

WILLIAM CARLOS GONZAGA FRANCO

**FREQUÊNCIA DE QUEDA E AVALIAÇÃO DO USO DE COLETOR NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MACAÚBA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F825f
2019
Franco, William Carlos Gonzaga, 1990-
Frequência de queda e avaliação do uso de coletor na
conservação pós-colheita de frutos de macaúba / William Carlos
Gonzaga Franco. – Viçosa, MG, 2019.
x, 38 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Antonio Saraiva Grossi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 34-38.

1. Macaúba. 2. Equipamento agrícola. 3. Óleo de macaúba -
Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.851

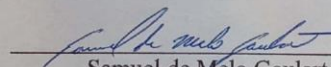
Ativa
Acesse

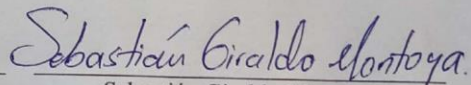
WILLIAM CARLOS GONZAGA FRANCO

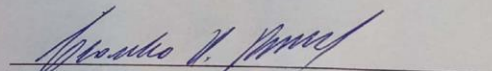
**FREQUÊNCIA DE QUEDA E AVALIAÇÃO DO USO DE COLETOR NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MACAÚBA**

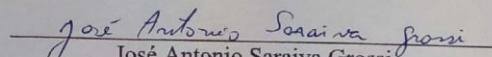
Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 23 de julho de 2019.


Samuel de Melo Goulart


Sebastián Giraldo Montoya


Leonardo Duarte Pimentel
(Coorientador)


José Antonio Saraiva Grossi
(Orientador)

*Faça um plano, tenha um objetivo.
Trabalhe para alcança-los, mas de vez em quand
Olhe ao seu redor e aproveite, porque é isso
Tudo pode acabar amanhã.
Grey's anatomy*

*Ao meu avô Benedito e a minha avó Efigênia,
por serem meu exemplo de vida.
Aos meus pais Nilza e Luiz,
pelo amor incondicional,
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao criador do universo, por ter me permitido chegar até aqui e por me fazer um ser humano cheio de força e esperança.

Aos meus pais Nilza e Luiz, por nunca desistirem de mim, e sempre me apoiarem em qualquer decisão. Ao meu irmão Gustavo, pelo companheirismo.

Aos meus avós Benedito, Efigênia e Antônia, pela mais pura demonstração de amor. Aos tios e tias pelo carinho, aos primos e primas pela amizade.

Ao meu orientador, José Antônio Grossi por me acompanhar nessa caminhada, nem sempre fácil, sendo mais que um orientador e sim um amigo.

Aos Coorientadores, Leonardo e Cecon, pela amizade e por compartilharem os conhecimentos. Ao Samuel pela boa vontade e paciência em tirar minhas dúvidas.

As amizades construídas ao longo dessa caminhada, em especial ao Felipe e à Josiane, que me suportaram nos momentos de crise e dividiram comigo os melhores momentos de descontração.

Aos amigos, que na verdade chamo de irmãos. Ao Denis pelo suporte emocional. Ao Nathan por sempre me fazer entender o significado da palavra paciência. Ao Maurício pela convivência diária e ao Guilherme pelas conversas intermináveis que sempre terminam em café ou cerveja.

Às minhas garotas. À Valcívnia, por ter dividido um teto e me aceitado essencialmente como sou. À Dani, por ser a minha pessoa e à Cássia, pelo apoio.

Aos meus companheiros da Engenharia Florestal. Ao Hugo e ao Josué, por me permitirem fazer parte do trio mais inusitado possível. À Thamires, Camila e à Amana, por serem seres humanos inspiradores. Ao Allan pelos incontáveis sorrisos.

Aos amigos do CsF – Irlanda. À Thaís, por ter me permitido viver as melhores experiências ao lado dela. Ao Nikolas, por ser o segundo geminiano mais legal. Ao Luiz, pelo carinho e suporte. À Luana, por ter dividido a apê 111, e à Thayse, pelas incontáveis festas da farinha. Minha admiração por vocês vence qualquer distância.

Aos amigos de Congonhas. À Julia, por ser o meu porto seguro. Ao Lucas, pelas horas de Cavaleiros do Zodíaco e ao Lohan, pelas melhores histórias da adolescência.

Aos amigos da vida, Ygor, Dani, Michel, Dimas, Gregório, Vini, Ronaldo e Marjorie, por sempre se fazerem presentes mesmo que a distância.

À Rede Macaúba de Pesquisa (Remape), e aos funcionários da Horta Velha, sem vocês eu não teria conseguido.

À UFV, ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Departamento de Fitotecnia. Sinto-me extremamente feliz por me permitirem fazer parte dessa história gigante.

A CAPES pelo financiamento da pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho. Essa vitória é nossa.

Enfim, “Não é sobre chegar ao topo do mundo e saber que venceu, é sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu, é sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações, e assim ter amigos contigo em todas as situações”. Ana Vilela.

Gratidão

BIOGRAFIA

WILLIAM CARLOS GONZAGA FRANCO, filho de Luiz Carlos Franco e Nilza Aparecida Gonzaga Franco, nasceu no dia 14/06/1990 na cidade de Congonhas, Minas Gerais.

Em março de 2011, matriculou-se na Universidade Federal de Viçosa, tornando-se Engenheiro Florestal em julho de 2017. Durante o período de janeiro de 2014 a maio de 2015, foi aluno do programa Ciência sem Fronteiras no Institute Technology of Tralee na Irlanda.

Em agosto de 2017 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia sob a orientação do professor José Antonio Saraiva Grossi, submetendo-se a defesa da dissertação em julho de 2019.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Macaúba	3
2.2 Usos da palmeira macaúba	4
2.3 Colheita e Pós-colheita	6
3. OBJETIVOS	9
3.1 Objetivo Geral	9
3.2 Objetivos Específicos	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Área de estudo	10
4.2 Montagem dos coletores	10
4.3 Experimento I	12
4.4 Experimento II	13
4.5 Avaliações	15
4.5.1 Peso dos frutos após tempo de permanência	15
4.5.2 Número de frutos com aparente colonização microbiana.....	15
4.5.3 Peso de massa fresca de polpa.....	15
4.5.4 Teor de umidade da polpa	15
4.5.5 Índice de Acidez (IA).....	16
4.5.6 Estabilidade Oxidativa (EO)	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 Experimento I	18
5.1.1 Picos de queda dos frutos durante a estação chuvosa	18
5.1.2 Frequência da queda dos frutos de cada planta	20
5.1.3 Estudo dos cachos	22
5.2 Experimento II	24
5.2.1 Peso dos frutos após o tempo de permanência no campo	24
5.2.3 Massa de polpa fresca	26
5.2.4 Teor de água na polpa (TA)	28
5.2.5 Índice de Acidez.....	29
5.2.6 Estabilidade Oxidativa	31
6. CONCLUSÃO	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

RESUMO

FRANCO, William Carlos Gonzaga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Frequência de queda e avaliação do uso de coletor na conservação pós-colheita de frutos de macaúba.** Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Coorientadores: Leonardo Duarte Pimentel e Paulo Roberto Cecon.

A macaúba é uma espécie pertencente à família das Arecaceae, nativa do cerrado brasileiro e com ampla distribuição geográfica. Sua principal característica é a multiplicidade dos seus produtos. A colheita se dá estritamente de forma extrativista e em apenas cinco meses do ano, o que torna necessários estudos de técnicas de colheita e pós-colheita que aumentem a viabilidade dos frutos pelo maior tempo possível. O contato dos frutos com o solo favorece o aumento da umidade nos frutos e a contaminação por microrganismos. Diante disso, os objetivos do estudo foram avaliar o padrão de queda dos frutos de macaúba (experimento 1) e o uso de coletor na colheita dos frutos que impossibilitem o contato do fruto com o solo (experimento 2). Os experimentos foram conduzidos na UEPE- Horta Velha, campus da Universidade Federal de Viçosa. No primeiro experimento foi monitorado o padrão de queda dos frutos de dez plantas de macaúba. Três vezes por semana os frutos foram coletados, contabilizados e pesados. No segundo experimento foram instalados coletores individuais, a 1 metro de altura do solo em seis plantas, submetidas aos seguintes tratamentos: 1) frutos mantidos no coletor e no solo entre 0 e 7 após a queda natural da planta (DAQ); 2) frutos mantidos no coletor e no solo entre 7 e 14 DAQ; 3) frutos mantidos no coletor e no solo entre 14 e 21 DAQ e; 4) frutos mantidos no coletor e no solo entre 21 e 28 dias DAQ. Para cada tratamento foram considerados 40 frutos: 20 frutos foram mantidos no coletor e 20 frutos foram colocados em contato com o solo. Foram determinadas as seguintes características; peso fresco do fruto, número de frutos com contaminação aparente por microrganismos, massa de polpa fresca, teor de óleo, teor de umidade da polpa, índice de acidez do óleo da polpa (IA), estabilidade oxidativa do óleo da polpa e teor de umidade no óleo da polpa. Realizou-se a análise de variância e quando necessário o teste de Tukey. A maior concentração da queda dos frutos ocorreu nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Os frutos apresentaram perda de peso de 23,74%. Frutos com menor tempo de permanência no campo apresentaram menor contaminação por microrganismos e maiores massas de polpa (299,46g). Houve interação significativa entre o tempo de permanência e o sistema de colheita. Maior tempo de

permanência no coletor apresentou menor teor de umidade médio (36,81%). O índice de acidez apresentou tendência crescente tanto no solo quanto no coletor de acordo com o tempo de permanência, o maior IA foi observado nos frutos que permaneceram entre 21 a 28 dias no campo (10,44%) e o menor nos frutos que permaneceram entre 0 a 7 dias no campo (0,53%). Concluiu-se que a queda dos frutos concentra-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e que as plantas apresentam distribuições de quedas particulares. O coletor apresenta uso potencial em função da diminuição do teor de água na polpa dos frutos, sendo essa uma característica de suma importância na conservação pós-colheita.

ABSTRACT

FRANCO, William Carlos Gonzaga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Drop frequency and evaluation of gatherer use in postharvest conservation of macaúba fruits.** Advisor: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisors: Leonardo Duarte Pimentel and Paulo Roberto Cecon.

Macaúba is a species that belongs to the palm family, it is native to the Brazilian Cerrado and it has a wide geographical distribution. Its main characteristic is the multiplicity of its products. The harvest occurs strictly through extractivism and in only five months of the year, which makes studies of harvesting and postharvest techniques necessary to increase fruit viability for the longest time possible. The contact of the fruits with the soil favors the increase of the water content of the fruit and the microbial contamination. Thus the objectives of the study were to evaluate the macaúba fruit drop pattern (experiment 1) and the use of gatherers that prevent the contact of the fruits with the soil during harvest (experiment 2). The experiments were conducted in the UEPE – Horta Velha, on the campus of the Federal University of Viçosa. On the first experiment, the fruit drop pattern of ten plants of Macaúba was monitored. Three times a week, in which the fruits were collected, counted and weighed. On the second experiment, individual gatherers were installed one meter above the ground on six plants, which were subject to the following treatments: 1) fruits kept on gatherer and soil between 0 and 7 after the plant's natural drop (DAQ); 2) fruits kept on gatherer and soil between 7 and 14 DAQ; 3) fruits kept on gatherer and soil between 14 and 21 DAQ; and 4) fruits kept on gatherer and soil between 21 and 28 days DAQ. For each treatment 40 fruits were considered: 20 fruits were kept in the gatherer and 20 fruits were placed in contact with the soil. The following characteristics were determined: fresh weight of the fruit, number of fruits with apparent microbial contamination, fresh pulp mass, oil content, water content of the pulp, acid value of the pulp oil, oxidative stability of the pulp oil and water content of the pulp oil. The analysis of variance was carried out as well as the Tukey's test, when necessary. The highest concentration of fruits occurred in the months of December, January and February. The fruits showed a weight loss of 23.74%. Fruits that remained in the field for the shortest period showed a lower contamination by microorganisms and showed the highest pulp mass (299.46g). The interaction between exposure time and harvest system was significant. Longest time in the gatherer showed the

lowest average of water content of the pulp (36,81%). The acid value showed an increasing tendency on both the soil and the gatherer according to its exposure time, the highest one was observed on fruits kept between 21 and 28 days in field (10,44%) and the lowest on fruits kept between 0 and 7 days in field (0,53%). The average water content of the pulp was lower on the gatherer. It was concluded that the drop of fruits is concentrated in the months of December, January and February, and that the plants present particular drop distributions. The collector has potential use due to the decrease of water content in the fruit pulp, which is a very important feature in postharvest conservation.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2015), a população mundial chegará aproximadamente a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, o que acarretará na necessidade de um aumento de 86% na produção de alimentos. No ano de 2015, 795 milhões de pessoas já sofriam com a fome e a má nutrição. Uma solução sugerida é a diversificação da produção convergindo no aumento da produtividade agrícola, pecuária e de processamento.

Nesse contexto, a palmeira macaúba [(*Acrocomia aculeata* (Jacq.)Lodd. ex Mart)] vem se destacando pelo seus múltiplos usos tornando a sua cadeia agroindustrial sustentável (SARI, 2015), podendo ser usada na produção de biodiesel (SCHERER, 2015), na indústria de cosméticos (CALLEGARI et al., 2015) e na produção de carvão (EVARISTO, 2015). Na alimentação humana, pode ser utilizada como azeite (TÓLEDO, 2010; LORENZI, 2010); a farinha do processamento pode ser utilizada na produção de biscoitos e similares aumentando a qualidade nutricional (RODRIGUES et al., 2017) e também pode ser utilizada na alimentação de ruminantes (SOBREIRA et al., 2012).

O aumento no interesse pelo óleo da macaúba na alimentação humana deve-se a sua composição, que contém carotenoides diversos, antioxidantes e vitaminas, compostos fundamentais para o perfeito funcionamento do metabolismo humano, além de diminuir a chance de doenças cardiovasculares e controle de dislipidemias (CICONINI, 2012).

Atualmente um dos grandes gargalos da cadeia produtiva da Macaúba é o processo de colheita e pós-colheita. A colheita dos frutos de macaúba é essencialmente extrativista, ou seja, os frutos são coletados quando caem naturalmente no chão, favorecendo assim o aumento da umidade e também a colonização de microrganismos que deterioram e alteram partes do fruto afetando a qualidade do óleo (MOTTA et al., 2011). Por essa razão os frutos devem ser processados rapidamente (SOUZA, 2013), embora Goulart (2014) tenha constatado que é possível manter a qualidade do óleo por até 30 dias desde que seja feito um pré-tratamento antifúngico.

A mecanização da colheita dos frutos das palmeiras é dificultada pela altura em que os cachos se encontram. Na cultura do dendê (*Elaeis guineensis*) a colheita é feita de forma manual, sendo o cacho maduro colhido em uma única operação, com o auxílio de foices e machadinhas (ROBERT, 2017). Nas plantações de coco (*Cocos nucifera*), açai (*Euterpe*

oleracea) e babaçu (*Attalea speciosa*) a colheita é realizada escalando-se o estipe com o auxílio de ferramenta manual (peconha). Ao alcançar o cacho ele é cortado com um facão, não sendo utilizada nenhuma estratégia de proteção aos frutos, podendo assim, os mesmos sofrerem danos que diminuem o valor de mercado (KAWAHARA, 2017).

Juntamente com o problema da altura elevada em que os frutos se encontram, as etapas de colheita e transporte representam grande parte dos custos de produção. Para o setor florestal os valores chegam a 50% (MACHADO, 2014) e para o abacate a 28,24% (PARTICHELLI et al., 2018). Ainda é necessário pensar em condições ergonômicas para os trabalhadores rurais envolvidos nessas etapas. De acordo com Robert (2017), os trabalhadores estão submetidos a inúmeros riscos de acidentes na colheita do dendezeiro, entre eles, risco de folhas e/ou cachos caírem sobre a cabeça, utilização de ferramentas cortantes, acidentes com espinhos e animais peçonhentos. Além disso, os trabalhadores rurais estão expostos a problemas de saúde tanto do cunho físico quanto emocional.

Além do processo rudimentar da colheita dos cachos é preciso lidar com a sazonalidade dos frutos de macaúba, que se restringe a apenas cinco meses do ano (FARIA 2010). Diante dos fatos apresentados, fazem-se necessários estudos de técnicas que facilitem a colheita, diminuam os riscos aos trabalhadores rurais e aumentem a viabilidade dos frutos pelo maior tempo possível, sem alteração da qualidade do óleo. Nesse contexto, o estudo visa o conhecimento do padrão de queda dos frutos e a avaliação do uso de um coletor que impede o contato dos frutos com o solo, fornecendo assim informações cruciais para o desenvolvimento de técnicas de colheita.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Macaúba

A palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*), pertencente à família das Arecaceae, é uma palmeira nativa, conhecida popularmente como bocaiúva, coco-baboso, macaúba e mucajaba. Ocorre naturalmente do sul do México até o sul da Argentina (MORCOTE-RIOS & BERNAL, 2001). A macaúba ocorre em todo o Brasil, majoritariamente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (BHERING et al., 2010), sendo Minas Gerais o centro da diversidade genética (LANES, 2015).

A macaúba apresenta caule do tipo estipe e pode atingir de 10 a 16 metros de altura e 20 a 30 cm de diâmetro. Os espinhos presentes no caule são pontiagudos localizados na região dos nós e podem apresentar comprimento de até 10 cm. Suas folhas apresentam coloração verde, são pinadas, podendo alcançar até 5 metros de comprimento, com aproximadamente 130 folíolos de cada lado com presença de espinhos na região central, ordenadas em diferentes planos configurando uma copa com aspecto plumoso (LORENZI et al., 2010).

A madeira da *A. aculeata* é caracterizada como dura, ligeiramente pesada e de longa durabilidade (LORENZI et al., 2010).

As flores são amarelas e estão dispostas em inflorescências interfoliares do tipo espádice, com 50 a 80 cm de comprimento. As flores são unissexuais e ambos os sexos brotam na mesma inflorescência, sendo que as masculinas nascem no topo e as femininas na base. A floração ocorre entre os meses de setembro a fevereiro com maior destaque para os meses de outubro a janeiro (CICONINI, 2012). O mecanismo reprodutivo da macaúba é a protoginia, ou seja, há separação temporal da maturação das flores, favorecendo a polinização cruzada (xenogamia), que na presença de polinizadores eficientes aumenta o sucesso reprodutivo (OSTROROG & BARBOSA, 2009).

Os principais polinizadores da macaúba são os coleópteros, sendo o vento um agente secundário. Esse fato aliado a um sistema reprodutivo flexível (fecundação cruzada e autopolinização) permite maiores chances da espécie se estabelecer em novas áreas (COSTA, 2009).

Os frutos são drupas globosas esféricas ou moderadamente achatadas com diâmetros de 2,5 a 5,0 cm (LORENZI et al., 2010). As drupas apresentam uma casca (epicarpo) de cor verde

nos estágios iniciais de maturação, passando a tonalidade de verde-amarela, amarela ou castanha quando totalmente madura (PIMENTEL et al., 2011a). Essa variação de coloração se dá devido ao local de ocorrência da planta (FARIA, 2012). Os frutos são formados por um epicarpo coriáceo, mesocarpo carnosos, endocarpo pétreo e endosperma sólido. A macaúba é considerada uma oleaginosa devido ao mesocarpo e o endosperma apresentarem na sua constituição basicamente ácidos graxos. O período de frutificação é bastante longo, sendo o pico de maturação de setembro a janeiro (LORENZI et al., 2010).

Segundo Evaristo (2017), os frutos de macaúba da região da Zona da Mata Mineira são compostos por cerca de: 22,57% (m/m) de casca, 38,95% (m/m) de polpa, 31,55% (m/m) de endocarpo e 6,93% (m/m) de amêndoa. São extraídos dois tipos de óleo da macaúba, o primeiro oriundo do mesocarpo que pode ser utilizado para a produção de biodiesel e também na inserção na alimentação humana como azeite (TÔLEDO, 2010), o segundo advém da amêndoa e é um óleo rico em ácidos láurico e oleico, apresentando um grande potencial para utilizações na indústria farmacêutica, alimentícia e de cosméticos (FARIA, 2010).

A macaúba tem potencial para produzir aproximadamente 5 ton.ha⁻¹ de óleo podendo ser comparada ao dendê (*Elaeis guinnensis*), que atualmente é a cultura agrícola com maior produtividade de óleo por hectare cultivado (PIMENTEL et al., 2011b; REVELLO, 2014).

2.2 Usos da palmeira macaúba

A popularização da macaúba se deu pela alta qualidade do seu óleo para a produção de biodiesel, e pela elevada produtividade (REVELLO, 2014), além de um alto rendimento, em torno de 70 e 99%, da reação de transesterificação para a produção de biodiesel (SCHERER, 2015). Diante da demanda crescente de matéria prima oleaginosa, o estado de Minas Gerais criou a lei estadual número 19.495/2011 para incentivar a comercialização e exploração da macaúba (AZEVEDO-FILHO et al., 2012).

O óleo de macaúba pode ser utilizado para a indústria de cosméticos. O óleo da polpa é recomendado para produtos protetores da pele, por apresentarem alta concentração de ácidos graxos: oleico e palmítico. Já o óleo da amêndoa apresenta concentração expressiva de componentes antioxidantes, sendo utilizado em produtos antienvhecimento (CALLEGARI et al., 2014).

Os coprodutos da cadeia de extração do óleo são utilizados para a produção de carvão. Tanto o endocarpo quanto o epicarpo apresentam alto carbono fixo e densidade aparente

(EVARISTO, 2015). A farinha da macaúba é utilizada como potencial ingrediente para a adição em biscoitos e similares melhorando os aspectos nutricionais dos referidos produtos (RODRIGUES, 2017). A farinha da macaúba ainda pode ser utilizada na alimentação de gado de leite em até 40% sem alterar o desempenho das vacas (SOBREIRA et al., 2012).

Na alimentação humana o óleo do fruto fresco da macaúba apresenta um grande potencial, pois apresenta um bom conteúdo lipídico e quantidades satisfatórias de fibras, minerais e vitaminas na polpa. Em comparação com o azeite de oliva, o óleo extraído da Macaúba apresenta características diferenciadas, o que implica no interesse na exploração dos óleos como produtos para fins alimentícios (NEPA, 2011). Além disso, o óleo de macaúba apresenta em porções minoritárias carotenoides, tocoferóis, clorofila, outros antioxidantes e corantes, vitaminas lipossolúveis A, D, E, K; entre outros que tornam o óleo dos frutos da macaúba alimentos potencialmente indispensáveis para a saúde humana (PIMENTA, 2010), sendo os ácidos graxos um grande redutor de doenças cardiovasculares e controle de dislipidemias (CICONINI, 2012).

O óleo da polpa da macaúba ainda é rico em ácidos linoleico, $\omega 6$ (18:2) e linolênico, $\omega 3$ (18:3) que são essenciais para os seres humanos (Tabela 1). Esses ácidos não são produzidos pelo nosso organismo, sendo necessária a ingestão de alimentos que forneçam os teores necessários para o metabolismo, sugerindo assim que o óleo de macaúba seja incluído na dieta humana (CICONINI, 2012). De acordo com a FAO (2006) as proporções entre $\omega 6$ e $\omega 3$ deve ser de 5:1 – 10:1. Um desequilíbrio entre esses dois ácidos aumenta as chances de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes entre outras patologias (FAGUNDES, 2002). O $\omega 3$ ainda está relacionado com a formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina (MARTIN et al., 2006).

Além dos ácidos linoleico e linolênico, o óleo da polpa da macaúba é rico em ácido oleico ($\omega 9$), que auxilia no peristaltismo e dissolve as gorduras nas artérias (JORIS & MENSINK, 2016).

Tabela 1: Composição do óleo da polpa e da amêndoa da macaúba.

Ácidos graxos (%)	Nome Comum	Óleo da polpa	Óleo da amêndoa
C 8:0	Caprílico	-	4,15
C 10:0	Cáprico	-	4,22
C 12:0	Laúrico	-	41,42
C 14:0	Mirístico	0,03	7,98
C 16:0	Palmítico	16,51	5,98
C 16:1	Palmitoléico	2,92	-
C 18:0	Esteárico	2,89	3,38
C 18:1	Oléico	67,67	29,22
C 18:2	Linoleico	8,82	3,43
C 18:3	Linolênico	0,81	-

Fonte: FARIA (2010).

2.3 Colheita e Pós-colheita

Os processos mecanizados de colheita em plantas da família *Arecaceae* ainda parecem distantes, visto a inexistência de equipamentos que possibilitem a colheita de frutos a elevadas alturas (KAWAHARA, 2017). Os processos de colheita ainda estão em fase de aprimoramento, sendo considerados arcaicos quando comparados à colheita de culturas anuais.

No dendezeiro a colheita é realizada a cada 15 dias, sendo necessário o processamento dos frutos em no máximo 24 horas após a colheita (SILVA & NAVEGANTES-ALVES, 2018). A etapa da colheita inicia-se pela procura do cacho maduro. Após a localização, com o auxílio da machadinha é retirada as folhas que impedem o acesso ao cacho. Para o corte do cacho utiliza-se uma foice. Ainda é necessário colher os frutos desprendidos dos cachos que se encontram no solo (ROBERT, 2017).

Nas plantações de coco, o mecanismo mais utilizado para a colheita é a utilização de um acessório feito com a própria fibra do coco (pecanha), que tem como função aumentar o contato do colhedor com o estipe do coqueiro, enquanto o mesmo escala a planta. Em Sergipe a colheita dos cachos de coco é realizada com o auxílio de duas varas, a primeira vara utilizada para o corte, e a segunda tem a função de controlar a queda do cacho. Outra forma de colheita de coco também observada em Sergipe é a utilização de máquinas em forma de “U” acopladas a um trator (KAWAHARA, 2017).

Para a colheita de tâmaras (*Phoenix dactylifera*) escadas permanentes são instaladas nas próprias árvores (BROWN, 1983). Para os frutos de pupunha e açai foi desenvolvida uma vara telescópica de alumínio com uma lâmina e um recipiente em forma de cesto que além de facilitar a colheita aumenta a segurança do trabalhador. O equipamento parece não ter alcançado eficiência esperada (EMBRAPA, 2005).

Em cultivos de oliveiras (*Olea europea*), a colheita pode ser realizada por ripagem, com o auxílio de varas ou de forma mecanizada. A ripagem é um processo de colheita que apresenta alto custo, porém mantém as árvores em excelentes estados de conservação, visto que os ramos e as folhas não são danificados. A colheita com auxílio de varas é o mais indicado para a produção de azeite, em função do baixo custo da operação. Neste método as azeitonas são agitadas com as varas até a queda e colhidas em lonas estendidas no solo. A colheita mecanizada, consiste na utilização de vibradores que são acoplados ao tronco da árvore, agitando-a e fazendo com que os frutos se desprendam, sendo coletados no solo (LOPES et al., 2009).

A colheita dos frutos da macaúba ainda é feita de forma extrativista, ou seja, os frutos são colhidos no solo após a queda natural, ocasionando em perda na qualidade dos frutos, e conseqüentemente menor qualidade do óleo (PIRES et al., 2013). Aliado a colheita de forma extrativista os frutos da macaúba são colhidos em apenas cinco meses do ano (FARIA, 2010). Esses dois fatos em conjuntura gera a necessidade de técnicas de colheita e de pós-colheita que mantenham a qualidade do fruto por maior tempo possível (KADER, 1992).

Estudos realizados mostram que o processo de amadurecimento do cacho é homogêneo, mostrando que o cacho pode ser colhido em uma única operação (SOUZA, 2013), assim como é realizado na cultura do dendê. Porém ainda não foi realizado estudo que revele o padrão de amadurecimento da planta, sendo necessário cuidado nas operações de colheita para que cachos verdes não sejam cortados.

Assim como no dendê, os frutos de macaúba necessitam de rápido processamento, para que não ocorra a diminuição da qualidade do fruto comprometendo a qualidade do óleo extraído. Essa diminuição da qualidade do óleo se dá pelo contato do fruto com o solo que favorece o aumento da umidade e o aumento da colonização de microrganismos que deterioram e alteram as características físico-químicas do fruto (MOTTA et al., 2011). A variedade da microbiota encontrada em frutos de macaúba em condições de pós-colheita foi de 45,2% de

leveduras, 32,6 de bactérias e 22,2% de fungos (EVARISTO et al., 2016). Os microrganismos, essencialmente os fungos, hidrolisam os triglicerídeos presentes na polpa acarretando em um aumento no teor de ácidos graxos livres no óleo (SILVA, 2017).

Técnicas de colheita precisam ser desenvolvidas para que se mantenha a qualidade do óleo, levando em consideração os custos dessa operação e a qualidade de vida do trabalhador rural. Souza (2013) desenvolveu um sistema coletor que impediu o contato dos frutos com o solo, e constatou que frutos podem ser mantidos no campo por um período de 31 dias sem apresentarem contaminação microbiológica aparente.

É evidente que a maior viabilidade do fruto e a qualidade do óleo dependem da colheita. Quando colhido diretamente no cacho e tratado com fungicida o óleo do mesocarpo se manteve com baixa acidez por até vinte dias (EVARISTO, 2015). Ainda de acordo com esse mesmo autor, técnicas de secagem natural não se mostraram eficientes na manutenção da qualidade do óleo por períodos superiores há vinte dias. Em contrapartida, tratamento químico (uso de fungicida) aliado com a secagem artificial manteve a baixa acidez do óleo por um período de até noventa dias. Silva (2017) constatou que com o uso da secagem artificial, o óleo se manteve com baixa acidez por um período de até 180 dias.

A secagem artificial se mostra eficiente na pós-colheita dos frutos de macaúba devido à diminuição do conteúdo de água presente na polpa reduzindo assim o metabolismo tanto do fruto quanto dos microrganismos (VADINVABAL & JAYAS, 2005)

Uma nova alternativa que vem sendo estudada na conservação pós-colheita de macaúba é a retirada do epicarpo seguido da aplicação de gás ozônio. Silva (2017) realizando esse processo constatou que o óleo do mesocarpo se manteve com baixa acidez por 45 dias.

Diante do levantamento bibliográfico, constatou-se que os processos de colheita e pós-colheita de macaúba ainda apresentam lacunas a serem preenchidas. Os sistemas de colheita ainda são rudimentares e apresentam elevados riscos aos trabalhadores rurais. A inexistência de um sistema de colheita rápido, seguro e que mantenha a qualidade dos frutos por um maior período foi a motivação para o desenvolvimento desse trabalho.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Estudar o padrão de queda dos frutos em uma população de plantas de macaúba;
- Avaliação do uso de coletores que impeçam que os frutos da macaúba entrem em contato com o solo, através da análise da qualidade do óleo em diferentes períodos de permanência no solo e nos coletores.

3.2 Objetivos Específicos

- Contabilizar a queda natural dos frutos durante toda a safra (novembro a março);
- Verificar a frequência de queda dos frutos;
- Avaliar atributos físicos dos frutos em função da forma de colheita;
- Avaliar a qualidade do óleo dos frutos que permaneceram nos coletores e no solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Os experimentos foram conduzidos na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) denominado Horta Velha, em Viçosa, MG (20°45'14"S; 42°52'53"W; 648,74 m de altitude), localizada na Zona da Mata Mineira.

O clima regional é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. A região apresenta temperatura média máxima e mínima de 26,4 e 14,8°C respectivamente, e umidade relativa média de 80%. A precipitação média anual é de 1.221,4 mm.

Os experimentos foram conduzidos entre os dias 12/11/2018 e o dia 10/04/2019, em uma área de consórcio com macaúba e café. Para cada linha de plantas de macaúba existem duas linhas de café (Figura 1).

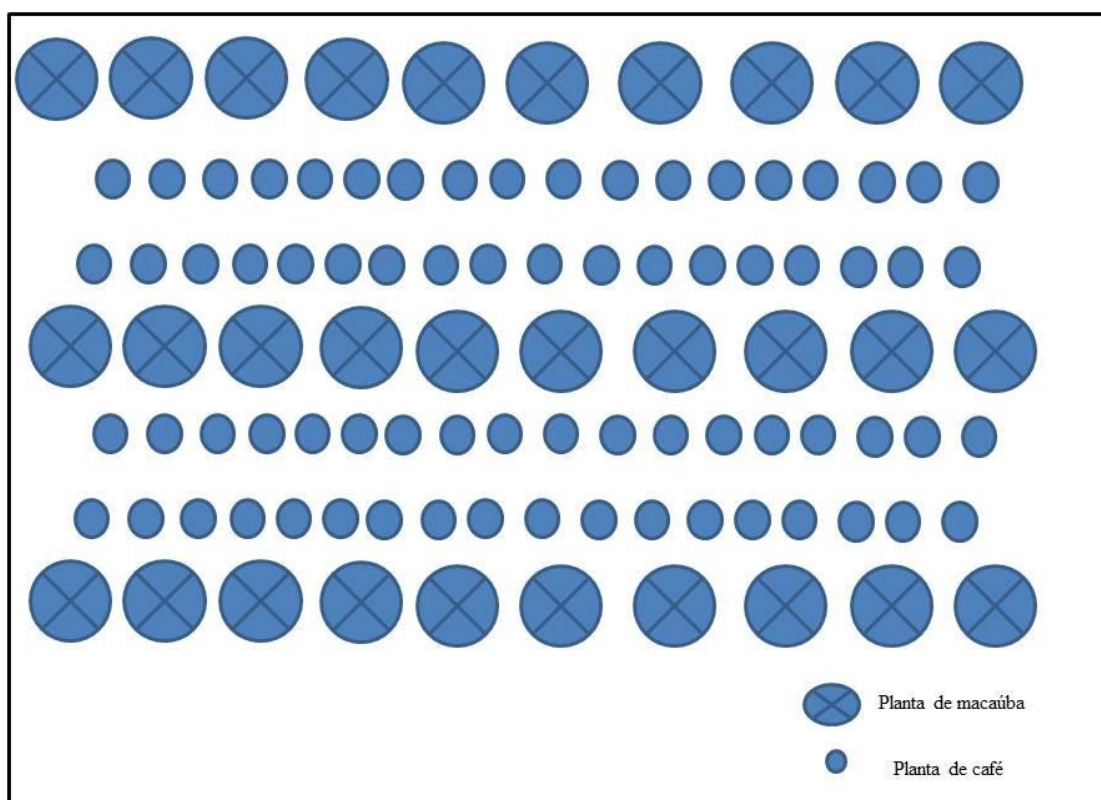


Figura 1: Esquema do consórcio macaúba x café na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE) UFV, Viçosa - MG.

4.2 Montagem dos coletores

O coletor (Figura 2) foi montado manualmente, com o objetivo de manter os frutos sem contato com o solo. Os materiais utilizados para a confecção de cada coletor foi:

- Ferro CA60 5,0 mm (3/16);
- Arame galvanizado e;
- Tela sombreadora 50%.



Figura 2: Coletor instalado no caule das macaúbas. Foto: 12/11/2018.

A barra de ferro foi moldada em forma de uma circunferência ao redor do caule da macaúba, a aproximadamente 1 metro de altura do solo, e amarrada com o arame galvanizado (Figura 3A). O diâmetro da circunferência foi proporcional ao diâmetro da copa de cada planta. Em seguida foram feitas duas amarrações de arame no caule da planta, com o cuidado de não causar nenhum dano por estrangulamento, sendo uma superior e uma inferior. A amarração superior foi utilizada para manter as circunferências de ferro suspensas e, a amarração inferior para fixar a tela que funcionou como base do coletor. As circunferências foram presas através de quatro arames dispostos ao redor da planta, que ligavam à amarração superior a circunferência de ferro (Figura 3B). Em seguida, a tela sombreadora foi colocada de forma que ela fosse amarrada nas barras de ferro e na amarração inferior feita na planta, formando assim uma parábola que permitiu que os frutos fossem mantidos no coletor.



Figura 3: (A) Circunferência de arame com a tela sombreadora em volta da planta. (B) estruturas de arame no caule para suspensão do coletor e amarrações. Fotos: 12/11/2018.

4.3 Experimento I

Foram instalados dez coletores em plantas de macaúba escolhidas aleatoriamente durante os meses de novembro de 2018 a abril de 2019, que perfazem os meses da safra. Nas plantas onde os coletores foram instalados ocorreu a contabilização dos cachos. Os frutos após a queda natural foram contabilizados e coletados todas as segundas, quartas e sextas-feiras, e depois transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Macaúba da UFV, onde foram pesados com o auxílio de balança analítica. Para melhor entendimento do comportamento de queda, as colheitas foram agrupadas em quinzenas (Tabela 2).

Tabela 2: Datas de coleta dos frutos de macaúba agrupados em colheitas quinzenais.

Quinzena	Datas de coletas	Quinzena	Datas de coletas
1	12/11/18 a 26/11/18	6	26/01/19 a 09/02/19
2	27/11/18 a 11/12/18	7	10/02/19 a 24/02/19
3	12/12/18 a 26/12/18	8	25/02/19 a 11/03/19
4	27/12/18 a 10/01/19	9	12/03/19 a 26/03/19
5	11/01/19 a 25/01/19		

Para o melhor entendimento do comportamento de queda individual dos frutos de cada planta, elas foram agrupadas em três grupos:

- Grupo 1: Queda natural dos frutos concentrada: todos os frutos da planta se desprenderam dos cachos em dois meses;
- Grupo 2: Queda natural dos frutos intermediária: a queda total de todos os frutos da planta ocorreu dentro de três meses;
- Grupo 3: Queda natural dos frutos distribuída: a queda total dos frutos da planta durou mais de três meses.

Com base no número de cachos, peso total da produção de frutos e peso médio do fruto individual, foi possível calcular o número médio de frutos por cacho e o peso médio de cada cacho. Os resultados foram tabelados e discutidos usando estatística descritiva.

4.4 Experimento II

Foram selecionadas seis plantas com os respectivos coletores para a avaliação da qualidade do óleo. As plantas foram escolhidas de acordo com o número de cachos, para que se garantisse a demanda de frutos (80 frutos por tratamento). Avaliou-se queda dos frutos de dois em dois dias. Em cada planta foram coletados 40 frutos para cada intervalo de tempo de permanência, de modo que, 20 foram mantidos no coletor e 20 frutos foram mantidos no solo. Os frutos que foram mantidos no solo foram retirados do coletor, e assim alocados no solo, de modo que, não existiu fruto que tivesse caído no solo.

Os frutos permaneceram no campo entre os dias 07/01/2019 e 04/02/2019, sendo o intervalo 0 e 7 dias compreendido entre 28/01/2019 e 04/02/2019, o intervalo 7 e 14 dias entre 21/01/2019 e 04/02/2019, o intervalo 14 e 21 dias entre 14/01/2019 e 04/02/2019 e o intervalo 21 e 28 dias entre 07/01/2019 e 04/02/2019.

O experimento foi conduzido com oito tratamentos, constituídos por quatro intervalos de permanência no campo dos frutos de macaúba em dois sistemas de colheita (solo e coletor).

- Tratamento 1: Frutos que permaneceram no solo entre 0 e 7 dias;
- Tratamento 2: Frutos que permaneceram no coletor entre 0 e 7 dias;
- Tratamento 3: Frutos que permaneceram no solo entre 7 e 14 dias;
- Tratamento 4: Frutos que permaneceram no coletor entre 7 e 14 dias;
- Tratamento 5: Frutos que permaneceram no solo entre 14 e 21 dias;
- Tratamento 6: Frutos que permaneceram no coletor entre 14 e 21 dias;
- Tratamento 7: Frutos que permaneceram no solo entre 21 e 28 dias;
- Tratamento 8: Frutos que permaneceram no coletor entre 21 e 28 dias.

Após o tempo de permanência, os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita de macaúba da UFV e armazenados em freezer a -20°C até o momento da extração do óleo.

Antes do armazenamento no freezer, não foram realizados nenhum tipo de seleção dos frutos, sendo todos utilizados independente do estado de conservação do mesmo. Também não foi realizado nenhum tratamento pós-colheita.

Para a extração do óleo o epicarpo foi quebrado com o auxílio de um martelo, seguido do despulpamento manual dos frutos. Para cada tratamento os frutos foram despulpados com o auxílio de facas de aço inoxidável (Figura 4A), e em seguida armazenados em freezer a -20°C até o momento da secagem.

Em seguida o mesocarpo foi mantido em estufa de circulação de ar forçado por 24 horas a 65°C para diminuição do teor de água, permitindo o processo de prensagem e extração do óleo, através de uma prensa hidráulica (Ribeiro) (Figura 4B) com capacidade de 30 tf ($2,94 \cdot 10^5$ N). Com o intuito de evitar a degradação por luz e temperatura, o óleo extraído foi acondicionado em frascos âmbar e mantido em freezer com temperatura de -20°C até o momento das análises.

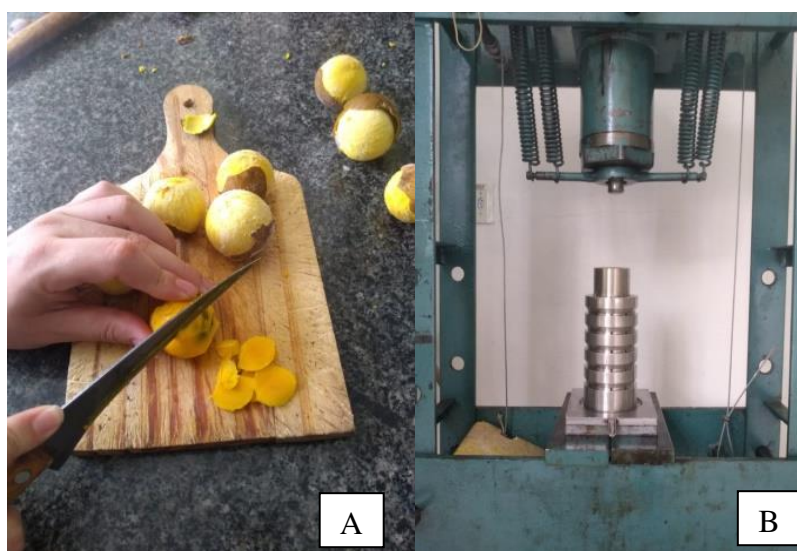


Figura 4: (A) Despulpamento manual dos frutos de macaúba; (B) Prensa hidráulica utilizada para a extração a frio do óleo de macaúba.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software SAEG. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em um

fatorial 4x2, sendo cada planta considerada um bloco, e cada amostra (20 frutos) a unidade experimental, perfazendo-se assim seis blocos com oito tratamentos.

4.5 Avaliações

4.5.1 Peso dos frutos após tempo de permanência

Decorridos os tempos de permanência de cada tratamento no campo, os frutos foram pesados em balança analítica (Digimed KN 8000 C) com precisão de 0,01g.

4.5.2 Número de frutos com aparente colonização microbiana

Durante o processo de despolpa dos frutos, foi realizada a retirada do epicarpo, e então os frutos foram separados em dois grupos, frutos sem nenhum sinal de degradação (Figura 5A) e frutos com degradação aparente (Figura 5B). Dessa forma, os frutos degradados foram contabilizados.



Figura 5: Aspecto visual da condição sanitária dos frutos após o tempo de permanência em campo. (A) frutos sem contaminação microbiana e (B) frutos com contaminação microbiana.

4.5.3 Peso de massa fresca de polpa

Após a despolpa dos frutos de macaúba, foi pesado a massa fresca total do mesocarpo da amostra com auxílio de balança analítica (Digimed KN 8000 C) com precisão de 0,01g.

4.5.4 Teor de umidade da polpa

Depois da despolpa a polpa foi pesada. A polpa pesada, mantida por 24 horas em uma estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C e pesada novamente. Pela

diferença entre peso de polpa fresca e peso de polpa seca, foi possível determinar a porcentagem de água presente na polpa dos frutos.

4.5.5 Índice de Acidez (IA)

Para a obtenção do índice de acidez (IA), foi utilizado o método Ca 5a – 40 sugerido pela *American Oil Chemists' Society* (AOCS, 1994), que leva em conta a quantidade de base necessária para a neutralização dos ácidos graxos de óleos e gorduras. Em um erlenmeyer de 125,0 mL foi adicionado $2,00 \pm 0,10$ g da amostra de óleo, 25 mL da solução neutra de éter etílico-álcool na proporção de 2:1, acrescido de quatro gotas de indicador fenolftaleína 0,4%. Em seguida foi realizada a titulação com solução padronizada de NaOH $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ e o índice de acidez calculado com base na equação 1.

$$IA = \frac{v \times f \times M \times 28,2}{P} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

IA = índice de acidez expresso em mg de NaOH.g⁻¹ (resultado apresentado em porcentagem de ácido oleico;

v = volume da solução de amostra de NaOH em mL, utilizado na titulação da amostra;

f = Fator de correção da solução de hidróxido de sódio encontrado com a padronização (adimensional);

M = Molaridade da solução de NaOH utilizada;

P = peso da amostra em g.

4.5.6 Estabilidade Oxidativa (EO)

A análise de estabilidade oxidativa também se baseou na metodologia da *American Oil Chemists' Society* (AOCS, 1994). O equipamento utilizado foi o 873 Biodiesel Rancimat® (Metrhom, Suíça).

Em um tubo de ensaio foram adicionados $2,50 \pm 0,01$ g de óleo da polpa da macaúba. Logo após os tubos foram acoplados ao Rancimat. A velocidade de fluxo de ar foi de $10,0 \text{ L.h}^{-1}$ e a temperatura de trabalho de 110°C . A oxidação foi acelerada pela passagem de ar pela amostra mantendo a temperatura elevada. Os produtos voláteis da reação foram capturados pela água destilada, sendo a condutividade elétrica medida ao longo do tempo. Assim foi possível

determinar o período de indução, que configura o tempo decorrido do início da análise até a elevação brusca da condutividade elétrica. Diz-se que a estabilidade oxidativa do óleo é quebrada, quando o período de indução transcorreu. Sendo assim, quanto maior o período de indução maior a estabilidade oxidativa. Os resultados são expressos em horas (h).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento I

5.1.1 Picos de queda dos frutos durante a estação chuvosa

As maiores concentrações de queda dos frutos ocorreram entre os dias 27/12/2018 e 11/03/2019, nas quinzenas quatro a oito, perfazendo um total de 84,45% da queda total dos frutos. Por outro lado, a menor concentração de queda dos frutos ocorreu na primeira quinzena (12/11/2018 a 26/11/2018) e na nona quinzena (12/03/2019 a 26/03/2019) (Figura 6).

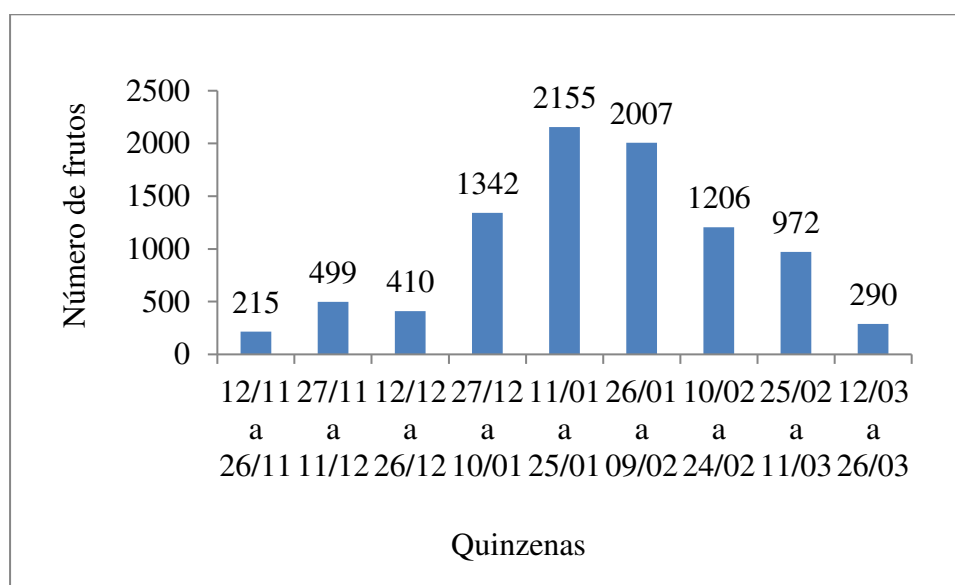


Figura 6: Frequência de queda dos frutos de macaúba em função do tempo (quinzenas).

A maturação dos frutos de Macaúba ocorre principalmente nos meses de setembro a janeiro (FARIA, 2010). Na Zona da Mata Mineira, a frutificação ocorre de outubro a abril, a depender da altitude do local (CARVALHO, et al., 2011). O processo de maturação e queda dos frutos de macaúba na cidade de Viçosa – MG ocorreu entre meados do mês de novembro e meados do mês de abril, encontrando-se dentro do intervalo estabelecido para a Zona da mata Mineira.

A massa média dos frutos variou dentro de um intervalo de 42,39 gramas na primeira quinzena e 33,55 gramas na nona quinzena (Figura 7). Frutos coletados diretamente no cacho no estado de Minas Gerais nos municípios de Sete Lagoas, Montes Claros e Acaiaca apresentaram massas médias dos frutos de 41,01, 41,25 e 51,57 gramas respectivamente (EVARISTO et al., 2017).

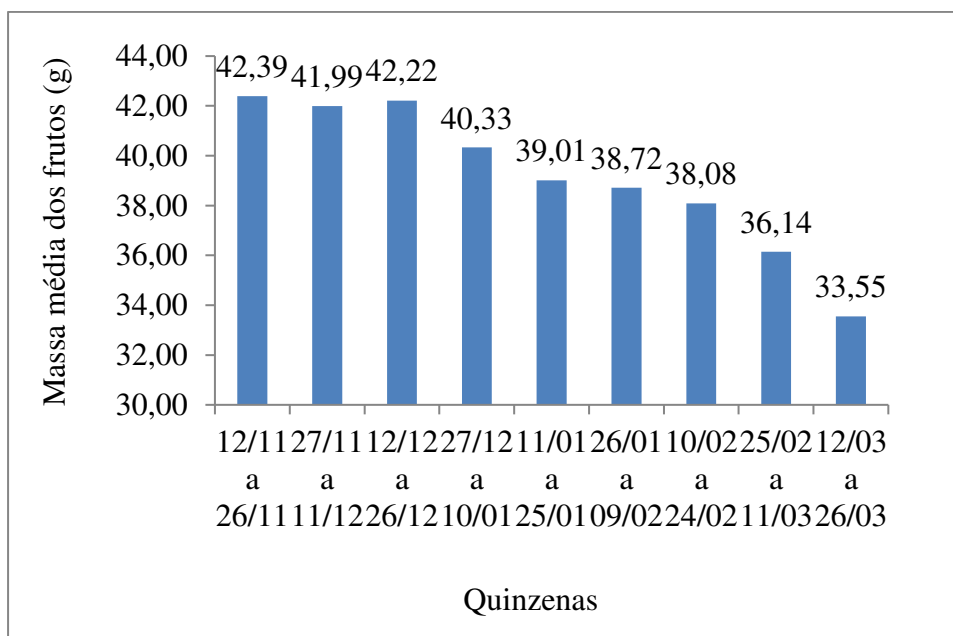


Figura 7: Massa média dos frutos (g) em função do tempo (quinzena).

As variações encontradas nas massas médias dos frutos são explicadas pela diferença dos genótipos, e das condições ambientais como, por exemplo, disponibilidade e falta de água e temperatura (CICONINI, 2012). No caso particular desse estudo as diferenças nos pesos médios são decorridas dos diferentes materiais genéticos, visto que as plantas estão cultivadas em um local com características ambientais próximas da homogeneidade. As temperaturas máximas e mínimas, a umidade relativa do ar máxima e mínima e a pluviosidade estão descritas na Figura 8. A temperatura máxima e mínima durante todo o experimento foi de 35,3°C e 12,4°C respectivamente. A máxima umidade relativa do ar foi de 97% e a mínima de 25%. O período de maior pluviosidade foi a primeira quinzena, onde totalizaram 149,2 mm de chuva.

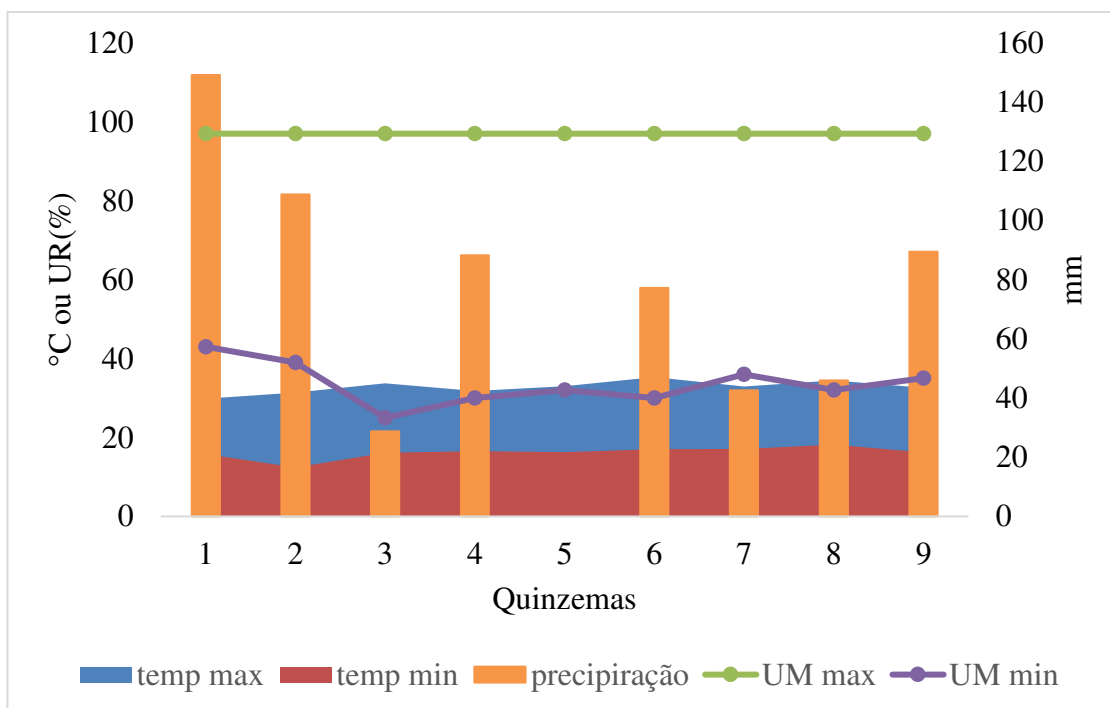


Figura 8: Variáveis ambientais. (A) Temperaturas máximas e mínimas (°C); (B) Umidade relativa do ar máxima e mínima (%) e pluviosidade (mm) no período de 12/11/2018 a 26/03/2019. Fonte: UFV, 2018/2019.

5.1.2 Frequência da queda dos frutos de cada planta

Constataram-se padrões diferentes de frequência de queda dos frutos. A maioria dos indivíduos concentrou a queda dos frutos nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

As plantas foram classificadas de acordo com o padrão apresentado de queda. A planta 10 (Figura 9J) e a planta 9 (Figura 9I) foram agrupadas no grupo 1, onde a queda dos frutos foi concentrada, ou seja, todos os frutos caíram naturalmente dentro de dois meses.

As plantas 1, 2, 3, 7 e 8 foram alocadas dentro do grupo 2, que apresenta uma frequência de queda intermediária (Figura 9A, 9B, 9C, 9G e 9H), ou seja, a queda natural total dos frutos ocorreu entre dois e três meses.

Já as plantas números 4,5 e 6 apresentaram um padrão de queda distribuído (Figura 9D, 9E e 9F), o que nos revela que a queda total dos frutos demorou mais de três meses.

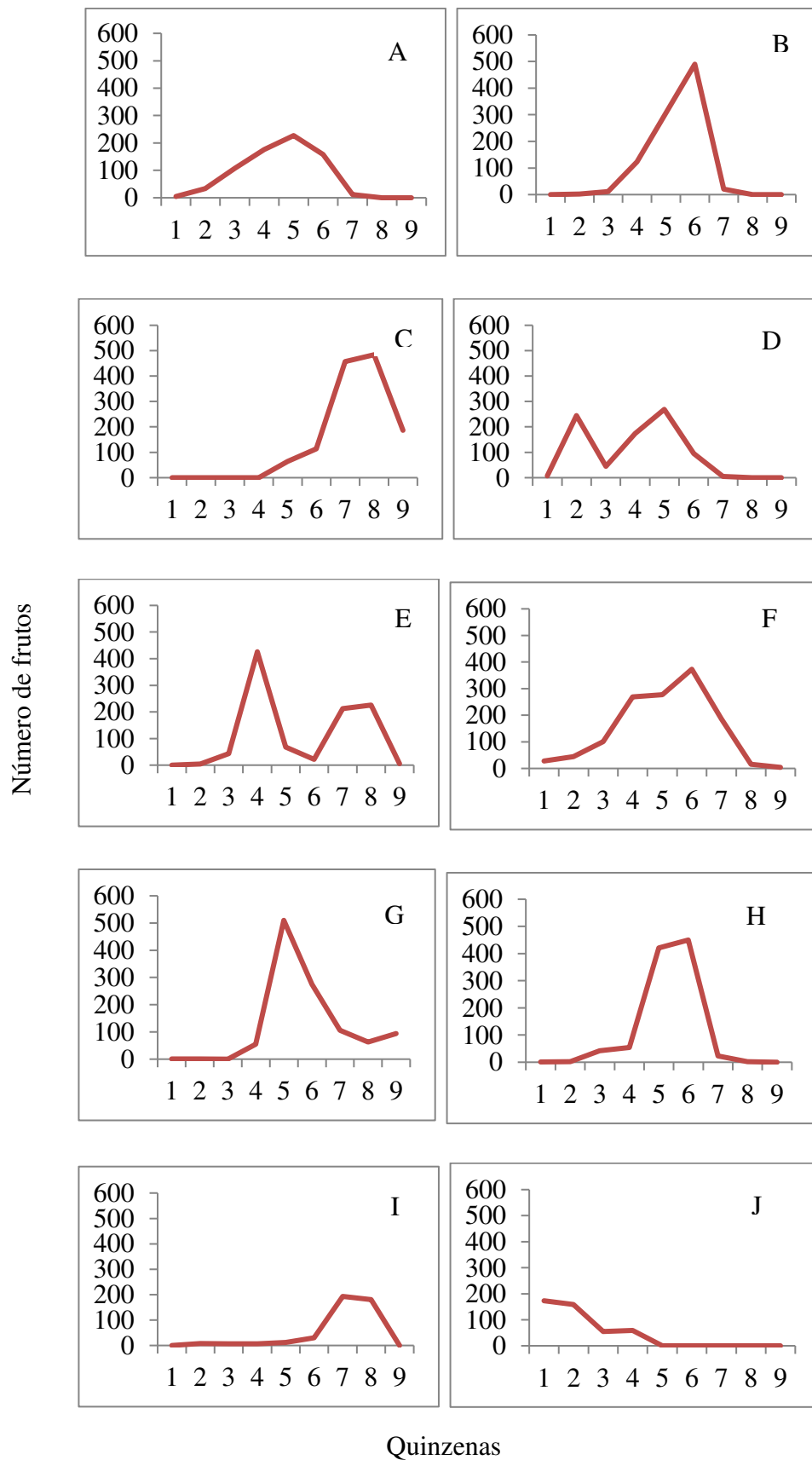


Figura 9: Frequência de queda dos frutos de cada planta de macaúba em função do tempo (quinzenas). (A) Planta 1; (B) Planta 2; (C) Planta 3; (D) Planta 4; (E) Planta 5; (F) Planta 6; (G) Planta 7; (H) Planta 8; (I) Planta 9; (J) Planta 10.

A colheita dos frutos de macaúba ainda apresenta algumas lacunas a serem estudadas. Atualmente têm sido empregadas técnicas utilizadas na cultura do dendê (*Elaeis guinensis*). Nessa cultura a colheita é feita retirando-se o cacho inteiro. Souza (2013) afirmou que a colheita dos frutos de macaúba nos biomas Pantanal e Cerrado no estado do Mato Grosso do Sul, podem ser colhidos em uma única operação, ou seja, pode-se colher o cacho inteiro. Essa afirmativa é baseada na uniformidade da maturação dos frutos dentro do cacho. Os frutos das partes apical, mediana e basal do cacho apresentam características homogêneas em se tratando dos fatores físicos (umidade) químicos (teor de lipídeos) e bioquímicos (atividade das enzimas lipase e peroxidase). Essa constatação pode ser a justificativa para os picos observados na figura 9, ou seja, cada pico observado mostra o momento em que todo o cacho se desprende em uma única vez.

Esses picos nos permite inferir que embora os frutos de um cacho inteiro tenham um padrão de maturação homogêneo, os cachos presentes na mesma planta podem não apresentar esse mesmo padrão, justificando assim, a necessidade de estudos mais aprofundados e de observações para os cachos individualmente, não recomendando a colheita de todos os cachos em uma única operação.

5.1.3 Estudo dos cachos

O número de cachos por planta variou de 3 a 6. A única planta que apresentou seis cachos foi a de número 3, enquanto as plantas de número 4, 5, 7 e 10 produziram três cachos. O número de frutos por cacho também apresentou alta variabilidade, a planta 7 produziu em média 377 frutos por cacho, enquanto a planta 9 produziu em média 109 frutos por cacho. O peso médio dos cachos seguiu o mesmo padrão de alta variabilidade, sendo os cachos das plantas 9 e 7 os de menor e maior peso médio respectivamente (Tabela 3).

O número total de frutos foi muito variável. A planta com menor número de frutos foi à planta de número 9 (436 frutos), enquanto planta com maior quantidade de frutos foi a de número 3 (1306 frutos). A maior produção foi observada na planta 7 (15,15kg de frutos). Esse resultado é totalmente dependente do peso médio de cada fruto. Verificou-se que a massa média do fruto da planta 7 foi de 40,17 gramas, e da planta 3 a massa média do fruto foi de 31,03 (Tabela 3), o que justifica a planta 3 ter produzido a maior quantidade de frutos e mesmo assim não apresentar a maior produção (Tabela 3).

Tabela 3: Estudo dos atributos físicos do cacho. NC (número de cachos); NFT (número de frutos total); PFT (peso total dos frutos); NFC (número de frutos médio por cacho); e PMC (peso do cacho).

Árvore	NC	NFT	PFT (kg)	NFC	PMC (kg)
1	5	719	31,92	143,8	6,38
2	4	954	39,81	238,5	9,95
3	6	1306	40,54	217,67	6,75
4	3	840	34,86	280	11,62
5	3	1006	42,11	335,33	14,03
6	5	1299	45,08	259,8	9,02
7	3	1131	45,44	377	15,15
8	4	995	36,76	248,75	9,20
9	4	436	19,04	109	4,76
10	3	446	19,59	148,67	6,53

Ciconini (2012), estudando frutos de macaúba em diferentes regiões do Mato Grosso do Sul encontrou resultados com alta variabilidade. No município de Campo Grande, foram encontradas palmeiras com 13 cachos e também palmeiras com apenas 1 cacho. No município de São Gabriel do Oeste os pesos dos cachos variaram entre 9,32 kg a 1,97 kg. Em Corumbá o número de frutos por cacho variou de 96 a 347, e o número total de frutos por planta ficou dentro do intervalo de 448 a 2.368 frutos.

Plantas pertencentes a uma mesma população geralmente diferem umas das outras com respeito a muitas características como, por exemplo, altura, coloração das flores, tamanho dos frutos entre outras. Essa variação constitui a variação fenotípica, que é influenciada tanto pelas diferenças do ambiente quanto pelas diferenças genéticas (PINTO, 2009). Como as árvores desse estudo estão submetidas a características ambientais próximas, acredita-se que essa variabilidade encontrada é decorrente dos diferentes genótipos presentes no plantio.

5.2 Experimento II

5.2.1 Peso dos frutos após o tempo de permanência no campo

O peso total da amostra de frutos foi influenciado tanto pelo sistema de colheita quanto pelo tempo de permanência no campo. Foi possível constatar que com o passar do tempo os frutos perderam massa. Frutos que permaneceram menos tempo no campo apresentaram maior média (758,11g), e os frutos com o maior tempo de permanência apresentaram a menor média (578,08g) (Figura 10).

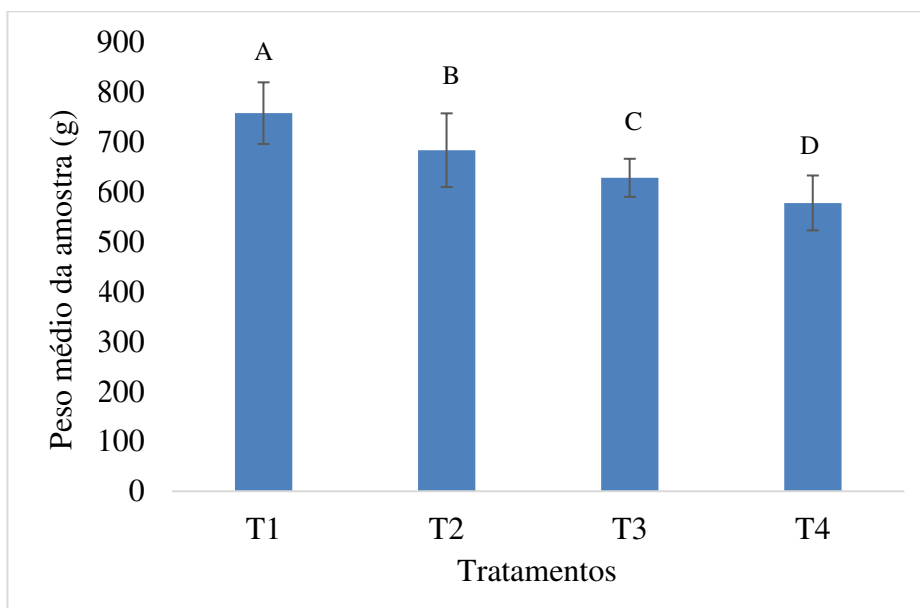


Figura 10: Peso médio dos frutos após o tempo de permanência no campo. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 e 1% de significância. T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias) e; T4 (21 a 28 dias).

Houve perda de 23,74% de massa ao longo do período de permanência dos frutos no campo. Durante o armazenamento em condições ambiente, por um período de 30 dias, foi constatado perda de massa de aproximadamente 31% (GOULART, 2014). Após o processo de maturação a perda de água aumenta consideravelmente em frutos de macaúba armazenados a 20°C (TILAHUM et al., 2013).

Já comparando o sistema de colheita foi perceptível que a massa da amostra dos frutos no sistema coletor apresentou uma menor média (647,85g), em relação a amostra dos frutos no sistema solo (676,34g) (Figura 11). Essa diferença entre os sistemas de colheita pode ser explicada pelo fato de que o contato com o solo favorece a reabsorção de água pelos frutos (MOTTA et al., 2011), justificando assim a menor média encontrada no sistema de colheita com o coletor.

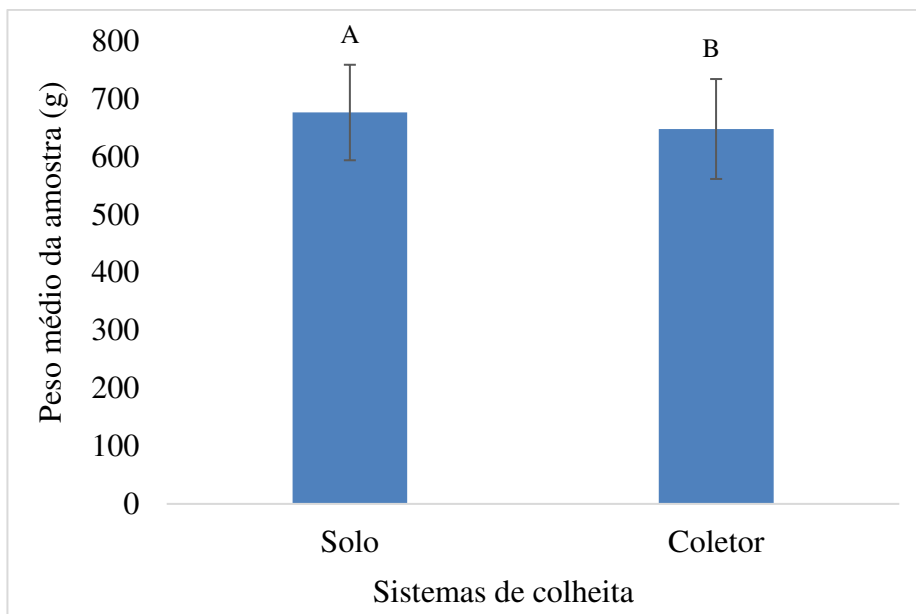


Figura 11: Peso médio dos frutos em função do sistema de colheita. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste F a 5% de significância.

5.2.2 Número de frutos com colonização aparente por microrganismos

A contagem dos frutos colonizados visualmente por microrganismos mostrou que, quanto maior o tempo de permanência dos frutos no campo, maior o número de frutos com aparente degradação microbiológica. Os frutos que permaneceram no campo no intervalo de 0 a 7 dias (T1) e no intervalo de 7 a 14 dias (T2) não diferiram entre si estatisticamente, sendo os tratamentos com menor número médio de frutos colonizados por amostra (Figura 12).

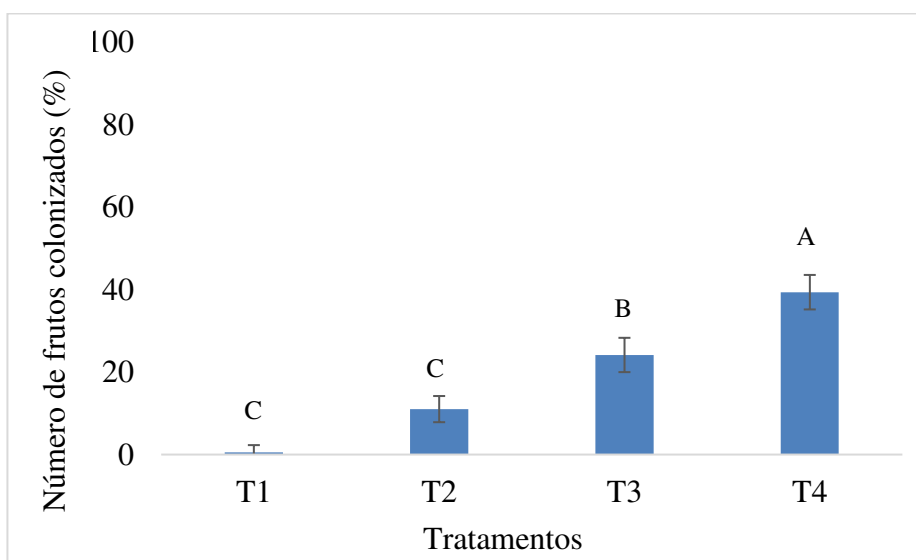


Figura 12: Número médio frutos colonizados (Nfc) por amostras em função do tempo de permanência no campo. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias) e; T4 (21 a 28 dias).

Frutos de macaúba coletados na cidade de Belo Horizonte – MG, com no máximo sete dias de queda e sem nenhum tratamento prévio foram avaliados quanto ao número de microrganismos no tempo 0 e 30 dias de armazenamento, e foi constatado que após decorrido os 30 dias houve um aumento de $4,22 \times 10^2$ UFC (QUEIROZ et al., 2014). Esses resultados corroboram com os resultados encontrados, pois constata o aumento da contaminação microbiológica com o decorrer do tempo.

Não houve diferença estatística entre os sistemas de colheita (Figura 13). Possivelmente, esse resultado é função da diminuição das rupturas na casca dos frutos que foram mantidos no solo através do amortecimento da queda dos frutos no coletor. Souza (2013) menciona a integridade da casca como fator de suma importância na minimização da contaminação microbiológica.

Frutos de macaúba mantidos em um sistema coletor por 31 dias em Dourados – MS, não apresentaram deterioração microbiológica visual (SOUZA, 2013). A autora explica os resultados com base no amortecimento dos frutos, que diminui a ruptura do epicarpo, dificultando a contaminação microbiológica.

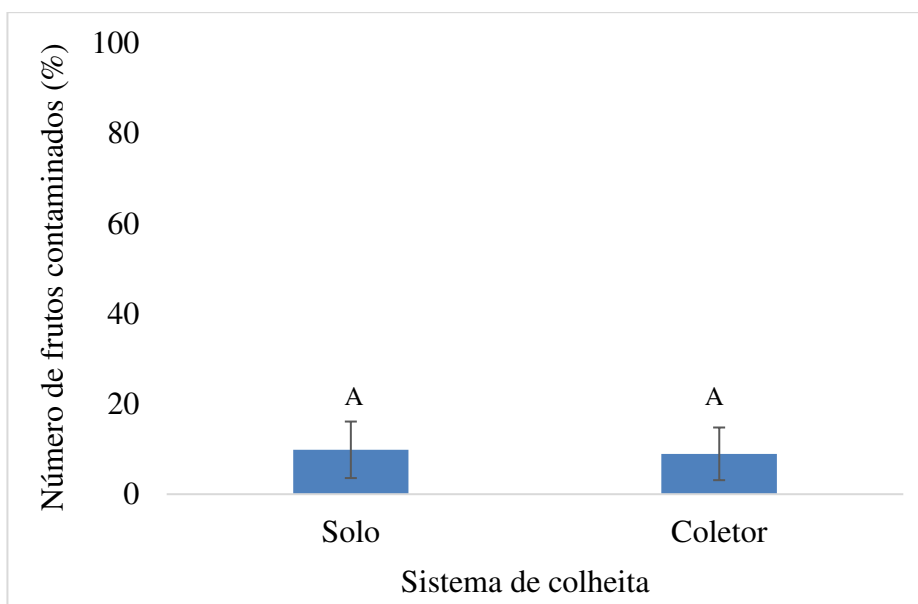


Figura 13: Número médio de frutos colonizados (NFC) em função do sistema de colheita. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste F a 5% de significância.

5.2.3 Massa de polpa fresca

A massa de polpa fresca dos frutos apresentou um comportamento inversamente proporcional ao tempo de permanência dos frutos no campo. A maior média de polpa fresca foi observada com o menor tempo de permanência no campo (T1) de 299,46 gramas, ou seja,

39,50% de polpa fresca em relação ao peso total do fruto. Já a menor média, foi observada no maior tempo de permanência no campo (T4) de 171,12 gramas, ou seja, 29,60% de polpa fresca em relação ao peso total do fruto (Figura 14). Frutos de macaúba oriundos de Sete Lagoas, Montes Claros e Acaiaca no estado de MG, coletados diretamente no cacho, levados ao laboratório e selecionados, apresentaram porcentagem de massa de polpa de 41,01%, 41,25% e 51,57% respectivamente (EVARISTO et al., 2017). Souza (2013), estudando frutos de macaúba coletados diretamente no cacho no Cerrado e no Pantanal, encontrou resultados de porcentagem de polpa para frutos de macaúba coletados diretamente no cacho de 54,13% e 51,53% respectivamente.

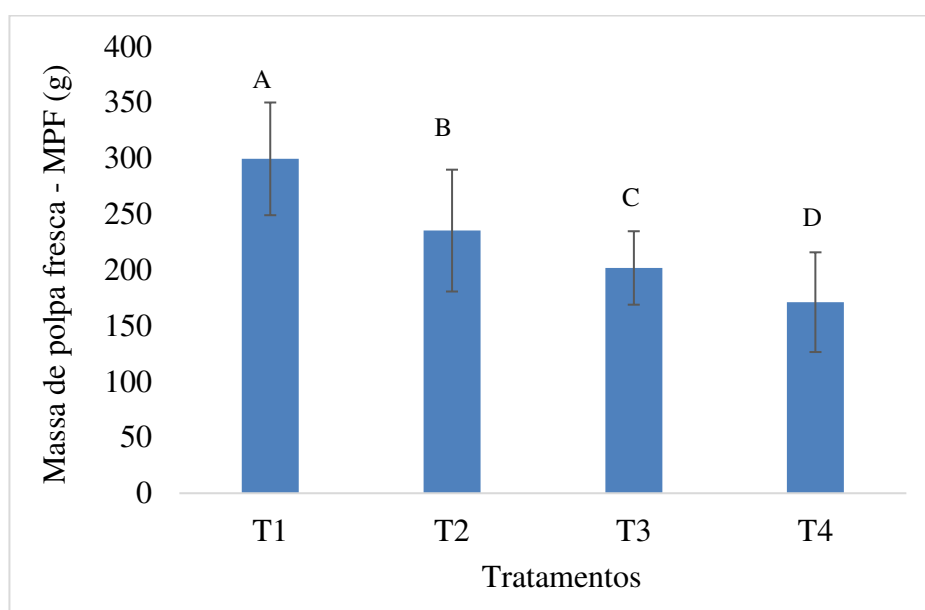


Figura 14: Peso médio da amostra de polpa fresca (MPF) (g) em função do tempo de permanência no campo. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 1 e 5% de significância. T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias) e; T4 (21 a 28 dias).

Quando se confronta os resultados desses trabalhos, é possível verificar que após o processo de amadurecimento dos frutos há uma perda de água na polpa. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados para o peso dos frutos que, após o tempo de permanência no campo (Figura 10), observou-se a maior média no tratamento com menor tempo de permanência no campo. Essa diminuição na massa de polpa está intimamente relacionada com a saída de água do sistema, pelos processos de respiração e transpiração (SOUZA, 2013).

As médias entre os sistemas de colheita também diferiram entre si estatisticamente. O sistema de colheita no solo apresentou uma maior massa de polpa em relação ao sistema de

colheita no coletor (Figura 15). Isso ocorreu devido à reabsorção de água favorecida pelo contato dos frutos com o solo (MOTTA et al., 2011).

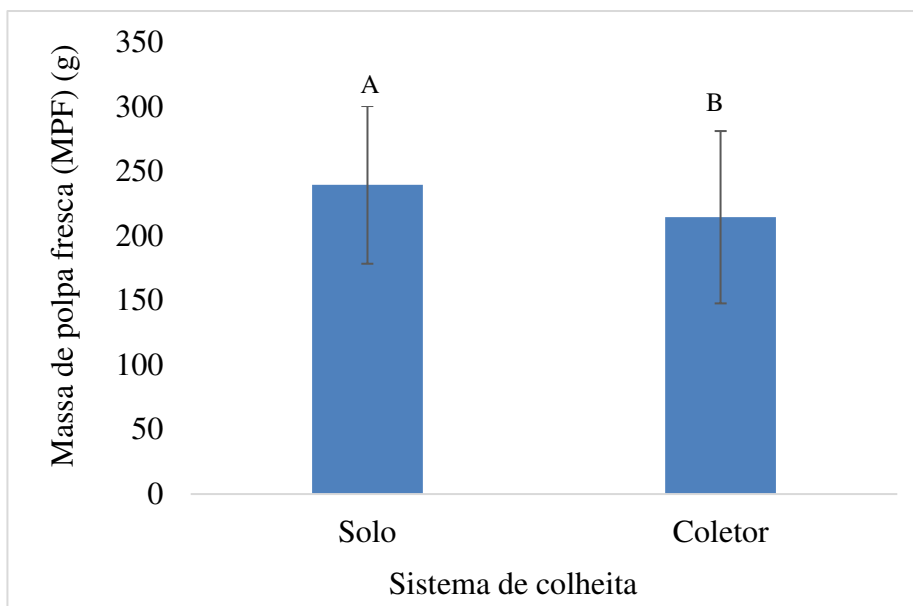


Figura 15: Peso médio da amostra de polpa fresca (MPF) (g) em função do sistema de colheita. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste F a 5%.

5.2.4 Teor de água na polpa (TA)

Houve interação significativa entre tempo de permanência no campo e sistema de colheita.

Os frutos mantidos no coletor apresentaram médias menores do teor de água, nos intervalos de tempo de 21 a 28 dias (T4) e 14 a 21 dias (T3) em comparação com os frutos que permaneceram no solo nos mesmos intervalos de tempo. Nos demais tratamentos as médias foram iguais estatisticamente. Para frutos que permaneceram no solo não foram observadas diferenças estatísticas ao longo do período de permanência. Já os frutos mantidos no coletor no intervalo de 21 a 28 dias apresentaram menor média em relação aos outros tempos de permanência (Tabela 4).

Tabela 4: Valores médios do teor de umidade (TA) (%), para as respectivas combinações de tratamento e sistema de colheita. Os tratamentos representam o tempo de permanência no campo, T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias); e T4 (21 a 28 dias).

Tratamento	Solo	Coletor
T1	49,51Aa	48,24Aa
T2	52,08Aa	50,70Aa
T3	50,96Aa	44,79Ab
T4	46,16Aa	36,81Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O teor de umidade na polpa dos frutos de macaúba pode ser influenciado pelas condições ambientais do local, conseqüentemente influenciados pelo período de coleta (CICONINI, 2012). Frutos de macaúba estudados no distrito de Sete Lagoas – MG apresentaram 42% de teor de água (EVARISTO, 2015). Nos biomas Pantanal e Cerrado no Mato Grosso do Sul, os frutos apresentaram teor de água de 62,29% e 36,28% respectivamente (SOUZA, 2013) E Frutos coletados em Goiás apresentaram teor de umidade de 34,32% (SILVA et al., 2008).

5.2.5 Índice de Acidez

Os índices de acidez (IA) apresentaram médias significativamente diferentes em função do tempo de permanência dos frutos em campo. O tratamento com maior tempo no campo (21 a 28 dias) apresentou um IA de 10,44%, enquanto o tratamento com menor tempo em campo (0 a 7 dias) apresentou um IA de 0,59% (Figura 16). Frutos de macaúba estudados em um sistema coletor no Mato Grosso do Sul apresentaram IA inferiores a 1% com 11 dias de permanência no campo (SOUZA, 2013). Evaristo (2015), estudando frutos de macaúba em Minas Gerais, encontrou valores de IA para frutos que permaneceram no solo por sete e por vinte e um dias de 0,37% e 7,25% respectivamente.

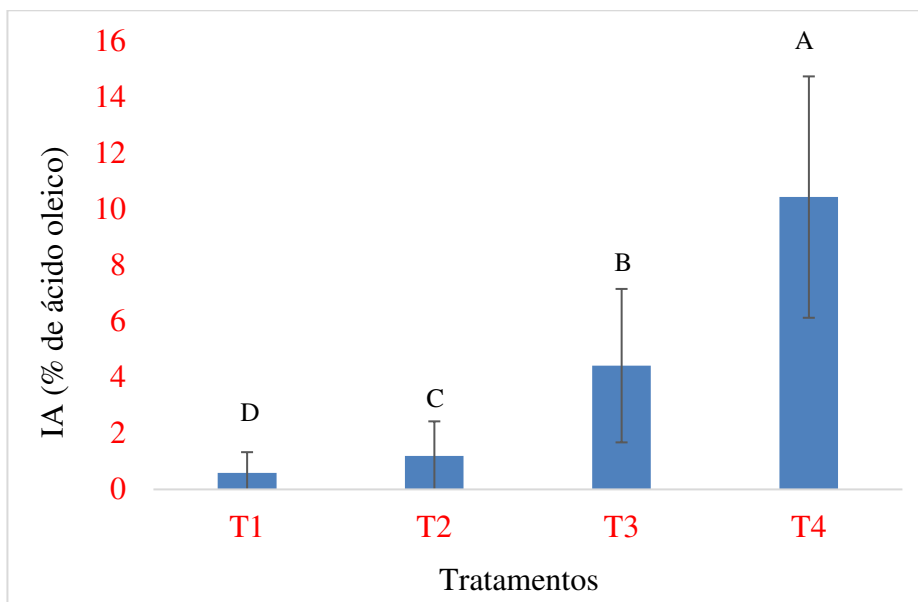


Figura 16: Índice de acidez (IA) em função dos tempos de permanência dos frutos no campo. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 1 e 5% de significância. T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias); e T4 (21 a 28 dias).

O comportamento do IA, em função do tempo de permanência é explicado pela degradação dos glicerídeos e pela liberação de ácidos graxos livres (GOULART, 2014). Com o maior tempo de permanência dos frutos no campo houve um aumento no índice de acidez, isso pode ter ocorrido pela ação das lipases, que são enzimas produzidas pelo próprio fruto e também por microrganismos. Esses por sua vez, podem colonizar tanto a polpa do fruto quanto o epicarpo. Em frutos de dendê (*Elaeis guineenses*) foi relatada que a principal causa da acidificação do óleo é a ocorrência de lipases microbianas (ABBAS et al., 2002).

De acordo com o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e cera vegetal publicado pela ANVISA (2005), os óleos vegetais devem apresentar um índice de acidez inferior a 5% para serem utilizados na alimentação humana, portanto nas condições apresentadas por esse estudo os frutos que permaneceram no campo por até 21 dias estão aptos para a utilização humana. Já para a produção de biodiesel a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (2010), determina que os óleos devam apresentar um IA inferior a 1,88%, nesse estudo, os frutos que permaneceram no campo entre 0 e 14 dias atendem a essa condição.

Para os dois sistemas de colheita não houve diferença significativa para a variável, índice de acidez (Figura 17). Uma possível explicação para esse fato, é que os frutos que

permaneceram no solo, foram amortecidos pelo coletor. Esse amortecimento pode ter evitado rupturas na casca, o que favorece a contaminação de microrganismos e uma maior absorção de água. De acordo com Souza (2013), a não ruptura do epicarpo é uma condição fundamental para a minimização da contaminação microbiológica.

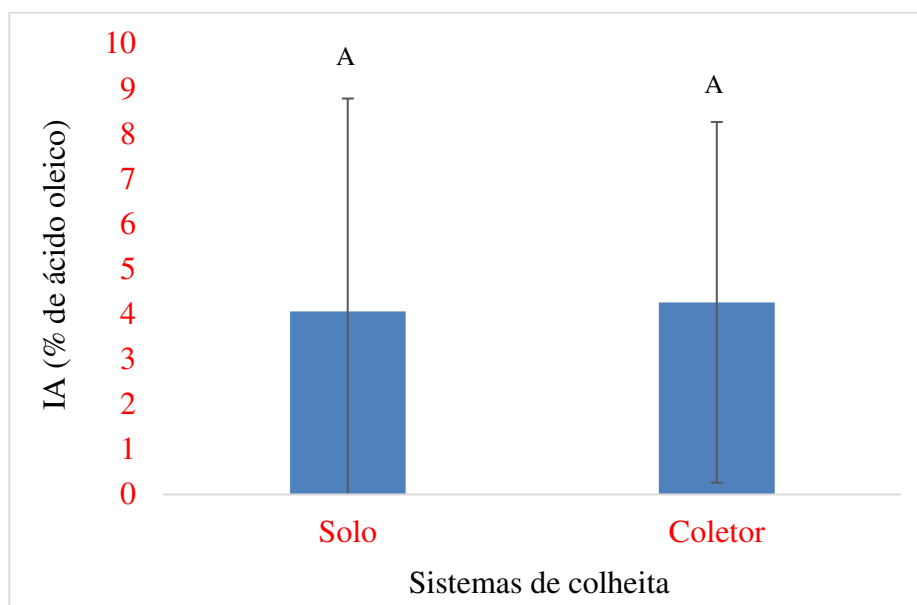


Figura 17: Índice de acidez (IA) em função dos sistemas de colheita. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente pelo teste F a 5% de significância.

5.2.6 Estabilidade Oxidativa

Os valores encontrados para a estabilidade oxidativa (EO) não diferiram estatisticamente (Tabela 6). Quando se compara isoladamente apenas o tratamento um, é possível perceber um aumento de 15,86% na estabilidade oxidativa dos frutos que foram mantidos no sistema coletor, revelando assim uma potencial vantagem nos usos dos coletores.

Tabela 5: Valores médios de Estabilidade oxidativa (horas) em função dos tempos de permanência dos frutos em campo e do sistema de colheita. T1 (0 a 7 dias); T2 (7 a 14 dias); T3 (14 a 21 dias); e T4 (21 a 28 dias).

Tratamento	Solo	Coletor
T1	5,25	6,24
T2	4,94	5,99
T3	4,60	3,78
T4	3,87	4,44

Os valores de estabilidade oxidativa encontrados por Evaristo (2015), para frutos colhidos no cacho, maduros e mantidos no solo em Minas Gerais por períodos de 0, 7, 14 e 21 dias foram de 10,29, 13,89, 4,60 e 3,54 horas respectivamente. Frutos de macaúba coletados e secos a 60° C por 24 horas antes do período de armazenamento apresentaram valores de 12,15 e 6,22 de EO para 0 e 15 dias (SILVA, 2017). Já frutos recém-colhidos, tratados com hipoclorito de sódio e com antifúngico apresentaram EO superior a 10 horas. Decorrido 10 dias de armazenamento a EO encontrada foi de aproximadamente sete horas e aos 30 dias de armazenamento a mesma caiu para 2,1 horas (GOULART, 2014).

Todos os trabalhos mencionados mostram um decréscimo da estabilidade oxidativa com o passar do tempo, confirmando assim o comportamento da EO encontrado nesse estudo. Além disso, processos como a secagem (SILVA, 2017) e o tratamento pós-colheita (GOULART, 2014) aumentaram a EO do óleo da polpa dos frutos de macaúba no tempo zero de armazenamento quando comparado a esse estudo, onde não foi realizado nenhum tratamento pós-colheita e nenhuma seleção de frutos, sendo considerados frutos contaminados por microrganismos, atacados por insetos e em função da queda natural a ocorrência de frutos não maduros.

A diminuição da estabilidade oxidativa do óleo da polpa de macaúba pode estar relacionado com a composição do perfil dos ácidos graxos, com as contaminações microbiológicas, e com as temperaturas elevadas as que os frutos foram submetidos no período de permanência no campo. Esses fatores em conjunto ou isolados podem acelerar a auto-oxidação e a hidrólise do óleo (EVARISTO, 2015).

É importante salientar que o experimento foi conduzido nos meses de Janeiro e Fevereiro, onde as temperaturas têm o seu maior pico, e conseqüentemente influenciaram na queda da EO ao longo do período de permanência no campo.

6. CONCLUSÃO

Foi constatado que o processo de queda dos frutos de macaúba em Viçosa – MG inicia-se em meados do mês de novembro e estende-se até final do mês de março, constatando-se o maior volume de frutos nos meses de dezembro a fevereiro.

A qualidade do óleo diminui com o maior tempo de permanência dos frutos no campo, ou seja, o índice de acidez aumenta e a estabilidade oxidativa diminui.

O coletor apresentou uso potencial, visto que sua utilização diminuiu o teor de água na polpa dos frutos, sendo essa uma característica totalmente relacionada com a qualidade do óleo, menor teor de água favorece a diminuição do índice de acidez e o aumento da estabilidade oxidativa, ambas de suma importância na qualidade final do óleo.

Além do mais o coletor pode diminuir os riscos aos quais os trabalhadores rurais estão submetidos, como por exemplo, posturas mais ergonômicas na colheita. Ainda é possível salientar que os trabalhadores não estarão submetidos ao risco dos frutos caírem sobre a cabeça.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, H.; HIOL, A.; DEYRIS, V.; COMEAU, L. Isolation and characterization of an extracellular lipase from *Mucor* sp strain isolated from palm fruit. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 31, n. 7, p. 968-975, 2002.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 4. 2010. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2010/fevereiro&item=ranp-4--2010>. Acesso em: 06 jun. 2019.

AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign: 1994.

AZEVEDO FILHO, J. A.; COLOMBO, C. A.; BERTON, L. H. C. Macaúba: palmeira nativa como opção bioenergética. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, SP, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012.

BHERING, L. L.; VILELA, M. F.; AQUINO, F. G.; LAVIOLA, B. G.; JUNQUEIRA, N. T.V.; CARGNIN, A. Mapeamento de maciços naturais de ocorrência de macaúba (*Acrocomia aculeata*) visando à exploração sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 4 e 1, 2010, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: Embrapa Agroenergia, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/854971/1/BID03.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2019.

Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 270, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html. Acesso em: 01 abr. 2019.

BROWN, G. K.; SARIG, Y.; PERKINS, R. M. Date production mechanization worldwide. In: International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Harvesting Mechanization, 1983. Bet Dagan, Israel. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1983 p. 171-177.

CALLEGARI, F. C.; CREN, E. C.; ANDRADE, M. H. C. Perspectivas da utilização dos óleos da Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart) no desenvolvimento de cosméticos. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ABEQ, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0790-23843-177716.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CARVALHO, K. J.; SOUZA, A. L.; MACHADO, C. C. **Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia da macaúba**. Viçosa: Polo de Excelência em Florestas, 2011, 35p.

CICONINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. (2012). Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco – UCDB – Campus Campo Grande, MT, 2012.

COSTA, C. F. **Solos e outros fatores ambientais associados à diversidade fenotípica de macaúba no estado de São Paulo.** (2009). Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Agroambientais) – Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Campinas, SP, 2009.

EVARISTO, A. B. **Conservação pós-colheita e potencial bioenergético de frutos de Macaúba (*Acrocomia aculeata*).** 2015. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV – Campus Viçosa, MG, 2015.

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; CARNEIRO, A. D. C. O.; PIMENTEL, L. D.; MOTOIKE S. Y.; KUKI K. N. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass Bioenerg**, v. 85, p. 18-24. 2016.

EVARISTO, A. B.; GOULART, S. M.; MARTINS, A. D.; PIMENTEL, L. D.; GROSSI, J. A. S. Caracterização físico-química de frutos de macaúba provenientes de três regiões do estado de Minas Gerais. **Revista Agrotecnologia**, v.8, n.2, p. 81-92. 2017.

FAGUNDES, L. A. **Ômega-3 & ômega-6 – O equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doença.** 1. Ed. Porto Alegre, Age Ltda, 2002. 92p.

FAO. **The State of Food Insecurity in the World 2015.** In: MEETING THE 2015 INTERNATIONAL HUNGER TARGETS: TAKING STOCK OF UNEVEN PROGRESS, Roma. 2015.

FAO. **Livestock's role in climate change and pollution.** In: LIVESTOCK'S LONG SHADOW: ENVIRONMENTAL ISSUES AND OPTIONS, Roma. 2006.

FARIA, G. de. **Caracterização morfoanatômica da planta, fruto, semente e plântula de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Lodd.)Ex Mart).** (2012). Dissertação (Mestrado em Agronomia), - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras - UFLA - Campus Lavras, MG, 2012.

FARIA, L. A. **Hidrólise do óleo da amêndoa da macaúba com lipase extracelular de *Colletotrichum gloeosporioides* produzida por fermentação em substrato líquido.** (2010). Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Campus Pampulha, MG, 2010.

GOULART, S. M. **Amadurecimento pós-colheita de frutos de Macaúba e qualidade do óleo para a produção de biodiesel.** (2014). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV – Campus Viçosa, MG, 2014.

JORIS, P. J.; MENSINK, R. P. Role of cis-monounsaturated fatty acids in the prevention of coronary heart disease. **Current Atherosclerosis Reports**, v. 18, n. 7, p. 38-45, 2016.

KADER, A. A. Postharvest Biology and Technology: an Overview. In: (Ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops.** Oakland: University of California 1992. p.15-20.

KAWAHARA, Y. **Colheita de coco: um estudo para a mecanização**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo – USP – Campus São Carlos, SP, 2017.

LANES, E. C. M.; MOTOIKE, S. Y.; KUKI, K. N.; NICK, C.; FREITAS, R. D. Molecular characterization and population structure of the Macaw Palm, *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) ex situ germoplasm collection using microsatellites markers. **Journal of Heredity**, v. 106, n.1, p. 102-112. 2015.

LOPES, J. I.; PAVÃO, F.; RODRIGUES, M. A. Colheita da Azeitona. In. RODRIGUES, M. A; CORREIA, C. A. **Manual da Safra e Contra Safra do Olival**. 1. ed. Bragança: Editora. Instituto Politécnico de Bragança, 2009, cap. 8, p. 89-94.

LORENZI, H.; NOBLICK, L. R., KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Plantarum, 2010. 384 p.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S.; CASTRO, G. P. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In. MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora. UFV, 2014, cap. 1, p. 15-45.

MARTIN, C. A., ALMEIDA, V. V., RUIZ, M. R., VISENTAINER, J. E. L., MATSHUSHITA, M., SOUZA, N. E., VISENTAINER, J. V. (2006). Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.6, p. 761-770. 2006.

MORCOTE-RIOS, G.; BERNAL, R. Remains of palms (Palmae) at archaeological sites in the New World: a review. **The Botanical Review**, New York, v. 67, n.3, p. 309-350, 2001.

MOTA, C. S.; CORRÊA, T. R.; GROSSI, J. A. S.; CASTRICINI, A.; RIBEIRO, A. da S. Exploração sustentável da Macaúba para a produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v.32, n. 265, p. 41-51, 2011.

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. **TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas, v.1, p.161, 2011.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MULLER, A. A. (Ed). **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005, 137p. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de Produção, 4).

OSTROROG, D. R. V.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 3, p. 479-488, 2009.

PARTICHELLI, G. L.; COSTA, A. F.; GALEANO, E. A. V.; ROSSI, D. A.; BÁRBARA, W. P. F.; PIASSI, M.; EGGER, A. A.; Custo de implantação e viabilidade econômica da cultura do abacate no município de Venda Nova do Imigrante, ES. **Revista Científica Intellecto**, v.3, n.especial, p. 12-21. 2018.

PIMENTA, T. V. **Metodologias de Obtenção e Caracterização dos Óleos do Fruto da Macaúba com Qualidade Alimentícia: Da coleta à utilização.** 1. Ed. Belo Horizonte, Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Química, 2010. 102p.

PIMENTEL, L. D.; DIAS, L. A. dos. S.; PAES, J. M. V.; MOTOIKE, S.Y. Diversidade no gênero *Acrocomia* e proposta de subdivisão da espécie *Acrocomia aculeata*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 265, p. 81-87, 2011a.

PIMENTEL, L. D.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; PAES, J. M. V.; BRUCKNER, C.H. Coeficientes técnicos e custos de produção do cultivo da macaúba. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 61-69, 2011b.

PINTO, R. J. B. **Introdução ao Melhoramento Genético de Plantas.** 2. Ed. Maringá: Eduem, 2009. 351p.

PIRES, T. P.; DOS SANTOS SOUZA, E.; KUKI, K. N.; MOTOIKE, S. Y. Ecophysiological traits of the macaw palm: a contribution towards the domestication of a novel oil crop. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 200-210, 2013.

QUEIROZ, L. A. L.; NASCIMENTO, C. S.; SANTOS, V. L.; CREN, E. C.; ANDRADE, M.H.C. (2014). Avaliação dos microrganismos presentes nos frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) após diferentes tratamentos pós-colheita. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ABEQ, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1369-19613-146087.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

REVELLO, C. Z. P. **Avaliação do valor nutricional de resíduos do processamento da macaúba (*Acrocomia aculeata*) e de seus produtos de Bioconversão.** (2014). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD - Campus Dourados, MS, 2014.

ROBERT, L. F. O. J. **Trabalho agrícola na colheita do dendê: a contribuição da ergonomia na avaliação das condições de trabalho em uma empresa de médio porte no nordeste do estado do Pará.** 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – Campus São Carlos, SP, 2017.

RODRIGUES, I. D.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F. dos.; NOVELLO, D. Adição de farinha de bocaiúva em alfajores: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.15, n. 02, p. 721-732. 2017.

SARI, Y. W. **Biomass and its potential for protein and amino acids: valorizing agricultural by-products.** 2015. PhD thesis, Wageningen University, 2015.

SCHERER, R. P. **Produção enzimática de ésteres etílicos em sistema livre de solvente em banho de ultrassom empregando óleo do fruto de macaúba (*Acrocomia aculeata*) e óleo de fritura como substratos.** (2015). Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI - Campus de Erechim, RS, 2015.

SILVA, G. N. **Uso da secagem e ozonização na conservação pós-colheita de frutos de macaúba**. 2017. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV – Campus Viçosa, MG, 2017.

SILVA, M. R., LACERDA, D. B. C. L., SANTOS, G. G., MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 6, p. 1790-1793. 2008.

SILVA, E. M.; NAVEGANTES-ALVES, L. F. Organização e diversidade dos sistemas de produção de agricultores familiares integrados à agroindústria de dendê no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 1, p. 166-192. 2018.

SOBREIRA, H. F.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; FONSECA, D. M. da.; MOTOIKE, S. Y.; SILVA, J. C. P. M. da.; GUIMARAES, G. Casca e coco de macaúba adicionados ao concentrado para vacas mestiças lactantes em dietas à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v.2, n.1., p.113-117, 2012.

SOUZA, C. F. T. **Desenvolvimento, maturação e sistemas de colheita de frutos da macaúba (*Acrocomia aculeata*)** (2013). Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco – UCDB – Campus Campo Grande, MT, 2013.

TILAHUN, W. W.; GROSSI, J. A. S.; FAVARO, S. P.; PIMENTEL, L. D. **Pós-colheita de frutos de macaúba em ambiente com temperatura controlada: efeito sobre a água na polpa**. 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE MACAÚBA. Patos de Minas 2013.

TOLÊDO, D. de P. **Análise técnica, econômica e ambiental de macaúba e de pinhão-manso como alternativas de agregação de renda na cadeia produtiva de biodiesel**. (2010). Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV - Campus Viçosa, MG, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2018**. Viçosa, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2019**. Viçosa, 2019.

VADIVAMBAL, R.; JAYAS, D. S. Changes in quality of microwave-treated agricultural products—a review. **Biosystems Engineering**. v. 98, p. 1-16. 2007.