo da polpa da macaúba

O teor de ácidos graxos livres (acidez) no óleo de macaúba, na amostra do tratamento com tiosulfato de prata, foi de 3,124% na pré-colheita e 0,680% na pós-colheita, na amostra do tratamento com ethephon; e 1,787% na pré-colheita e 0,673% na pós-colheita. Na amostra do óleo

obtido com os frutos da testemunha, os percentuais de acidez foram de 1,707% na pré-colheita e 0,838 % na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9 – Características físico-químicas do óleo da polpa de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, com ethephon e testemunha na pré-colheita comparados com dados da literatura

Características	Tratamento			Hiane <i>et al.</i> (2005)	CETEC (1983)
	tiosulfato de prata	ethephon	testemunha		
Acidez (%)	3,124	1,787	1,707	0,83	0,3--1,0
Densidade 25°C g (cm ³) ⁻¹	0,913	0,907	0,916	-	0,926
Índice de refração 25°C	1,465	1,464	1,465	-	1,466
Índ. saponificação (mg KOH ⁻¹)	185,040	186,420	179,860	210,800	192,000
Índice de iodo (g I ₂ 100g ⁻¹)	80,13	75,41	75,88	75,43	84,00
Índice de peróxido (meq g ⁻¹)	0,79	0,78	0,78	2,09	8,0

Tabela 10 – Características físico-químicas do óleo da polpa de amostras dos frutos tratados com tiosulfato de prata, com ethephon e testemunha na pós-colheita comparados com dados da literatura

Características	Tratamento			Hiane <i>et al.</i> (2005)	CETEC (1983)
	tiosulfato de prata	ethephon	testemunha		
Acidez (%)	0,680	0,673	0,838	0,83	0,3--1,0
Densidade 25°C g (cm ³) ⁻¹	0,909	0,909	0,901	-	0,926
Índice de refração 25°C	1,465	1,465	1,464	-	1,466
Índ. saponificação (mg KOH ⁻¹)	185,580	203,650	187,790	210,800	192,000
Índice de iodo (g I ₂ 100g ⁻¹)	79,91	79,41	81,61	75,43	84,00
Índice de peróxido (meq g ⁻¹)	0,75	0,75	0,76	2,09	8,00

A densidade do óleo obtido dos frutos do tratamento com tiosulfato de prata foi 0,913 na pré-colheita e 0,909 na pós-colheita. No óleo obtido dos frutos do tratamento com ethephon, a densidade foi 0,907 na pré-colheita e 0,909 na pós-colheita. No óleo extraído dos frutos da testemunha, a

densidade foi 0,916 na pré-colheita e 0,901 na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

O índice de refração do óleo obtido dos frutos do tratamento com tiosulfato de prata foi 1,465 na pré-colheita e 1,465 na pós-colheita; do óleo obtido dos frutos do tratamento com ethephon, 1,464 na pré-colheita e 1,465 na pós-colheita; e do óleo obtido dos frutos da testemunha, 1,465 na pré-colheita e 1,464 na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

O índice de saponificação do óleo obtido dos frutos do tratamento com tiosulfato de prata foi 185,040 na pré-colheita e 185,580 na pós-colheita; do óleo obtido dos frutos do tratamento com ethephon, 186,420 na pré-colheita e 186,650 na pós-colheita; e do óleo obtido dos frutos da testemunha, 189,860 na pré-colheita e 187,790 na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

O índice de iodo do óleo obtido dos frutos do tratamento com tiosulfato de prata foi 80,13 na pré-colheita e 79,91 na pós-colheita; do óleo obtido dos frutos do tratamento com ethephon, 75,41 na pré-colheita e 79,41 na pós-colheita; e do óleo obtido dos frutos da testemunha, 75,88 na pré-colheita e 81,61 na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

O índice de peróxido do óleo extraído dos frutos do tratamento com tiosulfato de prata foi 0,79 na pré-colheita e 0,75 na pós-colheita; do óleo obtido dos frutos do tratamento com ethephon, 0,78 na pré-colheita e 0,75 na pós-colheita; e no óleo obtido dos frutos da testemunha, 0,78 na pré-colheita e 0,76 na pós-colheita (Tabelas 9 e 10).

Os resultados das análises físico-químicas relacionadas à densidade e ao índice de refração foram semelhantes àqueles encontrados na literatura (CETEC, 1983; HIANE *et al.*, 2005). Porém, os resultados das análises físico-químicas relacionados aos índices de acidez, saponificação, iodo e peróxido diferiram dos encontrados no CETEC (1983) e por Hiane *et al.* (2005), sendo esses maiores dos que os obtidos neste trabalho, exceto o índice de acidez, cujos resultados observados na literatura citada são menores que os obtidos no óleo dos frutos do experimento de pré-colheita.

Silva (2009) relatou que o óleo do fruto conservado na temperatura ambiente, sem inativação com vapor, apresentou índice de acidez superior a 15 mg KOH/g, índices de iodo = 77,52, índice de saponificação = 201,13 e

índice de peróxido = 6, resultados esses que diferiram dos deste trabalho, mas que ficaram próximos dos encontrados no CETEC (1983) e por Hiane *et al.* (2005).

Os resultados das análises relacionados ao teor de ácidos graxos livres (acidez) e ao índice de peróxido nos óleos dos frutos dos tratamentos com tiosulfato de prata, ethephon e na testemunha, tanto na pré-colheita quanto na pós-colheita, indicaram boa qualidade do óleo (ANVISA, 2010), em comparação com os resultados das análises dos trabalhos da literatura pesquisada (AMARAL, 2007; SILVA, 2009). Porém, os resultados das análises físico-químicas relacionados a densidade, índices de saponificação, iodo e peróxido, diferiram dos encontrados no CETEC (1983) e por Hiane *et al.* (2005), sendo maiores que os deste trabalho.

Nos trabalhos consultados (AMARAL, 2007; SILVA, 2009), os resultados de acidez e peróxido indicaram que o óleo estava degradado, visto que os valores de peróxido considerados normais deveriam estar abaixo de 10 meq kg⁻¹. Da mesma forma, o valor-padrão de acidez do óleo deveria ser em torno de 5 mg KOH g⁻¹ (ARAÚJO, 2011).

Geralmente, o índice de acidez pode revelar formas incorretas de colheita dos frutos, amadurecimento e armazenamento impróprios (AMARAL, 2007). Assim, a acidez elevada pode dificultar o processo de transesterificação, quando induz a saponificação do material (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2011).

O índice de saponificação dos glicerídeos neutros varia com a natureza dos ácidos graxos constituintes, ou seja, quanto menor o peso molecular, maior o índice de saponificação (MORETTO; FETT, 1998; ARAÚJO, 2011).

A análise desse parâmetro indicou que, no óleo da polpa (211,8 mg de KOH g⁻¹) ocorreram variações que podem ser reflexo do teor de ácido predominante na polpa (ácido oleico), de alto peso molecular. O índice de saponificação encontrado no óleo da polpa assemelhou-se ao obtido por Lima (2005).

O resultado da análise do óleo da polpa de macaúba, relacionado ao índice de iodo, evidenciou o alto grau de insaturação desse óleo, pois,

quanto maior a capacidade de reação com o iodo, maior o grau de insaturação do óleo (SILVA, 2009; ARAÚJO, 2011).

Para Amaral (2007), o óleo da polpa de macaúba apresenta maior concentração de ácidos graxos insaturados, notadamente o ácido oleico, sendo um ácido essencial (Ômega 9) que participa do metabolismo na síntese de hormônios, em tecidos animais. Portanto, o óleo da polpa, por conter, na sua composição, maior concentração de ácidos graxos insaturados, pode ser de grande utilização na indústria de cosméticos.

6. CONCLUSÃO

- 1- O ethephon foi efetivo em acelerar o amadurecimento e promover a abscisão de frutos dos cachos da macaúba, tanto no experimento de pré-colheita quanto no de pós-colheita.
- 2- O tiosulfato de prata não foi eficiente em evitar a abscisão dos frutos dos cachos de macaúba, tanto no experimento de pré-colheita quanto no de pós-colheita.
- 3- A testemunha apresentou abscisão desuniforme e mais demorada dos frutos que os tratamentos com tiosulfato de prata e com ethephon, tanto no experimento de pré-colheita quanto no de pós-colheita.
- 4- Os frutos de macaúba obtidos na região de Tailândia, Sudeste do Pará, apresentaram diâmetro médio menor do que o citado na literatura.
- 5- Os percentuais de casca, polpa e amêndoa foram os menores dos reportados na literatura.
- 6- O percentual de óleo na polpa (mesocarpo) foi menor do que os encontrados nos trabalhos de literatura, evidenciando a menor quantidade de óleo nos frutos do ecotipo da palmeira macaúba na região de Tailândia, Pará.
- 7- O resultado das análises de caracterização físico-química do óleo da polpa de macaúba indicou que os índices de acidez, o índice de

saponificação e o índice de peróxido foram melhores do que os encontrados na literatura.

- 8- Os índices de densidade, refração e iodo foram semelhantes aos dos resultados encontrados na literatura, evidenciando a boa qualidade do óleo da polpa dos frutos dos tratamentos dos experimentos de pré-colheita e pós-colheita.
- 9- A composição de ácidos graxos saturados e insaturados encontrada no óleo da polpa dos frutos dos tratamentos dos experimentos de pré-colheita e pós-colheita diferiu do reportado na literatura. Os percentuais de ácidos graxos saturados encontrados neste trabalho foram menores e os de ácidos graxos insaturados, maiores.
- 10- O ácido graxo insaturado oleico apresentou o maior percentual na composição do óleo da polpa, obtido a partir dos frutos de todos os tratamentos de pré-colheita e pós-colheita, resultado semelhante ao reportado pela literatura.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, M. R. P.; DEMATTE, M. E. S. P. **Palmeiras, características botânicas e evolução**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. p. 19-69.

ANDRADE, M. H. C.; VIEIRA, A. S.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; NEVES, R. M. P. S. **Óleo do fruto da palmeira macaúba** – Parte I: Uma aplicação potencial para indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos. Disponível em: <www.entabanbrasil.com.br/downloads/oleo-Macauba-II.PDF>. Acesso em: 11 maio 2011.

AMARAL, F. P. **Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart]**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, SP, 2007.

ANTONIOLLI, R. L.; CASTRO, P. R. de C.; KLUGE, R. A. Prevenção da abscisão pré-colheita de frutos de laranjeira 'Westin'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 83-94, 2003.

ANVISA – Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482_99.htm>. Acesso em: 5 nov. 2010.

AOCS – **Official methods and recommended practices of the american oil chemists society**. 5. ed. Champaign, 1998. v. 1-2.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. ed. Atual. Ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p. 9-83.

BARBOSA, J. G.; TAVARES, A. R. R.; FINGER, F. L.; LEITE, R. A. de. Vida de prateleira de minicrisântemos em vaso tratados com tiosulfato de prata. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, 2005.

BARRIA, M. J. Etileno. In: CID, L. P. B. (Ed.). **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia, 2000. p.107-130.

BIODIESELBR. **Embrapa lança projeto PROPALMA para estudar palmeiras oleíferas**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/embrapa-projeto-propalma-estudar-palmeiras-oleiferas-140411.htm>>. Acesso em: 2 maio 2011.

BONDAR, G. **Palmeiras do Brasil**. Disponível em: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil/macauaba.htm>>. Acesso em: jul. 2005.

BONGHI, C.; RASCIO, N.; RAMINA, A.; CASADORO, G. Cellulase and polygalacturonase involvement in the abscission of leaf and fruit explants of peach. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 20, n. 5, p. 839-848, 1992.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaíba palm: fatty and amino acids composition of fruits. **Ciência y Tecnología Alimentaria**, México, v. 4, n. 3, p. 158-162, 2004.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. D'A. Indução do amadurecimento de mangas cv. 'Tommy Atkins' e cv. 'Ubá' pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008.

CARVALHO, G. R.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, L. F.; BARTHOLO, G. F. Eficiência do ethephon na uniformização e antecipação da maturação de frutos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e na qualidade da bebida. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 98-106, jan./fev. 2003.

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Programa energia. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Belo Horizonte, 1983. 152 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças** – Fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras, MG: EDUFLA, 2005. p. 108-125.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças** – Glossário. Lavras, MG: EDUFLA, 2006. p. 111-114.

CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; SOUZA, C. F. T. de; MYIAHIRA, M. A. M. Óleo de polpa da macaúba: variabilidade das características físico-químicas em plantas do Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS

CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. da. **Macaúba**: potencial fonte alternativa para produção de biodiesel. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/269>>. Acesso em: 22 dez. 2010.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **La palma de aceite**. Bogotá-Colômbia: FEDEPALMA, 2009. p. 327-332.

COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p. (Documentos/Embrapa Cerrados, 229).

CRUZ, M. do C. M. da; RAMOS, J. D.; MOREIRA, R. A.; SANTOS, V. A. dos S. Crescimento de tangerinas 'Ponkan' em plantas submetidas ao raleio químico. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 500-505, jul./ago. 2010.

DHILLON, W. S.; MAHAJAN, B. V. C. Ethylene and ethephon induced fruit ripening in pear. **Journal of Stored Products and Postharvest Research.**, v. 2, n. 3, p. 45-51, mar. 2011.

DIAS, L. A. dos S.; BARROS, W. S. **Biometria experimental**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 148 p.

EMBRAPA – Empresa Nacional de Pesquisa em Informática para a Agricultura. **Software NTIA versão 4.2.1**. Campinas, SP, 1997.

ENERGÉTICAS – Inclusão social e energia, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1910-1914.

FINGER, F. L.; CARNEIRO, T. F.; BARBOSA, J. G. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 533-537, 2004.

GOH, E. M. Palm oil composition and quality. In: INTL. PALM OIL CONFERENCE CHEMISTRY & TECHNOLOGY – PORIM, 1991. **Anais...** [S.l. : s.n.], 1991.

GONZALES, A. F.; AYUB, R. A.; WERLANG, C. Efeito de ethephon e embalagem de PVC na qualidade pós-colheita de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. 'FUYU' armazenados a 25 °C. **Publ. UEPG – Ci. Exatas, Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 21-26, abr. 2004.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University, 1995. p.166-167.

HIANE, P. A.; FILHO, M. M. R.; RAMOS, M. I. L.; MACEDO, M. L. R. Bocaiuva, *Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd. pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. **Journal Food Technology**, v. 8, n. 3, p. 256-259, 2005.

LIAO, L. J. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulphate and sucrose. **Botanical Bulletin of Academic Sinica**, London, v. 41, p. 299-303, 2000.

LIMA, J. R. de O. **Síntese e caracterização físico-química, térmica e espectroscópica de biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.), tucum (*Astrocaryum vulgare*), macaúba (*Acrocomia aculeata*) e soja (*Glycine max*) por rota alcalina e etílica**. 2005. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

LINARDI, V. R.; NOCOLI, J. **Produção a partir de microrganismos isolados de frutos de Macaúba (*Acrocomia sclerocarpa*)**. Belo Horizonte: ICB/UFMG, 1981. 18 p.

LINCON, C. T. Potencialidades de oleaginosas para a produção de biodiesel. In: Produção de Oleaginosas para Biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.

LLERAS, E. y CORADIN, L. Palmeras nativas como oleaginosas: situación actual y perspectivas para América Latina. En: FORERO, L. E. (Ed.). **Informe del Seminario-Taller sobre Oleaginosas Promisorias**. Bogotá: Asociación Inter-ciencia, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, 1985. p. 92-143.

LORENZI, G. M. A. C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – ARECACEAE: bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 166 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. J. C. de; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004. 32 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. J. C. de; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2010. p. 14-41.

MANFIO, C. E. **Análise genética no melhoramento da macaúba**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; SANTOS C. E. M. dos; PIMENTEL, L. D.; QUEIROZ, V. de; SATO, A. Y. Repetibilidade em características biométricas do fruto da macaúba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 70-76, jan. 2011.

MEDINA, V. M. **Indução da maturação da banana 'Terra' com ethephon**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 5 p. (Circular Técnica, 71).

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUSA, T. C. R. de. **Macaúba: oportunidades e desafios**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/163>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos vegetais e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 46 p.

MOTTA, P. E.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1023-1031, 2002.

NAKAYAMA, F. T.; FURLAN JUNIOR, E.; BORGES, W. L. B.; FERRARI, S. Avaliação do momento de aplicação de ethephon sobre a qualidade e maturação dos frutos de café cv. 'Mundo Novo'. **Rev. OMNIA EXATAS**, Adamantina, SP, v. 2, n. 1, 7-15, jan./jun. 2009.

NEGRELLE, R. R. B.; PINTO, E. C. T.; ZANIOLO, S. R. Subsídios ao entendimento da dinâmica de exploração e comercialização de espécies arbóreas nativas do pantanal mato-grossense. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55.; ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA e ES, 26., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, MG, 2004. CD-Rom.

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba – Piracicaba**. 1952. 85 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 1952.

PANDITA, V. K.; JINDAL, K. K. Enzymatic and anatomical changes in the abscission zone cells of apple fruits induced by ethephon. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 33, n. 1, p. 20-25, 1991.

PEREIRA, G. M.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Influência do tratamento com etileno sobre o teor de sólidos solúveis e a cor das pimentas. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1031-1036, 2008.

PETRI, J. L.; ARGENTA, L. C.; SPENGLER, M. M. Manejo na colheita da macieira com o uso de AVG. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO – ENFRUTE, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Caçador, SC: EPAGRI, 2002. p.141-148.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2007. 42 p.

RODRIGUES, T. de J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal – Hormônios das plantas**. São Paulo: Funep, 2004. p. 53-64.

RUBIO NETO, A. **Superação da dormência em sementes de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex Mart.)**. 2010. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2010.

SANCHES, F. R. **Aplicação de biorreguladores vegetais: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial**. Jaboticabal, SP: Funep, 2000. 160 p.

SCUDELER, F.; RAETANO, C. G.; ARAÚJO, D. de; BAUER, F. C. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.

SILVA, I. da. **Uso de processos combinados para o aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de macaúba**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, I. C. C.; PONTES, F. S.; COURI, S.; ARAUJO, M. M.; FREITAS, S. P. Extração combinada do óleo de macaúba: tecnologia enzimática e prensagem hidráulica. In: CONGRESSO NACIONAL DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2008. v. 1, p. 1-10.

SILVA, J. C. **Macaúba**: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. Viçosa. 1994. 41 f. Monografia (Disciplina Cultivo de Essências Exóticas e Nativas) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

SILVA, J. de C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados a madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. **IPEF**, n. 34, p. 31-34, dez. 1986.

SPRICIGO, P. C.; MATTIUZ, BEN-HUR; PIETRO, J. DE; MATTIUZ, C. F. M.; OLIVEIRA, M. E. M. DE. Inibidor da ação do etileno na conservação pós-colheita de *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. Dragon. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 5, p.1184-1190, set./out. 2010.

STEFANELLO, S.; SCHUELTER, A. R.; SCARPIM, C. A.; FINGER, F. L.; PEREIRAS, G. M.; BONATO, C. M.; ROCHA, C. de S.; SILVA, J. M. Amadurecimento de frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) tratados com Etephon. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 425-434, 2010.

STEFFENS, C. A.; SESTARI, I.; BRACKMANN, A. Controle da queda pré-colheita de maçãs “Gala” e “Fuji” com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 329-332, jul.-set. 2005.

SZPIZ, R. R.; LAGO, R. C. A.; JABLONKA, F. H.; PEREIRA, D. A. Óleos de macaúba: uma alternativa para a oleoquímica. **Comunicado Técnico**, Embrapa, CTAA, v. 14, p. 1-10, 1989.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 558 p.

WANDECK, F. A.; JUSTO, P. G. A macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, 1988, Brasília. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA, CPAC, 1988. p. 541-577.