

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA- INPA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TROPICO UMIDO-**  
**ATU**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DO CAMAPU (*Physalis angulata* L.),  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA E APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO  
DOS FRUTOS**

**AMÉLIA AUGUSTA DE LIMA AJURICABA OLIVEIRA**

**Manaus, Amazonas**

**Agosto, 2018**

**AMÉLIA AUGUSTA DE LIMA AJURICABA OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DO CAMAPU (*Physalis angulata* L.),  
QUALIDADE PÓS-COLHEITA E APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO  
DOS FRUTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido, Área: Tecnologia de Alimentos.

**ORIENTADORA: Dra. FRANCISCA DAS CHAGAS DO AMARAL SOUZA**

**COORIENTADOR: DR. RINALDO SENA FERNANDES**

Manaus, Amazonas

Agosto, 2018



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO**

**Folha de aprovação**

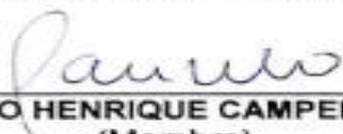
A Banca Julgadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**TÍTULO:** "CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DO CAMAPU  
(*Physalis angulata* L.) QUALIDADE PÓS-COLHEITA E  
APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DOS FRUTOS"

**AUTOR(A):**

AMÉLIA AUGUSTA DE LIMA AJURICABA OLIVEIRA

**BANCA JULGADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. PEDRO HENRIQUE CAMPELO (UFAM)  
(Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Dra. SÔNIA SENA ALFAIA (EMBRAPA)  
(Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Dr. BRUNO NICOLAU PAULINO (UFAM)  
(Membro)

Manaus, 28 de setembro de 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

O48 Oliveira, Amélia Augusta de Lima Ajuricaba  
Caracterização agronômica do camapu (*Physalis angulata* L.),  
qualidade pós colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos /  
Amélia Augusta de Lima Ajuricaba Oliveira. --- Manaus: [s.n.],  
2018.  
93 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2018.  
Orientador : Francisca das Chagas do Amaral Souza.  
Coorientador : Rinaldo Sena Fernandes.  
Área de concentração : Agricultura no Trópico Úmido.

1. Amazônia. 2. Produção. 3. Nutrientes. 4. Desidratação. I.  
Título.

CDD 582.951.4

### **Sinopse:**

Estudou-se o comportamento do camapu (*Physalis Angulata* L.) submetido ao cultivo com diferentes aduções, influências desses sistemas nas características físico-químicas dos frutos e propôs técnicas de conservação pós-colheita dos frutos.

**Palavras-chave:** Amazônia, produção, nutrientes, desidratação

### **Dedicatória**

*Dedico esta dissertação a minha avó Amélia Soares Amorim (In memória), por ter sido a minha inspiração e modelo de mulher batalhadora, que apesar de não ter tido a oportunidade de estudar era amante do conhecimento, lutou por minha educação e é graças a ela que hoje sou a pessoa que finalizou este trabalho.*

## **Agradecimentos**

Agradecer inicialmente a todos os amigos que me deram apoio de forma direta ou indiretamente ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa. Infelizmente não poderei citar todos os nomes por restrições de espaços, mas deixo aqui minhas desculpas e gratidão a vocês.

Agradeço ao meu esposo Hérmani Oliveira que foi meu alicerce durante o desenvolvimento deste trabalho, me deu apoio nas atividades práticas e teóricas mesmo em estado de extremo cansaço físico, além de total apoio emocional, que segurou o meu choro e acolheu a minha dor nos momentos em eu que perdia a batalha contra o desespero, me ajudando a continuar de pé.

Aos meus pais Marlene e Antônio Leonilde que me deram à luz da vida e sempre estiveram ao lado, respeitando e apoiando sempre minhas escolhas.

Aos meus gatos Nick, Lucy e Isis que contribuem sempre com suas fofuras para alegrar meu dia.

Aos meus irmãos que mesmo diante de tantas diferenças estamos sempre nos apoiando uns apoiando.

A Dr<sup>a</sup>. Francisca das Chagas do Amaral Souza pela excelente orientação, com dedicação exemplar, e mesmo em meio a tantos afazeres sempre encontrava tempo e disposição para ajudar. Muito, muito obrigada!

Ao Doutor Rinaldo Sena Fernandez por todo apoio, me forneceu todo o auxílio necessário para a realização da etapa de trabalho e apoio teórico com sua excelente Coorientação.

Ao Pesquisador Jaime Paiva L. Aguiar responsável pelo Laboratório de Físico-química de Alimentos– LFQA pela colaboração nas análises do produto.

Ao Professor Edimilson Barbosa Lima responsável pela Estação experimental de Hortaliças do Instituto Federal do Amazonas, que me deu apoio durante todo decorrer do experimento na estação.

Ao doutor Ariel Dotto Blind da Estação Experimental do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) meu muito obrigada por me fornecer as mudas e sementes do camapu e me ajudou muito com seu compartilhando seu conhecimento sobre esta planta tão maravilhosa, sugerindo ideias e propondo soluções.

A Laura Cristina Oliveira pelo apoio durante minha passagem pelo Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido PPG-ATU, pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo fomento da bolsa.

A todos os amigos que cultivei ao longo dos anos, que me incentivam, apoiam e nunca desistem de estarem ao meu lado.

## RESUMO

O camapu contém em seus frutos, folhas, galhos e raízes nutrientes essenciais e micronutrientes como minerais, fibras, vitaminas e diversos compostos secundários de natureza fenólica, estes compostos dependem da sua estrutura química e da concentração no alimento, estas concentrações são amplamente influenciadas por fatores genéticos, condições ambientais forma de cultivo, grau de maturação, variedade da planta, entre outros. O objetivo do trabalho foi verificar a influência das diferentes adubações durante o desenvolvimento da *P. angulata* em relação as propriedades físico-químico, desenvolver produtos a partir dos frutos e avaliar métodos de conservação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições, com duas fontes de adubação orgânica (esterco de galinha e esterco bovino) e uma química (NPK). O potencial agrônômico foi avaliado pelo uso dos caracteres de relevância agrônômica: Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), massa seca total (%), acúmulo de minerais nas folhas, produção de frutos, análise física dos frutos *in natura* a partir da amostragem de 30 frutos por tratamento: Massa média (g), biometrias (mm) (diâmetro transversal e longitudinal) e densidade, os frutos e produtos foram caracterizados quanto aos teores de umidade, lipídios, pH, teor de sólidos solúveis, cinzas, proteínas e carboidratos, valor energético, com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos fornecem 9, 4 e 4 kcal. g<sup>-1</sup>, e a determinação de atividade de água. A cor foi determinada através de cálculo do ângulo Hue (h°) e a variância no tempo de armazenamento através dos cálculos do delta. Os minerais dos frutos foram determinados por espectrometria de absorção atômica. Os resultados mostram que as adubações que apresentaram melhores respostas para o cultivo da *P. angulata* foram as adubações químicas (NPK) e as interações entre adubação química e orgânica (esterco bovino curtido e NPK), para a qualidade pós-colheita, compostos nutricionais e bioativos dos frutos do camapu, foram as adubações químicas (NPK) e as interações entre adubação química e orgânica (esterco de aves curtido e NPK) e (esterco bovino curtido e NPK). O uso da embalagem em atmosfera modificada promoveu a efetiva conservação dos frutos *in natura* até o quarto mês, a liofilização apresentou as melhores respostas para as características físico-químicas e conservação pós-colheita durante os 150 dias de armazenamento e obteve maior índice de aceitabilidade.

## ABSTRACT

### AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF CAMAPU (*Physalis angulata* L.), POST-HARVEST QUALITY AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF FRUITS

The camapu contain in their fruits, leaves, branches and roots essential nutrients and micronutrients such as minerals, fibers, vitamins and various secondary compounds of phenolic nature, these compounds depend on their chemical structure and concentration on food, these concentrations are largely influenced by factors genetic, environmental conditions, form of cultivation, degree of maturation, plant variety, among others. The objective of this work was to verify the influence of the different fertilizations during the development of *P. angulata* in relation to the physical-chemical properties, to develop products from the fruits and to evaluate conservation methods. The experimental design was a randomized block with six treatments and five replicates, with two sources of organic fertilization (chicken manure and bovine manure) and one chemical (NPK 60-80-26). Agronomic potential was evaluated using agronomic characters: plant height (cm), stem diameter (mm), total dry mass (%), accumulation of minerals in the leaves, fruit production, physical analysis of fruits in natura (g), biometrics (mm) (transversal and longitudinal diameter) and density, the fruits and products were characterized as moisture contents, lipids, pH, soluble solids content, ashes, proteins and carbohydrates, energetic value, based on the values of lipids, proteins and carbohydrates provide 9, 4 and 4 kcal. g<sup>-1</sup>, and the determination of water activity. The color was determined by calculating the angle Hue (h °) and the variance in storage time through the delta calculations. Fruit minerals were determined by atomic absorption spectrometry. The results showed that the fertilizations that presented the best responses for *P. angulata* cultivation were chemical fertilizations (NPK) and the interactions between chemical and organic fertilization (tanned bovine manure and NPK), for post-harvest quality, nutritional compounds and (NPK) and interactions between chemical and organic fertilization (tanned poultry manure and NPK) and (tanned bovine manure and NPK). The use of the modified atmosphere packaging promoted the effective preservation of the fruits in natura until the fourth month, the lyophilization presented the best responses for the physical-chemical characteristics and post-harvest conservation during the 150 days of storage and obtained a higher acceptability index.

## Sumário

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	XIII
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XIV
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2. 1. CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E AGRONÔMICA .....	3
2.2. VALOR NUTRITIVO, COMPOSTOS BIOATIVOS E PRINCIPAIS USOS.....	6
2.3. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FÍSICO- QUÍMICA DOS FRUTOS .....	8
2.4. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DOS FRUTOS.....	10
2.5. CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS.....	12
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	14
3.1. OBJETIVO GERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
4.1. LOCAL DE ESTUDO.....	15
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	15
4.3. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	16
4.4. DETERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO E MASSA SECA DO CAMAPU .....	16
<b>Variáveis biométricas</b> .....	16
<b>Produção</b> .....	17
<b>Massa seca total</b> .....	18
4.5. DETERMINAÇÃO DO ACÚMULO DE MACRO E MICRONUTRIENTES DAS FOLHAS.....	18
4.6. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS FRESCOS .....	19
<b>Massas e dimensões</b> .....	19

<b>Densidade</b> .....	19
<b>Teor de sólidos solúveis (TSS)</b> .....	20
<b>Análise de Minerais</b> .....	21
<b>4.7. PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO CAMAPU</b> .....	22
<b>Recepção e Seleção</b> .....	22
<b>Sanitização</b> .....	22
<b>Pesagem</b> .....	23
<b><i>In natura</i> embalados a vácuo</b> .....	23
<b>Perfuração</b> .....	23
<b>Desidratação por ar quente em estufa</b> .....	23
<i>Ciclo de secagem método estufa</i> .....	24
<i>Resfriamento e Armazenamento frutos desidratados em estufa a 60 °C</i> .....	25
<b>Criodesidratação (Liofilização)</b> .....	25
<i>Armazenamento dos frutos Liofilizados</i> .....	26
<b>4.8. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS FRUTOS ARMAZENADOS EM GELADEIRA: DESIDRATADOS E <i>in natura</i> EMBALADOS A VÁCUO.</b> .....	26
<b>pH</b> .....	26
<b>Acidez titulável (AT)</b> .....	27
<b>Análise de Cor Refletida</b> .....	32
<b>Umidade</b> .....	28
<b>Atividade de água (Aw)</b> .....	28
<b>Proteína Bruta</b> .....	29
<b>Lipídeos</b> .....	30
<b>Cinzas</b> .....	31
<b>Carboidratos</b> .....	32
<b>Valor Calórico Total</b> .....	32
<b>4.10. AVALIAÇÃO SENSORIAL PRODUTOS</b> .....	32
<b>4.11. VIDA DE PRATELEIRA</b> .....	35
<b>4.12. ANÁLISES ESTATÍSTICAS</b> .....	36
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	46
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	48
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	49
<b>ANÁLISES ESTATÍSTICAS</b> .....	51
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>CONCLUSÃO</b> .....	55
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	55

BIBLIOGRAFIA CITADA.....	55
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>58</b>
RESUMO .....	59
INTRODUÇÃO.....	60
MATÉRIAS E MÉTODOS .....	61
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	63
RESULTADOS E DISCURSSÃO .....	63
CONCLUSÃO.....	67
AGRADECIMENTOS .....	67
BIBLIOGRAFIAS CITADAS .....	68
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>72</b>
RESUMO .....	73
ABSTRACT .....	73
INTRODUÇÃO.....	74
MATERIAL E MÉTODOS.....	76
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	79
RESULTADOS E DISCURSSÃO.....	79
CONCLUSÃO.....	86
AGRADECIMENTOS .....	86
BIBLIOGRAFIAS CITADAS .....	86

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Análises químicas do solo e adubos orgânicos. Manaus – AM, 2018.	50
Tabela 2. Altura, diâmetro basal e produção de frutos em função combinações de adubações orgânicas e químicas. Manaus – AM, 2018.	52
Tabela 3. Acúmulo de minerais nas folhas do camapu em função das adubações. Manaus - Amazonas 2018	54

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Análises químicas do solo e adubos orgânicos. Manaus – AM, 2018.	62
Tabela 2. Massa média com cálice (MCC), e sem cálice (MSC), diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL) e densidade (DS) dos frutos do camapu em função das adubações. Manaus - Amazonas 2018	64
Tabela 3. Influências das aduções nas características físico-químicas dos frutos camapu. Manaus - Amazonas 2018	65
Tabela 4. Tabela 4. Cor da epiderme dos frutos do camapu cultivados com diferentes adubações. Manaus - Amazonas 2018	66
Tabela 5. Influências das aduções nos teores de minerais dos frutos do camapu. Manaus - Amazonas 2018	67

### CAPÍTULO 3

Tabela 1. Índice de aceitabilidade dos frutos do camapu desidratação sob temperaturas de 60, 50 e 40 °C. Manaus - Amazonas 2018	79
Tabela 2. Composição centesimal frutos do camapu <i>in natura</i> , desidratado e liofilizado. Manaus - Amazonas 2018	80
Tabela 3. Efeito dos métodos de conservação nas características físico-químicas dos frutos do camapu <i>in natura</i> embalados a vácuo, desidratados a 60 °C armazenados por 150 dias. Manaus - Amazonas 2018	82
Tabela 4. Efeito dos métodos de conservação na cor ao longo de 150 dias de armazenamento. Manaus - Amazonas 2018	84
Tabela 5. Média das notas do teste preferência dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizado. Manaus - Amazonas 2018	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Physalis angulata</i> L. (a) flor; (b) cálice; (c) fruto	4
Figura 2. (a) Brigadeiros com fruto <i>in natura</i> ; (b) brigadeiro com fruto caramelizado; (c) Fruto congelado com chocolates; (d) salada com fruto <i>in natura</i> .	11
Figura 3: Localização geográfica do IFAM (a) e da INPA (b).	15
Figura 4. Tutoramento com bambus e sistema de irrigação por gotejamento.	16
Figura 5. Diâmetro basal do colo a 3 cm do solo.	17
Figura 6. Frutos coletados.	18
Figura 7. (a) Secagem material vegetal; (b) partes da planta separada para pesagem.	18
Figura 8. (a) Massa individual dos frutos; (b) leituras dimensões do fruto.	19
Figura 9. Deslocamento do fruto na água.	20
Figura 10. Leitura de amostra dos frutos.	21
Figura 11. Fluxograma do processamento para elaboração dos produtos a partir dos frutos.	22
Figura 12. (a) Estufa usada na secagem; (b) Frutos secos á 60 °C.	24
Figura 13. Frutos de camapu embalados e identificados.	25
Figura 14. Câmara de liofilização (a); Frutos pós-liofilização (b).	26
Figura 15. (a) Pesagem frutos liofilizados; (b) frutos embalados.	26
Figura 16. Determinação de pH.	27
Figura 17. Processo titulação das amostras até a cor rósea persistente.	27
Figura 18. Recipiente com amostra (a); Amostra na câmara de leitura (b); mostrador digital com valor da determinação da água livre na amostra (c).	29
Figura 19. Esquema com resumo da análise de proteína das amostras.	29
Figura 20. Lipídio extraído das amostras.	30
Figura 21. Cinzas calcinadas com cor ideal.	31
Figura 22. Leitura cor da casca frutos <i>in natura</i> .	33
Figura 23. Trecho da ficha de resposta usada para o teste de aceitação	35
Figura 24. Frutos em geladeira em vida de prateleira.	36

## CAPÍTULO 1

Figura 1. Curva de crescimento altura do camapu ao longo de 45 dias Manaus – AM, 2018.	51
--	----

Figura 2. Curva de crescimento diâmetro basal do camapu ao longo de 45 dias Manaus – AM, 2018.	52
Figura 3. Médias massa seca das folhas, galhos e raízes das plantas do camapu cultivada com diferentes adubações. Manaus, Amazonas 2018	54
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Figura 1. Massa média dos frutos do camapu cultivada com diferentes adubações. Manaus, Amazonas 2018	64
<b>CAPÍTULO 3</b>	
Figura 1. Curva de secagem, dos frutos perfurados do camapu, na temperatura de 60 °C, representada pela razão de umidade em função do tempo de desidratação, Manaus - Amazonas 2018	81
Figura 2. Efeito dos métodos de conservação na teores de sólidos solúveis dos frutos do camapu in natura embalados a vácuo armazenado por 150 dias. Manaus - Amazonas 2018	83
Figura 3. Localização das cores dos frutos de camapu in natura, liofilizados e desidratados no diagrama de acromaticidade +a*; +b* do espaço L*, a*, b*.	84
Figura 4. Frequência das respostas do teste da escala hedônica frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizados	85
Figura 5. Índice de aceitabilidade dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizados. Manaus - Amazonas 2018	86
Figura 6. Intenção de compra dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizados. Manaus - Amazonas 2018	86

## 1. INTRODUÇÃO

Agricultura sustentável é aquela que resulta em maiores ganhos econômicos para o agricultor e menores impactos ao meio ambiente, primando pelo equilíbrio entre questões sociais e econômicas em um mundo heterogêneo em crescimento (Balbino *et al.* 2011a), neste contexto a produção de pequenas frutas é uma alternativa eficiente (Hoffmann 2003). O cultivo de pequenas frutas utiliza menores áreas agrícolas e oferecem inúmeras oportunidades para a indústria no preparo de produtos como: geleias, sucos, doces em pasta ou cristalizados, tortas, bolos, além de oportunizar o desenvolvimento de produtos em escala industriais como polpas, frutos congelados, desidratados, iogurtes e sorvetes (Rufato 2008).

Dentre os pequenos frutos tais como amora, framboesa, mirtilo, morango e outros, destacam-se as frutas do gênero *Physalis* esta pertence à família Solanaceae, as quais possuem variedades cultivadas em diferentes partes do mundo: *Physalis peruviana* L., e *Physalis pruinosa* L. onde são utilizados os frutos para alimentação; *Physalis alkekengi* L., usada como planta ornamental devido ao cálice com coloração vermelha e *Physalis ixocarpa* Brot., utiliza-se as folhas e caules para o consumo humano (Sullivan 1984; Florez *et al.* 2000).

No Brasil são encontradas 12 espécies do gênero *Physalis* em todo território nacional, com ênfase na Amazonas e no Nordeste (Sendter 1846), sendo a representante do gênero mais comum o camapu (*Physalis angulata* L.), ainda pouco conhecida e geralmente considerada invasora (Stešević e Bujanja 2017). Apesar de não ser muito conhecida como fonte de alimento por grande parte dos brasileiros (Rufato 2008), tem ganhado atenção de consumidores, processadores de frutos, agentes comercializadores e produtores em escala familiar devido ao grande potencial nutricional, ornamental e principalmente medicinal (Pagot e Hoffmann 2003).

O camapu além de outras vantagens como ser uma planta rústica e de boa adaptação por isso uma excelente alternativa para o pequeno e médio produtor rural (Rufato *et al.* 2008), ter possibilidades de bom retorno econômico visto que no contexto atual de mercado há mais demanda que oferta do produto possuir boa adaptação às condições socioeconômicas e ambientais do local (Poltronieri 2003) e possibilidade de cultivo no sistema orgânico por ser uma espécie nativa (Velásquez 2007).

Outro ponto sobre essa espécie é que seus frutos, folhas, galhos e raízes possuem valor medicinal e nutricional, pois a *P. angulata* além de todos os seus possíveis usos na culinária, na medicina popular e convencional (Oliveira *et al.* 2011) apresentando uma alta concentração de flavonoides, alcaloides e fitoesteroides que são amplamente empregados na indústria de fármacos (Puente *et al.* 2011; Ramadan, 2011).

Dentre as substâncias ativas presentes no gênero *Physalis* destacam-se as fisalinas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S que são constituintes químicos pertencentes ao grupo dos vitaesteroides identificadas por Tomassini *et al.* (2000), trabalhos recentes citam estas como responsáveis pelas atividades imunomoduladoras (Soares *et al.* 2003; Soares *et al.* 2006), antimicrobianas (Januário *et al.* 2002; Silva *et al.* 2005; Osho *et al.* 2010), anticancerígenas (Ribeiro *et al.* 2002), moluscicidas (Santos *et al.* 2003) dentre outras. É bastante utilizada pelas comunidades tradicionais para fins medicinais, no tratamento de doenças, como por exemplo no Pará onde suas raízes são utilizadas para o tratamento de hepatite e malária (Branch e Silva 1983), essas questões demonstram assim a grande importância e o porquê do real interesse dos produtores, pesquisadores e cientistas em relação a esta espécie da família Solanaceae.

Em razão dos motivos supracitados o cultivo dessa frutífera é uma linha da economia agrícola com boas perspectivas para os mercados nacionais, internacionais e principalmente regional. Possui origem nativa o que abre a possibilidade de incorporação da espécie nos cultivos orgânicos (Velásquez 2007), além disso o fruto pertence ao grupo das frutas de alto destaque, caracterizando-se por ser consumido por grupos de elite, devido a sua distribuição em hotéis, restaurantes e mercados especializados (Fischer e Almanza 1993).

Diante de todas as características importantes relacionadas a esta planta o objetivo do trabalho foi verificar a influência das diferentes adubações durante o desenvolvimento da *P. angulata* em relação as propriedades físico-químico, desenvolver produtos a partir dos frutos e avaliar métodos de conservação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2. 1. CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E AGRONÔMICA

O camapu (*Physalis angulata* L.) é nativo da Amazônia e pode ser encontrada em todo o Brasil, é popularmente conhecido como camapu, balãozinho, juá-de-capote, bucho-de-rã, camambu, mata-fome, bate-testa e balão-rajado (Muniz *et al.* 2011), pertence família Solanaceae e é encontrada em todo mundo, com cerca de 96 gêneros e 2.300 espécies (Hunziker 2001). É uma espécie com ampla adaptação ecológica, ciclo anual, herbácea e cresce de forma espontânea sob a forma de pequenas populações. Por essas características é considerada por muitos agricultores como uma erva daninha, infestando as lavouras e terrenos baldios (Lorenzi e Matos 2002).

Segundo Rufato *et al.* (2008) o camapu é uma planta herbácea, ereta e pode atingir de 35 - 55 cm de altura, morfologicamente apresenta folhas simples e glabras, lâmina foliar ovalado-lanceolada a oblonga, assimétrica, base levemente decurrente, aguda a oblíqua, ápice agudo a acuminado, margem inteira ou levemente lobada as vezes dentada, com 2,0 a 10,5 cm de comprimento e 1,0 a 5,5 cm de largura.

Flores com pedicelo cilíndrico, pubérulo, com 1,0 a 1,7 cm de comprimento.; cálice florífero com 0,2 a 0,5 cm de comprimento; sépalas lanceoladas, soldadas até a porção mediana; corola amarela, amarelo-esverdeada ou amarelo-pálida, com manchas contínuas acastanhadas na base; estames com filetes de até 0,5 cm de comprimento; anteras azuis, com 0,1 a 0,2 cm de comprimento; vário com 0,12 cm de diâmetro; estilete filiforme, com até 0,55 cm de comprimento; estigma capitado (Dall'Agnol 2007).

O fruto é climatérico do tipo baga, apresenta endocarpo e mesocarpo carnosos com muitas sementes, sua polpa possui sabor doce ou insípido, apresentam coloração amarelo-esverdeada e arroxeadas com diâmetro entre 1,0 a 1,5 cm, são comestíveis, sendo apreciados pelo homem *in natura* ou processado, principalmente na zona rural (Lorenzi e Matos 2002).

É uma espécie de grande valor nutricional e econômico e está sendo incorporada nos plantios na categoria das pequenas frutas (Poltronieri 2003). Chamam atenção por sua bela aparência (Figura 1), apresentam-se envoltos por um cálice que tem como finalidade proteção contra as condições ambientais adversas (Alvarado *et al.* 2004; Magalhães 2005), também serve como fonte de carboidratos durante os primeiros vinte dias de crescimento e auxilia no prolongamento da vida útil de pós-colheita, o cálice é utilizado como um indicador de ponto de

colheita (Ávila *et al.* 2006), também chama atenção das confeitarias que fazem uso dessa característica peculiar para enfeites de doces e bolos.

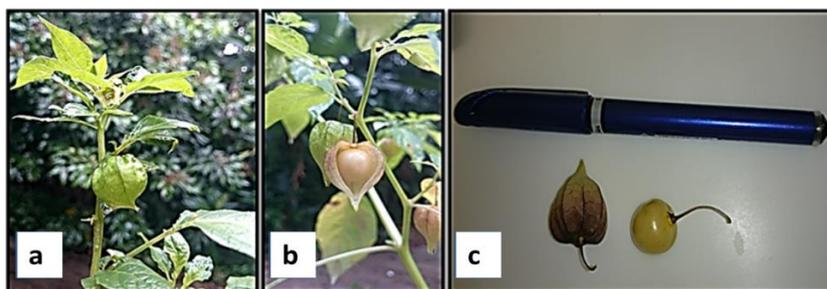


Figura 1. *Physalis angulata* L. (a) flor; (b) cálice; (c) fruto  
Fonte. Ajuricaba 2018

Apesar de ser considerada uma espécie de fácil adaptação, as informações sobre seu cultivo ainda são escassas (Muniz *et al.* 2011; Lima *et al.* 2006; Briguenti e Madeira 2007), porém a espécie já é amplamente utilizada na medicina popular, como anticoagulante, antileucêmico, antimutagênico, anti-inflamatório, antiespasmódico, antisséptico, analgésico e no tratamento de diabetes, entre outros (Lin *et al.* 1992, Chiang *et al.* 1992b), portanto, devido sua importância e usos era esperado que mais informações sobre o cultivo desta estivessem disponíveis na literatura atual.

Embora apresente diversas características positivas e grande potencial para o mercado (Alvarado *et al.* 2004; Magalhães 2005; Muniz *et al.* 2011), o cultivo ainda é limitado devido ao desconhecimento das práticas de manejos e conduções. De acordo com Fischer (2000) esta espécie tem capacidade de desenvolver-se sob variadas condições agroecológicas, é classificada como uma espécie muito tolerante, em virtude de sua adaptabilidade a diversos climas, incluindo solos amazônicos de onde é nativa, e diversos outros tipos de solos, no entanto ainda são poucas as informações sobre suas exigências nutricionais.

Quanto à produção para o mercado é importante ressaltar que o tempo útil de vida da planta vai de nove a onze meses a partir da primeira colheita, após esse período ocorre uma queda na produtividade e na qualidade dos frutos. Cada planta pode produzir de 2 a 4 kg de frutos, podendo chegar à 6.000 plantas por hectare, a propagação pode ser feita por meio das sementes (são altamente germinativas, pequenas e numerosas com até 0,2 cm de comprimento) ou por estaquia, este último ainda pouco utilizado (Lima *et al.* 2009a).

O plantio do campau pode ser realizado durante todo ano, é aconselhável realizar análise de solo antes de plantar, a correção do solo e adubação deve ser feita com as mesmas recomendações usadas para o tomate, os melhores solos são os areno-argilosos e pouco ácidos, sendo a adubação e correção do solo um incremento positivo para o cultivo, deve-se evitar o

transplante em solos com tendência ao encharcamento, pois a planta é sensível à alta umidade (Lima *et al.* 2009). A sementeira pode ser feita em bandejas de isopor com 128 células, copos plásticos ou saquinhos de polietileno, com substrato para hortaliças, usando-se uma semente por célula, copo ou saquinho, a germinação ocorre em 10 a 20 dias (Moschetto 2005; Brighenti 2011).

Com cerca de 20 centímetros de altura as mudas do camapu podem ser transferidas para o local definitivo. As mudas devem ser plantadas com cerca de 30 centímetros distância uma da outra, em forma de quadrado (uma planta em cada canto) (Brighenti 2011). Para o tutoramento, geralmente usa-se varas de bambus ou madeiras com cerca de dois metros de altura, para que as plantas sejam amarradas até o final da produção pois assim como nos plantios de tomate ou pimentão, é possível obter uma produção maior em menos tempo com o uso desta técnica, a colheita geralmente começa quatro meses depois do plantio e estende-se por seis ou oito meses, cada planta produz até três quilos de frutos (Rufato *et al.* 2008).

Quanto a ocorrência de pragas, a maioria das espécies de pragas que vem ocorrendo no cultivo de *Physalis* no Brasil, pertencem às ordens Hemiptera e Lepidoptera (Moschetto 2005). No que se refere a doenças, foi relatada a ocorrência natural do *Tomato chlorotic spot vírus* (TCSV), *Tospovirus* em *P. angulata* (Eiras *et al.* 2012). Também foram identificadas outras espécies de vírus do gênero *Tomato*, alguns tipos de fungos como: requeima – *Phoma* sp.; *Alternaria* sp.; *Botrytis* sp.; *Xanthomonas* sp. etc. (Rufato *et al.* 2008).

Na agricultura familiar o cultivo do camapu pode ser uma alternativa de renda e segurança alimentar, pois por ter porte pequeno ocupa pouco espaço, sua rusticidade facilita o cultivo orgânico, seu uso não se restringe apenas ao consumo *in natura* da fruta, mas também atende ao aumento da demanda por parte das indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética.

## 2.2. VALOR NUTRITIVO, COMPOSTOS BIOATIVOS E PRINCIPAIS USOS

Os frutos e hortaliças são consideradas fontes importantes de diversos compostos antioxidantes como vitamina C, compostos fenólicos, vitaminas e carotenoides (Barreiros *et al.* 2006), por esta razão o consumo de frutas e hortaliças com estes ativos vem sendo continuamente incentivado. Os antioxidantes são suscetíveis a influências em suas estruturas químicas e concentrações nos frutos e hortaliças, estas podem ocorrer devido a fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade da planta, entre outros (Campos *et al.* 2008; Melo *et al.* 2009).

O camapu é uma hortaliça-fruto com elevado grau desses compostos bioativos e apresenta grande representatividade dentro gênero *Physalis* devido ao seu valor medicinal, segundo Osho *et al.* (2010) os extratos aquosos das folhas possuem atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli*, Ribeiro *et al.* (2002) afirma que o extrato metanoico das flores apresenta atividade anti-inflamatória e antialérgica já os extratos do cálice apresentaram atividade antineoplásica, Santos *et al.* (2003) descreve que o extrato aquoso da raiz apresentou efeito genotóxico *in vitro*.

Os frutos de *P. angulata* apresentam valores de fenólicos totais de 63,70 mg 100g<sup>-1</sup>, valor médio de ácido ascórbico de 25,00 mg 100g<sup>-1</sup>, teor de açúcar redutor de 4,12 g 100g<sup>-1</sup> além disso possui grande valor nutritivo produzindo frutos açucarados com elevados níveis de niacinas, carotenoides e minerais (Oliveira *et al.* 2011; Harborne e Williams 2000). O sabor adocicado e propriedades medicinais acima citados, conferem a esta planta potencial para um bom aproveitamento tecnológico de seus frutos (Rufato *et al.* 2008).

Sobre as propriedades medicinais também podemos citar as fisalinas, que correspondem ao grupo de moléculas que têm sido isoladas em maior quantidade de espécies do gênero *Physalis*, estas foram caracterizadas como derivados esteroidais do tipo 13,14-seco-16, 24 ciclos ergostano, carbonilados em C-15 (Vasina, Maslennikova e Abubakirov, 1986; Makino *et al.* 1995), algumas destas são encontradas em hastes e folhas de *P. angulata* (Lin 1992) como foi demonstrado na pesquisa desenvolvida por Shingu e colaboradores (1992) onde foram obtidas do extrato metanólico das folhas e do caule da *P. angulata*, três vitaesteróides nomeadas de fisalinas (A, B, D e G).

A fisalina (B) foi estudada por Chiang 1992a e Chiang *et al.* 1992b e como resultado constataram que esta possui atividade antitumorais. As fisalinas B, F e G apresentam potente atividade imunossupressoras de macrófagos, além de inibirem *in vitro* a atividade de esplenatócitos e a rejeição ao transplante halogênico *in vivo* (Soares *et al.* 2003; Soares *et al.*

2006). Ensaios mostram que a fisalina D, apresenta uma atividade antimicrobiana (Pietro *et al.* 2000; Januário *et al.* 2002; Osho *et al.* 2010) e estimula a produção de células tronco neurais (Nascimento 2013).

Sá *et al.* (2011) realizou pesquisas com as fisalinas e demonstrou que essas possuem potencial para o combater doenças negligenciadas, as fisalinas B e D apresentaram atividade antimalárica (Andrade-Neto *et al.* 2007), e a fisalinas B, F e G apresentam ação leishmanicida (Guimarães *et al.* 2009; Guimarães *et al.* 2010). Essas descobertas trouxeram visibilidade a *P. angulata*, o que é um fator benéfico para essa espécie nativa que ainda é considerada praga principalmente pelo homem do campo (Lorenzi 2002 Lorenzi e Matos; Stešević e Bujanja 2017).

Apesar de grande parte da população desconhecer esta planta, comunidades tradicionais e tribos antigas em todo mundo já utilizavam essa planta, aqui no Brasil nas regiões Norte e Nordeste utilizam diferentes partes do camapu para fins medicinais, as folhas são usadas para tratar inflamações, para fins diuréticos, icterícia, malária, hepatite, dermatite, o suco dos frutos para tratar reumatismo e dores no ouvido (Sultana *et al.* 2008; Van Valkenburg e Bunyapraphatsara 2002). Tribos na Colômbia usam as folhas e frutos como narcóticos e para tratar doenças da pele, na medicina tradicional Peruana, as raízes deixadas em repouso ao rum são empregadas no tratamento de diabetes (Lorenzi e Matos 2002).

Além de todas essas características úteis para a medicina tanto popular e convencional, o camapu também vem se destacando na alimentação devido ao impulso dado pela comercialização do gênero na Colômbia que em 1985 passou a vender e consumir os frutos da *Physalis sp. in natura* e processada (Novoa *et al.* 2006). Através deste impulso o mercado começou a dar importância aos frutos do gênero *Physalis*, a Colômbia possui o título atual de maior produtora do gênero, com área semeada em 2007 de aproximadamente 7.890 hectares, a produção de frutos alcançou 13.327,6 toneladas. As exportações alcançaram preços de \$US 25.841.000 de *Physalis* fresca, 80% desta demanda vem de países da União Europeia, principalmente Holanda, Alemanha, França, Suécia e Grã-Bretanha (Ministério de Agricultura y Desarrollo Rural Colômbia 2002).

Segundo Chaves (2006) este fruto possui potencial para ser uma alternativa alimentar na região amazônica de onde é nativo, porém ainda é pequeno o público que conhece as vantagens do cultivo deste fruto aqui no Brasil. A Estação Experimental Santa Luzia localizada em São Paulo, foi pioneira no cultivo do gênero no Brasil, iniciando as pesquisas em 1999. A representante do gênero mais conhecida *Physalis peruviana* L. é comercializada no mercado

brasileiro principalmente *in natura* e em embalagens de 100 g, contendo em torno de 19 a 25 frutos em cada bandeja (Muniz 2011).

*P. peruviana* L. é reconhecida comercialmente tanto no Brasil quanto na Colômbia, porém com os avanços nas pesquisas científicas sobre os compostos medicinais da *P. angulata*, seu consumo e comercialização estão ganhando espaço, principalmente para a elaboração de fármacos (Rufato 2008). Diante disto faz-se necessária a produção de conhecimento que explore o potencial agrícola e nutricional deste pequeno fruto notável, pois o camapu possui perfil para o mercado, visto que é uma fruta açucarada, contém altos teores de vitaminas A e C, fósforo, flavonoides, alcaloides, fito esteroides, carotenoides e compostos bioativos considerados funcionais (Oliveira *et al.* 2011; Dall’Agnol 2007).

### 2.3. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS

Os vegetais possuem dois tipos de metabólitos: primários e secundários, sendo os primários responsáveis pela sobrevivência, e os secundários por estratégias de defesa da planta (Nass 2007). Os compostos bioativos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas em situações de estresse bióticos ou abióticos, assim, a interação do ambiente com os mecanismos fisiológicos das plantas resulta no estímulo da síntese dos metabólitos secundários, por isso um fator determinante da qualidade nutricional dos frutos e das hortaliças é a disponibilidade de nutrientes essenciais durante o crescimento e desenvolvimento (Manach *et al.* 2004).

O estado nutricional da planta está intimamente ligado a biossíntese de compostos fenólicos, pois os nutrientes minerais participam de todas as fases do metabolismo das plantas e, portanto, a falta ou excesso desses nutrientes, podem afetar os processos metabólicos destas (Malavolta 2006). Por esta razão, estudos que avaliam estas interações são de importante relevância, principalmente em culturas com grandes quantidades desses compostos como é o caso do camapu, pois os alimentos funcionais oferecem proteção contra alguns tipos de doença, contém concentrações desses bioativos tais como: o ácido ascórbico, carotenoides, compostos fenólicos e fisalinas (Crecente - Campo *et al.* 2012).

As dosagens das adubações, bem como tipo de solos e outros fatores ligados ao cultivo podem influenciar nas características físicas e químicas dos frutos (Lorenzi e Matos 2002), as literaturas citam informações sobre a participação dos elementos essenciais no sabor, cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência a pragas e doenças, armazenamento pós-colheita

das frutas, etc. Natale *et al.* (2012) afirma que a aplicação de adubos se faz necessária quando a exigência em nutrientes pelo pomar é maior que a capacidade que o solo tem para atender a essa demanda, o que é quase uma regra, em regiões tropicais, como a região amazônica, cujos solos são caracterizados como ácidos e baixa fertilidade (do Vale Júnior *et al.* 2011).

Cada nutriente desempenha diferentes funções no metabolismo vegetal, exemplos disso é a participação do cálcio na firmeza dos frutos ou do nitrogênio no tamanho. Por outro lado, não existe um comportamento único para os efeitos dos nutrientes sobre a qualidade dos diferentes frutos. Condições climáticas, a cultivar utilizada e a dose do nutriente são determinantes da qualidade. A máxima produção e a melhor qualidade dos frutos dependem do equilíbrio entre os nutrientes. Desse modo, a relação (proporção) entre os elementos nos tecidos vegetais desempenham papéis importantes na qualidade dos frutos (Malavolta 2006).

Isso pode ser confirmado por estudos como o de Souza *et al.* (2007) que avaliou o efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa no camapu, no qual foi observado folhas apicais amareladas, com queda de folhas, flores e redução da produção de matéria seca das partes aérea e radicular. houve redução da produção de frutos, e do conteúdo relativo de água nas folhas. Em outro estudo feito por Cruz (2015) onde analisa a influência da adubação fosfatada, sobre o crescimento do camapu, observou que a deficiência de P no solo pode comprometer o crescimento das plantas de camapu. Além disso, a deficiência de P reduziu sensivelmente a produção de folhas, órgão responsável pela produção da fisalina, por isso é possível concluir que a deficiência de P pode, mesmo que indiretamente, reduzir a concentração desse importante composto na planta.

## 2.4. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DOS FRUTOS

Os Frutos da *P. angulata* após a colheita exibem um aumento gradual na taxa respiratória e produção do hormônio etileno (Abdi *et al.* 1998), por isso à uma necessidade de desenvolver técnicas que possa prolongar a vida útil dos frutos, a fim de evitar desperdícios na produção e comercialização. Uma das técnicas que podem ser utilizadas é o armazenamento sob baixas temperaturas é um dos métodos mais efetivos e práticos utilizado no prolongamento da vida útil de frutos e hortaliças frescos.

A refrigeração diminui a taxa respiratória, a perda de água e retarda o amadurecimento. E, geralmente, as baixas temperaturas também diminuem a incidência de microrganismos patogênicos. Dessa forma, o uso de baixas temperaturas durante o armazenamento é importante para minimizar perdas e aumentar a vida útil dos frutos, contribuindo assim com a oferta e agregando valor aos produtos (Medina 1984a).

O uso de embalagens adequadas, somado as corretas práticas de armazenamento têm por principal finalidade preservar ao máximo a qualidade do produto, principalmente quando este encontra-se *in natura*, criando condições que minimizem as alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas aumentando seu período de vida útil (Oliveira; Oliveira 2004), embalagens sob atmosfera modificada atendem a esses requisitos, este método consiste em substituir a atmosfera que rodeia o produto no momento da embalagem por outra (um gás ou mistura otimizada de gases tais como: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> (Church 1994), permitindo maior controle, das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, evitando ou minimizando as principais degradações que o produto está sujeito durante o período de armazenamento (Floros, 2005; Church, 1995).

De acordo com Church (1995) O O<sub>2</sub> é responsável por muitas reações indesejadas nos alimentos, incluindo oxidação e rancificação de gorduras e óleos, rápido amadurecimento, senescência de frutas e vegetais, alterações na cor e deterioração ocasionada pelo crescimento de bactérias aeróbias. Em consequências desses efeitos negativos, o O<sub>2</sub> é geralmente evitado em vários produtos, porém sua presença é necessária em frutas e vegetais, para permitir seus processos básicos de respiração aeróbia (Floros 2005).

O CO<sub>2</sub> é o principal responsável pelo efeito bacteriostático, influenciado diretamente pela temperatura de estocagem, carga bacteriana inicial, e pelo tipo de produto embalado. O N<sub>2</sub> é usado como um gás inerte de enchimento combinado com uma determinada proporção de CO<sub>2</sub>, para inibir microrganismos, e é utilizado para limitar o colapso da embalagem causado pela absorção do CO<sub>2</sub> pelo produto (Church 1995). Estes sistemas usam filmes de embalagem

com barreira ao O<sub>2</sub> e quase sempre estas embalagens são mantidas durante a estocagem e distribuição a 4°C (Holley, Gill 2005).

A obtenção de produtos derivados do camapu é outra alternativa interessante para resolução dessa questão do rápido amadurecimentos dos frutos, de acordo com Rufato (2008) o fruto da camapu já é consumida *in natura* e em saladas, dando um toque agridoce às comidas. Em alguns países é processada para a obtenção de produtos como; frutos desidratados, geleias, compotas, picles, bebidas lácteas, sorvete, iogurtes e licores, sendo inclusive utilizado para decoração de doces e tortas (Rutz *et al.* 2012). Abaixo na Figura 2 alguns exemplos de uso dos frutos na culinária.



Figura 2. (a) Brigadeiros com fruto *in natura*; (b) brigadeiro com fruto caramelizado; (c) Fruto congelado com chocolates; (d) salada com fruto *in natura*.

Fonte. Ajuricaba 2018

A desidratação é uma alternativa de preservação dos frutos, a obtidos por secagem com ar quente, ou por sublimação da água (liofilização), os povos da antiguidade já utilizavam a desidratação para preservação de alimentos. Essa técnica reduz a atividade da água, inibindo a disponibilidade como solvente em atividades químicas, bioquímicas e microbiológicas (Celestino, 2010), preserva o valor nutricional do alimento e confere ao produto características sensoriais próprias (Garcia 2009).

De acordo com Food Ingredients Brasil (2013) as tecnologias mais usuais empregadas na desidratação de alimentos são: desidratação por circulação de ar quente, desidratação a vácuo, desidratação por cilindro rotativo (drum drying), secagem por aspersão (spray drying) e liofilização (freeze drying), neste trabalho os produtos que serão desenvolvidos são frutos desidratados por dois dos métodos acima citados de desidratação: Desidratação por circulação de ar quente, onde ar quente circula em contato com o material úmido provocando a retirada da água pelo calor. A liofilização também conhecida como criodesidratação, o produto é colocado em câmaras herméticas, o ar de dentro é removido através de bombas de alto vácuo, criando a

condição para que ocorra a sublimação da água. A água passa de seu estado sólido para o gasoso a temperaturas muito baixas e sem a presença de oxigênio, fatores muito favoráveis para a preservação das características nutricionais de um alimento (Garcia 2009).

A conservação pós-colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos de *P. angulata* é uma alternativa importante, visto que estes apresentam teores significativos de vitamina C e atividade antioxidante, de sabor adocicado, sendo assim um produto com boas perspectivas de mercado (Oliveira *et al.* 2011).

## 2.5. CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o controle de qualidade de alimentos no Brasil é uma responsabilidade de vários órgãos de administração pública (Brasil 1997). O Regulamento da Lei nº 9.712, de 20 de novembro de 1991, deu nova redação ao Capítulo VII, da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1998, que trata da Defesa Agropecuária e opera em conformidade com os princípios e definições especificados pela legislação relativa a sanidade agropecuária, incluindo o controle de atividades de saúde, sanidade, inspeção, fiscalização, vigilância de animais, plantas, insumos, inclusive alimentos para animais, produtos de origem animal e vegetal (Brasil 1998; Brasil 2015).

A desidratação é um processo que auxilia na preservação do alimento, visto que a atividade de água no alimento, principal causa de deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas, deste modo uma diminuição no conteúdo de água do alimento contribuirá para a conservação do mesmo (Celestino 2010). Mesmo assim, qualquer produto elaborado com frutas direcionados para o consumo humano necessitam de um controle de qualidade higiênico-sanitária para garantir a segurança alimentar, já que muitas doenças são transmitidas por alimentos (Akutsu *et al.* 2005). Além disso, também é importante o controle das características físico-químicas desses produtos e a adequação à legislação vigente (Souza 2001).

De acordo com Brasil (2005) a definição legal de produtos: Produtos elaborados a partir de fruta(s), inteira(s) ou em parte(s) e ou semente(s), obtidos por secagem e ou desidratação e ou laminação e ou cocção e ou fermentação e ou concentração e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto.

A produção de frutas liofilizadas, secas ou dessecadas é regulamentada pela ANVISA, considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos, visando a proteção à saúde da população, o descumprimento aos termos estabelecidos constitui infração sanitária, sujeitando os infratores às penalidades previstas na Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis (Brasil 2005).

Para a obtenção de um alimento seguro, todos os equipamentos e utensílios utilizados nos locais de manipulação de alimentos devem ser limpos com frequência e desinfetados sempre que as circunstâncias o exigirem, para impedir a contaminação dos alimentos (Brasil 1997). A promiscuidade de utensílios e recipientes, propicia a disseminação de agentes das toxinfecções, bem como, a contaminação dos próprios manipuladores, pois estes podem contaminar os alimentos ao produzi-los, servi-los ou embalá-los (Germano e Germano 2008).

Bemvenuti *et al.* (2009) em sua pesquisa observou que todos os equipamentos e utensílios testados, em algum momento apresentaram coliformes termotolerantes, devido à deficiente higienização e contaminação cruzada, pois os mesmos equipamentos e utensílios eram utilizados pelos demais manipuladores. Andrade (2008) afirma que superfícies lisas, duras e que não contenham fendas ou fissuras são as mais indicadas para indústria de alimentos, pois auxiliam na realização de uma adequada higienização. Tomich *et al.* (2005) verificaram em 59% das amostras das mãos dos funcionários contagem de mesófilos superior a 105UFC mão<sup>-1</sup>, além da presença de coliformes totais em 93,1% das amostras e de coliformes termotolerantes em 34,5%.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GERAL

Verificar as influências das adubações química, orgânica e suas interações no crescimento e produção do camapu em condições de campo na região de Manaus e nas propriedades físico-químico dos frutos, com estes desenvolver produtos e avaliar métodos de conservação.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar o crescimento e a produção de camapu, em resposta às adubações química, orgânica e suas interações em condições de campo na região de Manaus.
2. Analisar a influência das adubações química, orgânica e suas interações na qualidade pós-colheita e composição físico-química dos frutos *in natura*.
3. Caracterizar os produtos em relação aos parâmetros nutricionais, físico-químicas e sensoriais.
4. Avaliar métodos de conservação pós-colheita durante o período de armazenamento.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL DE ESTUDO

O delineamento experimental foi implantado na Unidade experimental de hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Zona Leste (3°04'43" S 59°55'58" W) (Figura 3a). O clima local é tipo “equatorial quente e úmido” na classificação de Köppen-Geiger com temperatura média de 27,4 °C com precipitação média de aproximadamente 2300 mm.ano<sup>-1</sup>. As análises físico-químicas dos frutos e elaboração dos produtos foram realizadas no Laboratório de Físico-química de Alimentos - Instituto de pesquisas do Amazonas (LFQA - INPA) (3°05'29" S 59°59'34" W) (Figura 3 b).



Figura 3: Localização geográfica do IFAM (a) e da INPA (b).

Fonte: Google Earth

### 4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por oito plantas, dispostas no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m e seis tratamentos, cujas fontes de adubação foram utilizadas na forma individual e com interações entre as mesmas, usando expectativa de produção de 40 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido, 20 ton.ha<sup>-1</sup> para esterco de aves curtido e expectativa de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 260 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para a adubação química NPK. Os parâmetros de adubação tiveram como base de referência a cultura do tomate por não haver recomendações concretos sobre a cultura do *P. angulata* (Rufato *et al.* 2008; Boletim Técnico IAC *et al.* 215), os tratamentos foram: T1- testemunha 0% de adubação; T2- 100% de NPK; T3- esterco de galinha curtido; T4 - esterco de galinha curtido +NPK; T5 - esterco bovino; T6 - esterco bovino +NPK.

As adubações foram feitas mediante prévia análise do solo e do adubo orgânico utilizados, a correção do solo foi feita com aplicação de calcário dolomítico pelo método da elevação da saturação por bases (V%) para elevar para 50% (Cesar 2010).

O percentual de luz utilizado foi 0% de sombreamento, todos os tratamentos foram tutorados com estacas de bambu, a irrigação foi feita por gotejamento de forma a atender às necessidades hídricas da cultura e capinas foram feitas quando foram necessárias, na Figura 4 abaixo podemos observar a estrutura do experimento.



Figura 4. Tutoramento com bambus e sistema de irrigação por gotejamento  
Fonte. Ajuricaba 2018

#### 4.3. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

A semeadura foi realizada com sementes provenientes de plantas da estação experimental de hortaliças do INPA, Alejo Von der Pahlen (EEH), fica situada no Km 14 da Torquato Tapajós utilizou-se bandejas de poliestireno expandido com 128 células contendo substrato composto por terra e matéria orgânica do solo, semeando 2 sementes por célula, as bandejas foram mantidas sob telado com 50% de sombreamento, até a data do transplântio para o campo. Para a caracterização agrônômica foram realizadas leituras biométricas dos caracteres de relevância até a data da primeira coleta de frutos, ocorrida no 45.º dia após o cultivo.

#### 4.4. DETERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO E MASSA SECA DO CAMAPU

##### **Variáveis biométricas**

As medidas foram tomadas a cada 15 dias em quatro pontos da área útil da parcela desde o primeiro dia do cultivo até data da primeira coleta de frutos, aferiu-se medidas de crescimento de acordo com Benincasa (1988), Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013), as quais foram:

I. Altura da planta (cm) – Para a mensuração da altura média das plantas foi considerada a altura do colo da planta até a última inflorescência expandida com auxílio de uma fita métrica;

II. Diâmetro basal (mm) – foi determinado a 3 cm de altura da superfície do substrato com o auxílio de um paquímetro digital (0-150mm, Digital Stainless Hardened) (Figura 5) em quatro pontos da área útil da parcela.



Figura 5. Diâmetro basal a 3 cm do solo  
Fonte. Ajuricaba 2018

## Produção

Em cada uma das quatro coletas realizadas (Figura 6) foram coletados dados de produção de frutos através de pesagens (g) em balança digital Gehaka BG2000, ao final do experimento, a produtividade foi obtida pelo somatório da produção de todas as coletas, em cada um dos tratamentos. O experimento foi encerrado no dia 2 de dezembro de 2017, foram 91 dias de experimento.



Figura 6. Frutos coletados na estação experimental do IFAM-ZL  
Fonte. Ajuricaba 2018

### Massa seca total

Para a determinação da massa da matéria seca, foram coletadas três plantas de cada parcela, as quais foram lavadas com água deionizada e, posteriormente, colocadas em sacos de papel identificados e levados a estufa de circulação de ar forçada (Figura 7a) modelo 315 SE à 65 °C até atingirem peso constante seguindo a metodologia de AOAC (2016), após esse período os sacos de papel foram retirados da estufa e realizou-se a pesagem em balança digital para compor as matérias secas de folhas (**MSF**), de caule (**MSC**), de raiz (**MSR**), conforme Figura 7b.



Figura 7. (a) Secagem material vegetal; (b) partes da planta separada para pesagem

Fonte. Ajuricaba 2018

### 4.5. DETERMINAÇÃO DO ACÚMULO DE MACRO E MICRONUTRIENTES DAS FOLHAS

A análise do acúmulo de minerais nas folhas (N, P, Ca, Mg, K Fe, Zn Mn, Cu), foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) do INPA/MCTI, a massa seca descrita anteriormente foi utilizada para a determinação dos teores foliares dos nutrientes contidos em cada tratamento, a massa seca foi moída em moinho do tipo Willey, utilizando 0,5 g de amostra composta de cada tratamento. A decomposição do tecido vegetal, foi realizada através da solubilização ácidos nítrico (65%) e perclórico (70%), os procedimentos das análises seguiram metodologia preconizada por Embrapa (2009).

#### 4.6. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS FRESCOS

##### Massas e dimensões

Para a determinação da massa média dos frutos com cálice e sem cálice foi utilizada balança digital Gehaka BG2000 (Figura 8a), os valores expressos em (g). A largura (diâmetro transversal) e altura (diâmetro longitudinal) dos frutos, foram determinadas com o auxílio de paquímetro digital 0 - 150mm, Digital Stainless Hardened (Figura 8b), valores expressos em (mm). Para estas determinações foram utilizadas amostragens de 30 frutos de cada tratamento Braga e Gasparetto (1997).

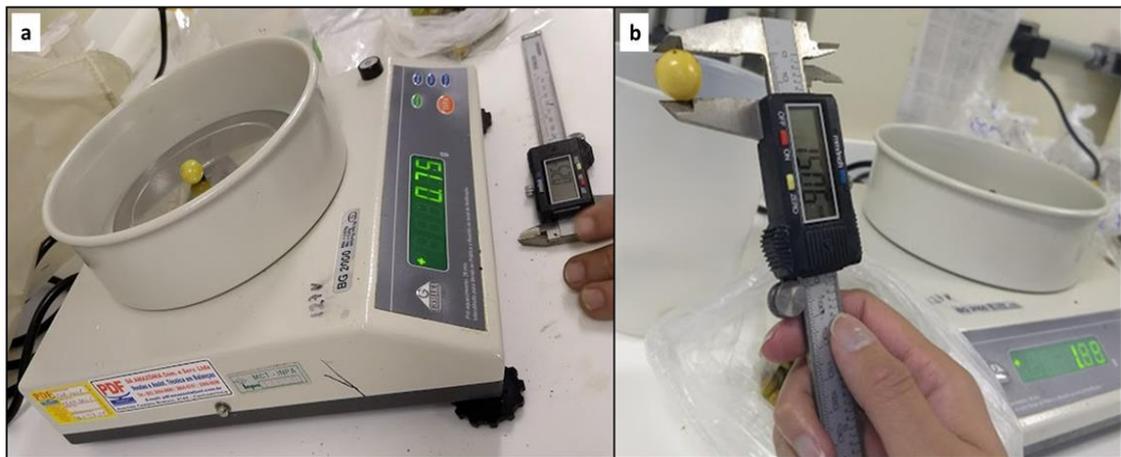


Figura 8. (a) Massa individual dos frutos; (b) leituras dimensões do fruto  
Fonte. Acervo pessoa

##### Densidade

Para determinação foram utilizadas uma amostragem de 10 frutos para cada tratamento, avaliados quanto ao volume de deslocamento da água (Figura 9), entre a diferença do volume final e inicial seguindo metodologia ditado por Braga e Gasparetto (1997).

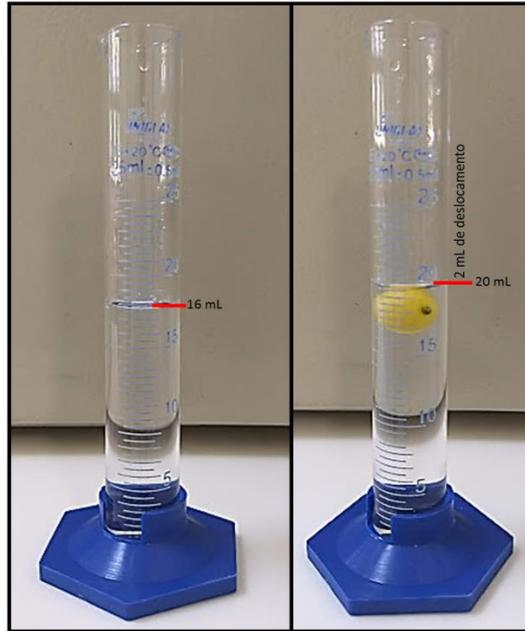


Figura 9. Deslocamento do fruto na água  
Fonte. Ajuricaba 2018

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$D = \frac{m}{V}$$

Sendo:

D = Densidade (g cm<sup>-3</sup>)

m = Massa (g)

V= volume (cm<sup>3</sup>)

### Teor de sólidos solúveis (TSS)

A determinação foi realizada nos frutos *in natura* por meio de leitura direta em refratômetro portátil (Figura 10) modelo ATgo N1, 0~93% °Brix (AOAC 2016).



Figura 10. Leitura de amostra dos frutos  
Fonte. Ajuricaba 2018

### **Análise de Minerais**

Os teores de ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio dos frutos foram determinados por espectrometria de absorção atômica, de acordo com metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL 2008), as digestões de 0,5 gramas das amostras de frutos de *P. angulata in natura* foram realizadas via micro-ondas no digestor MARS – Xpress CEM Corporation, MD – 2591, na mineralização da matéria orgânica foi utilizado ácido nítrico concentrado, seguido do resfriamento e diluição com água deionizada. As leituras foram realizadas diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000) com lâmpadas específicas conforme o manual do fabricante. Para o controle das análises foram utilizadas as recomendações segundo Cornelis (1992), tendo como material de referência certificado *Peach leaves* (NIST – SEM 1547).

#### 4.7. PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO CAMAPU

Abaixo, fluxograma (Figura 11) com etapas do processamento dos frutos do camapu para obtenção de produtos de acordo com recomendações da Associação Brasileira de Refeições (2015) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

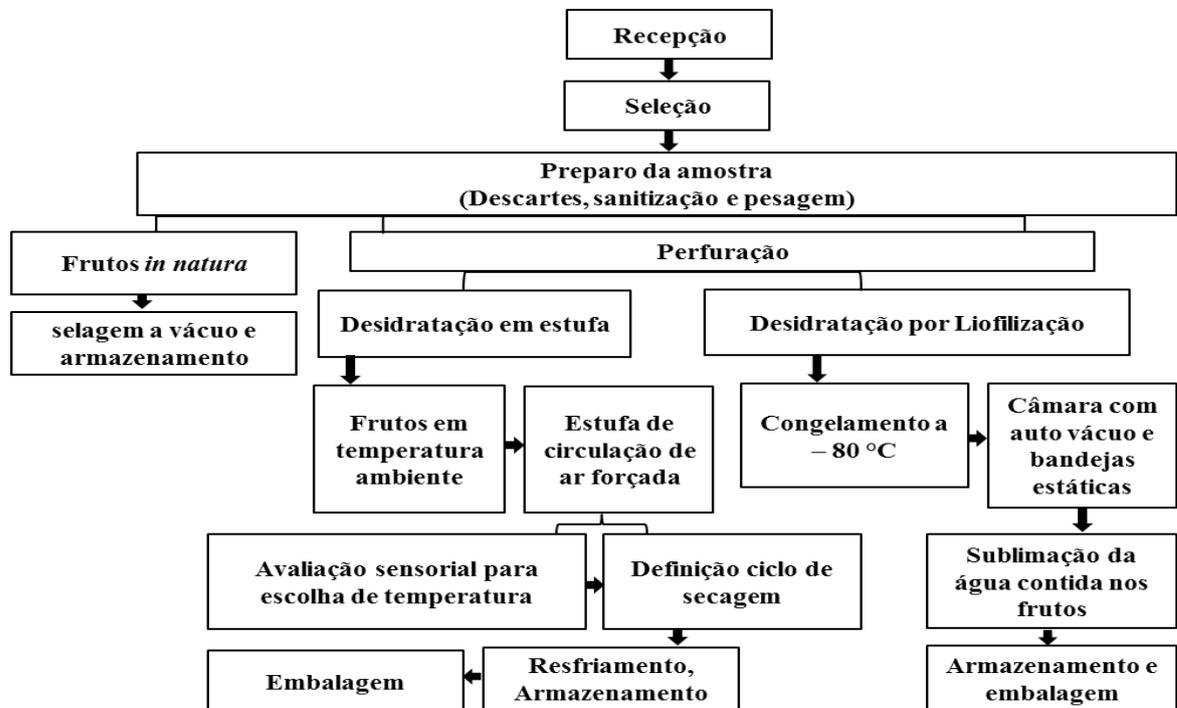


Figura 11. Fluxograma processamento dos frutos para obtenção dos produtos.

#### Recepção e Seleção

Os frutos foram transportados para o Laboratório de Físico-química de alimentos (LFQA - INPA) e submetidos à refrigeração por 24 horas à 8 °C para retirada do “calor de campo”.

Foram realizadas seleções através de descartes dos frutos demasiadamente imaturos e amassados, os frutos foram divididos em 3 tratamentos (amostras 1 e amostras 2 e amostra 3), a amostra 1 foi composta pelos frutos *in natura* para serem embalados em atmosfera modificada, a amostra 2 para o processo de distração em estufa de circulação de ar quente e amostra 3 para a desidratação por sublimação (liofilização). Os tratamentos foram trabalhados separadamente.

#### Sanitização

Toda área de trabalho foi lavada e sanitizados com água sanitária (cloro ativo em 250 ppm), os utensílios utilizados também foram lavados e sanitizados com álcool a 70% colocado

em pulverizadores (Associação Brasileira de Refeições 2015). Os frutos foram lavados em água corrente com o auxílio de um escorredor e colocados em vasilhas plásticas.

Foram utilizados 3 recipientes com solução de cloro ativo 2,5% p/p (1 L de água  $6,6\text{g}^{-1}$  de produto), os frutos de cada amostra foram mantidos na solução por 15 minutos, em seguida retirados e drenadas.

Os frutos destinados ao terceiro tratamento após a drenagem foram acondicionados em sacos plásticos marcados e levadas à câmara frigorífica a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  onde permaneceu por 3 dias.

### **Pesagem**

Os frutos passaram por uma nova seleção depois foram pesados (amostra 1- 4,0 kg; amostra 2- 4,0 kg e amostra 3- 4,0 kg).

### ***In natura* embalados a vácuo**

Os frutos da amostra 1 foram embalados sob atmosfera modificada, selados a vácuo e levados para a geladeira a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  para análise de vida de prateleira.

### **Perfuração**

As amostras 2 e 3 receberam um pré-tratamento que consistiu em perfurar a pele dos frutos (epicarpo), cada fruto recebeu quatro furos feitos uniformemente com o auxílio de uma agulha esterilizada. Este pré-tratamento teve a finalidade de aumentar a permeabilidade da água agilizando o processo de secagem, visto que testes preliminares com frutos intactos resultaram em um maior tempo de secagem.

### **Desidratação por ar quente em estufa**

Os 4 kg de frutos da amostra 2 foram distribuídos em bandejas, levados para estufa de circulação de ar forçada modelo DeoLeo (Figura 12a), após 24 horas os frutos foram retirados da estufa e mantidos em dessecador para resfriamento, foram testadas três temperaturas ( $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) escolhidas com base na referência metodologia preconizada por Food Ingredients Brasil (2013).

Os frutos desidratados nas 3 temperaturas foram submetidos à avaliação sensorial seguindo metodologia de Stone e Sidel (1985) para definir a temperatura preferida na opinião dos provadores, a qual resultou na escolha da temperatura de 60 °C para a secagem e análise de vida de prateleira dos frutos do camapu (Figura 12b).



Figura 12. (a) Estufa usada na secagem; (b) Frutos secos á 60 °C  
Fonte. Ajuricaba 2018

#### *Ciclo de secagem método estufa*

O tempo de secagem foi determinado pela perda da umidade ao longo do tempo, as amostras foram colocadas em bandeja previamente pesada, posteriormente repetiu-se a pesagem em intervalos de 3 horas até estabilização do peso, nestes intervalos as badejas com amostras eram colocadas em dessecador até atingirem temperatura ambiente. Ao final da secagem, amostras dos frutos de foram retiradas para cálculo de massa absoluta e determinação do teor umidade na base seca final seguindo metodologia de Celestino (2010). Considerou-se, para efeito de cálculos, que a umidade de equilíbrio foi atingida quando não houve mais variação de peso.

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação predita pelo modelo matemático de Page ajustado (Ferreira *et al.* 2012):

$$RU = (U - U_e)/(U_o - U_e)$$

Sendo:

U = Umidade em determinado tempo (em base seca)

U<sub>e</sub> = Umidade de equilíbrio (em base seca)

U<sub>o</sub> = Umidade inicial (em base seca).

### *Resfriamento e Armazenamento frutos desidratados em estufa a 60 °C*

Os frutos foram retirados da estufa e mantidos em dessecador, atingindo a temperatura ambiente após 20 minutos, foram então embalados (Figura 13) em sacos plásticos comuns transparentes, selados em seladora Isamaq modelo P300CT, em seguida identificados e mantidos sob refrigeração a 4 °C durante 5 meses para a análise de vida prateleira.



Figura 13. Frutos de camapu embalados e identificados  
Fonte. Ajuricaba 2018

### **Criodesidratação (Liofilização)**

Os frutos já higienizados, pesados e perfurados foram levados ao congelamento a - 80 °C em Ultra-low Freezers (SANYO MDF-U52V -80°C Freezer) permanecendo nestas condições por 3 dias, em seguida os frutos congelados foram dispostos no interior da câmara de secagem do liofilizador (VirTis 25L Genesis SQ SUPER XL - 70- SP Scientific) (Figura 14a). Após um período de 24 h os frutos foram retirados da câmara desidratados e com sua aparência original preservada (Figura 14b). Seguindo metodologia de Garcia (2009).



Figura 14. Câmara de liofilização (a); Frutos pós-liofilização com aparência original preservada (b);  
Fonte. Ajuricaba 2018

### *Armazenamento dos frutos Liofilizados*

Os frutos foram retirados do liofilizador, pesados (Figura 15a), rapidamente embalados em sacos plásticos transparentes comuns (Figura 15b), selados em Isamaq modelo P300CT, em seguida levados para geladeira a 4 °C, sendo mantidos nesta temperatura durante 5 meses para procedimentos de análise de vida prateleira.

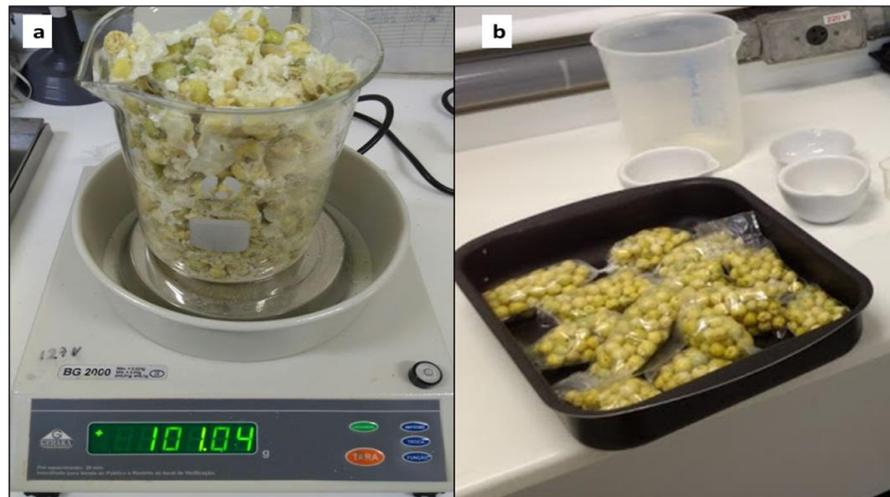


Figura 15. (a) Pesagem frutos liofilizados; (b) frutos embalados  
Fonte. Ajuricaba 2018

#### 4.8. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS ARMAZENADOS EM GELADEIRA: DESIDRATADOS E *in natura* EMBALADOS A VÁCUO.

##### **pH**

O potencial hidrogeniônico foi determinado segundo metodologia do AOAC (2016). Pesou-se 2,5 gramas da amostra em Becker, posteriormente adicionou-se 25 mL de água destilada e, após a homogeneização, o pH foi determinado por intermédio de leitura direta nas amostras diluídas (Figura 16).

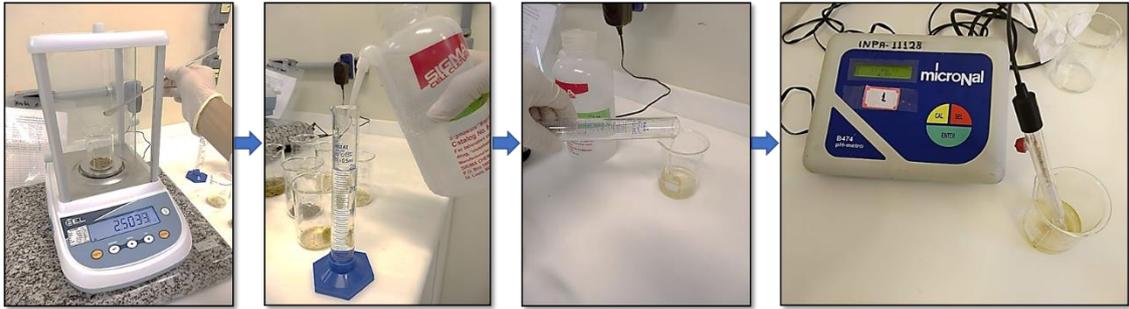


Figura 16. Determinação de pH  
Fonte. Ajuricaba 2018

### Acidez titulável (AT)

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH (hidróxido de sódio a 0,1N), foram utilizados 2,5g da amostra de frutos do camapu *in natura* e desidratados, diluídas em 25 mL de água destilada e foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína seguindo-se a titulação com NaOH a 0,1 N até a coloração rósea persistente (Figura 17), conforme metodologia preconizado por AOAC (2016).

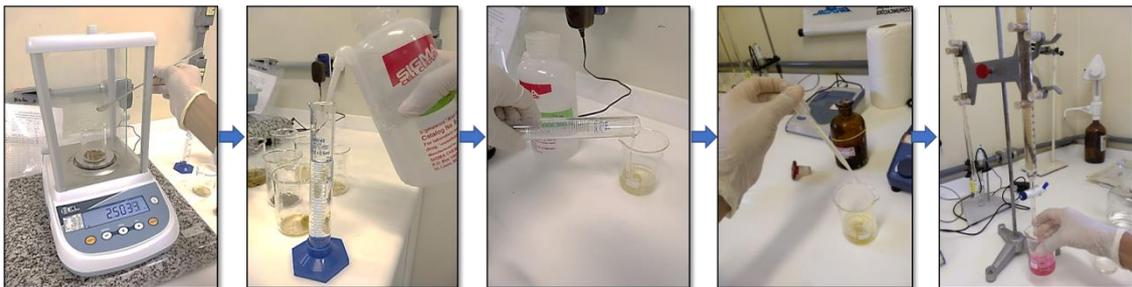


Figura 17. Processo titulação das amostras até a cor rósea persistente  
Fonte. Ajuricaba 2018

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Acidez Titulável} = \frac{V \times f}{P} \times 100$$

Sendo:

V = Volume de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação da amostra.

f = Fator de correção da solução de hidróxido de sódio (0,1 para NaOH 0,1 N).

P = Peso em gramas da amostra usada.

## Umidade

Foram pesadas de 2,5g da amostra dos frutos em cápsula de porcelana em balança analítica previamente tarada, as amostras foram aquecidas durante 5 horas a 105 °C. Em seguida, as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente, sendo aquecidas novamente e pesadas até atingirem peso constante (AOAC 2016).

Os cálculos foram realizados de acordo com as seguintes equações:

$$MS = \frac{P. cad. antes estufa - P. cad. após estufa}{amostra} \times 100$$

Sendo:

MS = Matéria seca.

P. cad., após estufa = Peso do cadinho + amostra após estufa.

P. cad., antes estufa = Peso do cadinho + amostra antes da estufa. P. amostra = Peso da amostra.

$$U = 100 - MS$$

Sendo:

U = Umidade.

MS = Matéria seca.

## Atividade de água (Aw)

O grau de disponibilidade de água dos frutos foi determinado por sensor higrômetro eletrônico Novasina LabStart – Aw com a temperatura da câmara de medição ajustada em 25 °C e mantida constante até estabilização, as amostras foram previamente maceradas para maior agilização do tempo de leitura, posteriormente distribuídas em recipientes plásticos padrão Novasina, as leituras das amostras foram realizadas no interior da câmara do parêntese, o valor da determinação apresentado por mostrador digital (Figura 18), os procedimentos seguiram metodologia preconizada por (AOAC 2016).

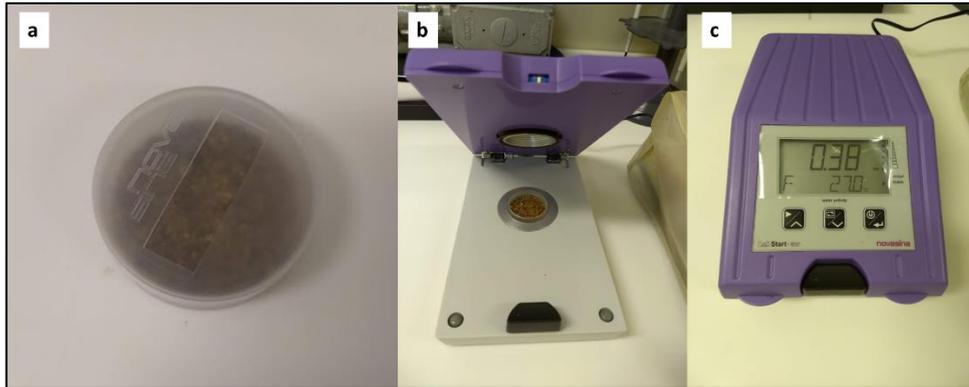


Figura 18. Recipiente com amostra (a); Amostra na câmara de leitura (b); mostrador digital com valor da determinação da água livre na amostra (c).

Fonte. Ajuricaba 2018

Matematicamente, a atividade de água pode ser expressa da seguinte forma:

$$a_w = \frac{P}{P_o}$$

Onde:

P = pressão de vapor da amostra

P<sub>o</sub> = pressão de vapor da água pura (ambos na mesma temperatura)

### Proteína Bruta

Para a determinação foram pesados 0,5 g da amostra em papel manteiga, em seguida transferido para o balão de Kjeldahl, sendo adicionados 5 mL de ácido sulfúrico e cerca de 1 g da mistura catalítica. Levou-se ao aquecimento em bloco digestor, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (Figura 19). Foram adicionadas 3 gotas do indicador. O teor de nitrogênio das amostras foi determinado com o fator geral de 6,25 para proteína (AOAC 2016).

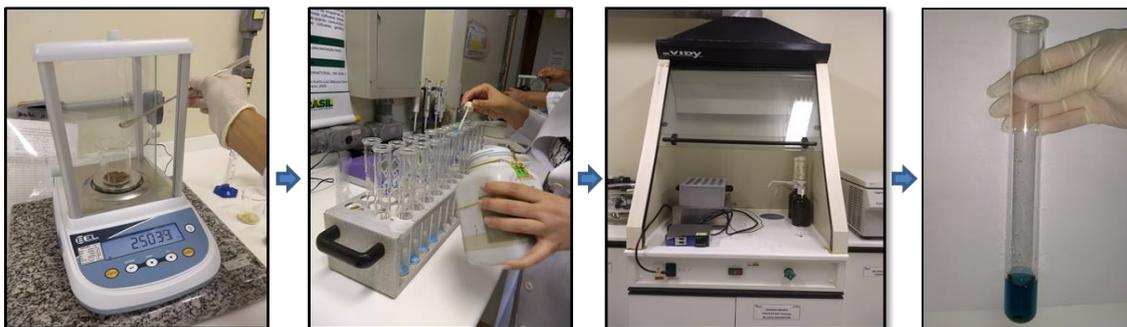


Figura 19. Esquema com resumo da análise de proteína das amostras

Fonte. Ajuricaba 2018

Os cálculos foram realizados de acordo com as seguintes equações:

$$PB = \frac{(Leitura - Branco) \times 0,02 \times Fc \times 14,007 \times 100 \times 6,25}{P. amostra}$$

Sendo:

PB = Proteína Bruta.

P. amostra = Peso da amostra.

Fc = Fator de correção (0,9667).

### Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado pela técnica 032/IV da AOAC (2016). Pesou-se aproximadamente 2 gramas de amostras maceradas, colocadas em seguida em cartuchos de papel filtro, e estes em balão volumétrico e encaixados no extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo para a extração durante aproximadamente 11 horas. Após esse período o balão volumétrico foi transferido para banho-maria a 60 °C para evaporação do solvente, sendo em seguida colocado em dessecador e pesadas para determinação da quantidade de lipídios (Figura 20).



Figura 20. Lipídio extraído das amostras  
Fonte. Ajuricaba 2018

Os cálculos foram realizados de acordo com as seguintes equações:

$$Pl = \frac{Pc - Pb}{Pa} \times 100$$

Sendo:

Pl = Peso dos lipídeos.

Pc = Peso do balão com amostra.

Pb = Peso do balão.

Pa = Peso da amostra.

### Cinzas

Pesou-se aproximadamente 2,5 gramas de amostras maceradas, as quais foram colocadas em cadinhos de porcelana e calcinadas durante 6 horas em mufla a temperatura de 550 °C até a calcinação completa (Figura 21). Após esse período as amostras foram transferidas para dessecador e pesadas para determinação da quantidade de cinzas (AOAC 2016).



Figura 21. Cinzas calcinadas com cor ideal.

Fonte. Autor

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$Pc = P_0 - P_1$$

Sendo:

Pc = Peso das cinzas.

P<sub>0</sub> = Peso do cadinho com amostra.

P<sub>1</sub> = Peso do cadinho com amostra pós-incineração.

$$\% \text{Cinzas} = \frac{Pc}{Pa} \times 100$$

Sendo:

% Cinzas = Porcentagem de cinzas.

Pc = Peso das cinzas.

Pa = Peso da amostra.

### Carboidratos

O teor de carboidratos das amostras foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas (AOAC 2016).

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Teor de Carboidratos Totais} = 100 - \sum \begin{pmatrix} \text{teor de umidade} \\ \text{teor de proteína} \\ \text{teor de lipídeos} \\ \text{teor de cinzas} \end{pmatrix}$$

### Valor Calórico Total

O cálculo dos frutos *in natura* e produtos foram realizados por coeficientes de ATWATER de acordo com metodologia de (AOAC 2016).

Os cálculos foram realizados de acordo com as seguintes equações

$$\text{Valor Calórico Total} = \sum \begin{pmatrix} \text{proteína} \times 4 \text{ kcal g}^{-1} \\ \text{lipídeos} \times 9 \text{ kcal g}^{-1} \\ \text{carboidrato} \times 4 \text{ kcal g}^{-1} \end{pmatrix}$$

#### 4.10. ANÁLISE DE COR REFLETIDA

A tonalidade da cor externa dos frutos foi obtida por leituras feitas nas amostras em Colorímetro de HunterLab (Figura 22). Os parâmetros da cor L\*, a\*, b\*, sendo, L\* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a\* croma de vermelho a verde (-60 a +60), b\* croma de amarelo a azul (-60 a +60) e ΔE que representa a distância entre duas cores no espaço L\*,a\*,b\*. Os padrões utilizados foram os frutos do camapu *in natura*, os desidratados em estufa

à 60 °C e os liofilizados, com parelho calibrado para 25°C. A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo das tonalidades expresso em graus (°hue), o ângulo das cores sólidas inicia em 0° corresponde a vermelho (+a\*), 90° a amarelo (+b\*), 180° a verde (-a\*) e 270° ao azul (-b\*). O programa Excel para foi utilizado para realizar os cálculos seguindo metodologia de McGuire (1992).



Figura 22. Leitura cor da casca  
Fonte. Ajuricaba 2018

Os cálculos foram realizados de acordo com as seguintes equações:

$$\Delta E = [(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2]^{1/2}$$

Sendo:

$\Delta E$  = Distância entre dois tons de cores no espaço Lab.

$L_f^*$  = Nuance de Luminosidade final da amostra.

$L_i^*$  = Nuance de Luminosidade padrão da amostra.

$a_f^*$  = Índice de cor refletida final.

$b_i^*$  = Índice de cor refletida padrão da amostra.

$$^{\circ}\text{hue} = (\text{Tang}^{-1} b^* . a^{*-1})$$

Sendo:

$^{\circ}\text{hue}$  = Ângulo da tonalidade refletida (vermelho, laranja, amarelo, verde)

Tang = Arco tangente dos ângulos no diagrama

$b^*$  = Coordenada croma amarela (+b\*) à azul (-b\*)

$a^*$  = Coordenada croma vermelha (+a\*) à verde (-a\*)

#### 4.11. AVALIAÇÃO SENSORIAL PRODUTOS

Para a avaliação sensorial das amostras dos frutos desidratados em estufa e liofilizados, foram recrutados 50 provadores não necessariamente treinados com idades diferentes (Chaves, 1981).

O grupo de provadores foi composto por funcionários e alunos do INPA e do IFAM nos Campus Centro e Zona Leste. Todos foram instruídos quanto à avaliação e o preenchimento das fichas. A identidade dos provadores foi preservada, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado respeitando as normas (Resolução 196/1996 e complementares). O projeto de pesquisa foi previamente aprovado (Processo nº 2.144.701/2017 - INPA) pelo Comitê de Ética na Pesquisa em Seres Humanos segundo Conselho Nacional de Saúde – CEP/CONEP, Resolução CNS 196/1996 (Guilhem e Greco 2008)

Foram realizadas duas avaliações, a primeira para descobrir a temperatura de desidratação com maior aprovação e a segunda com a intenção de verificar a aceitação entre os produtos desidratados em estufa e os liofilizados. Para a realização dos testes de preferências, intenção de compras e índice de aceitação dos produtos, foi utilizado um teste de aceitabilidade. Os provadores responderam um formulário (Figura 23) com escala hedônica de nove pontos (9-excelente, 1-péssimo), adaptada de Stone e Sidel (1985) neste além de atribuir uma característica ao produto, os provadores fizeram comentários com sugestões para aperfeiçoá-los, o índice de aceitabilidade foi baseado no Pedrero Pangbom (1997).

Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$A = \frac{M \times 100}{N}$$

Sendo:

A = Aceitação

M = Média das notas obtidas

N = Nota Máxima

<b>FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL</b>		____/____/____
<b>Avaliação frutos de <i>Physalis angulata</i> L. (camapu) desidratados.</b>		
PROVADOR		
Nome: _____		
<p>1. Você está recebendo 03 amostras codificadas frutos de <i>P. angulata</i> (camapu) desidratados para provar. Por favor, avalie-as de forma geral, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou:</p>		
( 9 ) gostei extremamente		
( 8 ) gostei moderadamente		
( 7 ) gostei regularmente	Nº _____	Avaliação ( )
( 6 ) gostei ligeiramente		
( 5 ) não gostei, nem desgostei	Nº _____	Avaliação ( )
( 4 ) desgostei ligeiramente		
( 3 ) desgostei regularmente	Nº _____	Avaliação ( )
( 2 ) desgostei moderadamente		
( 1 ) desgostei extremamente		
Comentários: _____		
_____		
_____		
<p>2. Agora, utilizando a mesma escala acima, prove as amostras novamente e avalie o quanto você gostou ou desgostou quanto ao sabor.</p>		

Figura 23. Trecho da ficha de resposta usada para o teste de aceitação

#### 4.12. VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira dos frutos *in natura* embalados à vácuo e dos frutos secos (desidratados em estufa a 60 °C e liofilizados) em embalagens plásticas comuns seladas com seladora, priorizando evitar contato do alimento com o oxigênio, ficaram armazenados durante 150 dias em temperatura de 4 °C (Figura 24) passando por análises físico-químicas em triplicatas a cada 30 dias (Azeredo 2009)



Figura 24. Frutos em geladeira em vida de prateleira  
Fonte. Ajuricaba 2018

#### 4.12. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram submetidos à análise da variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6 (Ferreira 2000)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, N. *et al.* 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 14:29-39.
- ABERC Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas. 2015. *Manual ABERC de práticas de elaboração e serviço de refeições para coletividades*. 11 eds. São Paulo., 2015, 221p.
- Akutsu, R. C.; Botelho, R.A.; Camargo, E. B.; Sávio, K. E. O.; Araújo, W. C. 2005. Adequação das boas práticas de fabricação em serviços de alimentação. *Revista de Nutrição*, Campinas, 18:(03)419-427.
- Alvarado, P.A., Berdugo, C.A., Fisher, G. 2004. Efecto de um tratamiento a 1,5 °C y dos humedades relativas sobre las características físico-químicas de fruto de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agronomía Colombiana*, Bogotá, 22:(2)147-159.
- Andrade, N. J. 2008. *Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos*. São Paulo: Varela 412p.
- Ávila, A. J. *et al.* 2006. Influência de la madurez del fruto y del secado del cáliz em uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. *Acta Agronómica Colombiana*, Palmira, 55:(4)29-38.
- Azeredo, H.M.C. de. 2009. Nanocomposites for food packaging applications. *Food Research International* 42: 1240–1253.
- Balbino, L.C.; Narcellos, A. O.; Stone, L.F. (Ed.). Marco referencial. 2011. *Integração lavoura-pecuária-floresta*. Brasília: Embrapa, 2011, 130 p.
- Bemvenuti, M. A.; Yamim, A. P.; Silva, J.M. G. C.; Souza, K. O.; Bandeira, R.O.; Almeida, A. T. S. 2009. *Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias do Ambiente de Preparo de Refeições em uma Unidade de Alimentação e Nutrição Hospitalar*. ([http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CS/CS\\_00332.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CS/CS_00332.pdf)). Acesso em 08/02/ 2017.
- Benincasa, M. M. P. 1988. *Análise de crescimento de plantas*. Jaboticabal, FUNEP, 1988, 42p.
- Boletim Técnico IAC, 2015; *et al.* *Calagem e adubação do tomate de mesa*. Campinas: Instituto Agrônômico, 215. 35 p. online. (Série Tecnologia Apta.).
- Barreiros, L. B. S.; David, J. M.; David, J. P. 2006. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. *Química Nova*, São Paulo, 29:1.
- Braga, M. E. D.; Gasparetto, C. A. 1997. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas: estudo da orientação de laranjas imersas em água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, 1:103-107.

Branch, L.C., Silva, M.D., 1983. Folk medicine of Alter do Chão, Pará, Brazil. *Acta Amazon.* 13:737–797.

Brasil. 1998. Defesa Agropecuária, da Lei Agrícola Nº 8.171. ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20042006/2005/Consulta/consulta\\_agropecuaria\\_defesa.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2005/Consulta/consulta_agropecuaria_defesa.htm)). Acesso em 07/01/2017.

Brasil. 2015. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 484 p.: il.

Brasil. Ministério da Saúde. *Anvisa*. Portaria SVS/MS nº. 326 de 30 de julho de 1997.

Brasil. Resolução ANVISA/RDC nº 272. Decreto 3.029, de 16 de abril de 1999. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 set. 2005 374 p.

Brasil. Resolução ANVISA/MS nº. 16, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico de Procedimento para Registro de alimentos e ou novos ingredientes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 dez. 1999. Seção 1. Acesso em: 17/2/2017.

Brighenti, A. M.; Oliveira, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: Oliveira Jr, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. (Eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

Briguenti, A.F. & Madeira, C.M. 2007. *Physalis*. Uma alternativa para o fruticultor. *J. Fruta* XV 187.

Castro, D.P. de. *Fatores que interferem no desenvolvimento de tripanossomatídeos em Rhodnius prolixus*. Tese (Doutorado) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2009, 74p.

Campos, F.M.; Martino, H.S.D.; Sabarense, C.M.; Pinheiro-Sant'Ana, H.M. 2008. Estabilidade de compostos antioxidantes em Hortaliças processadas: uma revisão. *Alimento e Nutrição*, 19:(4)481-490.

Caetano, E. *et al.* 2007. Influência de doses de potássio e fósforo nos teores de carotenoides em genótipos industriais de tomateiro. In: Simpósio de Pesquisa, 2., Semic – Seminário de Iniciação Científica da Unifenas, 5., 2007, Alfenas. *Anais... Alfenas*, MG: UNIFENAS ([Hhttp://www.unifenas.br/pesquisa/semic/visemic&iisimposiodespesquisa/anais/resumos/agronomia/1041.pdf](http://www.unifenas.br/pesquisa/semic/visemic&iisimposiodespesquisa/anais/resumos/agronomia/1041.pdf)). Acesso em: 23/01/2017.

Carvalho, C.R.L.; Mantovani, D.M.B.; Carvalho, P.R.N.; Moraes, R.M.de. 1990. *Análises químicas de alimentos*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 121p. (Manual Técnico).

Carmo, C.A.F.S.; Araújo, W.S.; Bernardi, A.C.C. & Saldanha, M.S. 2000. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 41p. (Embrapa Solos. Circular técnica, 6)

Celestino, S.M.C. 2010. Princípios de Secagem de Alimentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 276, 49p.

- Chaves, A. C. 2006. *Propagação e avaliação fenológica de Physalis sp. na região de Pelotas, RS*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas. 65 p.
- Chaves, J. B. P. Avaliação Sensorial de Alimentos. 1981. *Imprensa Universitária, U.F.V. Viçosa, MG*
- Chiang, H.C., Jaw, S.M., Chen, C.F. 1992(a). Antitumor agent, physalin F from *Physalis angulata* L. *Anticancer Research*, 12:837-843.
- Chiang, H.C., Jaw, S.M., Chen, C.F., Kan, W.S. 1992(b). Inhibitory effects of physalin B and physalin F on various human leukemia cells in vitro. *Anticancer Research*, 12:(11)55-1162.
- Cornelis, R. 1992. Use of references materials in trace element analysis of fustuffs. *Food Chemistry*, 43:307-313
- Crecente- Campo, J. M.; Nunes -Damaceno, M.; Romero -Rodriguez, M. A.; Vazquez-Odériz, M. L. 2012. Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*, 28:23–30.
- Cruz, J. L; Souza Filho, L.F.S.; Pelacani, C.R. 2015. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.). *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, v.17, n.3, p.360-366.  
([http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_060](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_060)).
- D´arcy, W.; Rojas, C.B. & Nee, M.H. 2005. Solanaceae. *Flora of the Venezuelas Guyana*, 9:194-246.
- Dall’Agnol, Isana. *Perfil fitoquímico e atividade antimicrobiana de Physalis pubescens* L. Erechim, 2007. 36 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Farmácia Bioquímica Clínica). Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2007.
- Eiras, M.; Costa, I. F. D.; Chaves, A. L. R.; Colariccio, A.; Harakava, R.; Tanaka, F. A. O; Garcêz, R. M.; Silva, L. A. 2012. First report of a tospovirus in a comercial crop of capegooseberry in Brasil. *New Disease Report*, 25:25.
- Ferreira, D. F. 2000. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 66p.
- Fischer, G.; Almanza, P.J. 1993. Nuevas tecnologías en el cultivo de la uchuva *Physalis peruviana* L. *Agrodesarrollo*, Tunja, 4:(1-2)294.
- Fischer, G. *Crecimiento y desarrollo*. In Florez, V.J.; Fischer, G.; Sora, A. Producción, poscosecha y exportación de la Uchuva *Physalis peruviana* L. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, p. 9-26. 2000.

Florez, V. J., Fischer G., Sora, Á. D. 2000. *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva*. Bogotá: UNIBIBLOS. 175p.

Food Ingredients Brasil N° 26. 2013. (<http://www.revista-fi.com>). Acesso em: 08/06/2018.

Freitas, T.A. & Osuña, J.T.A. 2006. Efeito do substrato e da luminosidade na germinação de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). *Sitientibus*, 6:(especial)101-104.

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. Alívio Multiplicado. 2003. (<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=2227&bd=1&pg=1&lg=>). Acesso em: 25/06/ 2017.

Garcia, L. P. *Liofilização aplicada a alimentos*. 2009. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 45p.

Germano, P. M.L.; Germano, M.S. 2008. *Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos*. 3. ed. São Paulo: Manole, 655p.

Guilherme, D. O. 2007. *Produção e qualidade de frutos de tomateiro cereja cultivados em diferentes espaçamentos em sistema orgânico*. 63 f. (Tese Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.

Guimarães, E. T. *et al.* 2009. Activity of physalins purified from *Physalis angulata* in vitro and in vivo models of cutaneous leishmaniasis. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 64:84-87.

Guimarães, E. T. *et al.* 2010. Efeitos de seco-esteróides purificados de *Physalis angulata* L., Solanaceae na viabilidade de *Leishmania* sp. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, 20:6.

Harborne, J. B.; Williams, C. A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, [S.l.], 55(6):481-504, ([http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1))

Higby, W. K. A 1962. Simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago, 27(1):42-42.

Hoffmann, A. 2003. Apresentação. In: Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas, 1., 2003, Vacaria. *Anais...* Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, p.6.

Hunziker, A.T. *Genera Solanacearum*. Rugell: A.R.G. Gantner Verlag. 500 p. 2001.

Ibarz, A.; Barbosa-Canovas, G. V. *Deshidratación y Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*, Lancaster, Basel, 1999.

Instituto Adolfo Lutz. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 1. ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 919p.

Januário, A.H. *et al.* 2002. Antimycobacterial physalins from *Physalis angulata* L. (Solanaceae). *Phytotherapy Research*, 16:01-04.

Lima, C.S.M.; Manica - Berto, R.; Betemps, D.L.; Silva, S.J.P.; Rufato, A.R. 2009a. Custos de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do

Rio Grande do Sul. *Revista Ceres*, 56:(5)551- 561.

Lima, C.R., Costa-Silva, J.H., Lyra, M.M.A., Araújo, A.V., Arruda, V.M., Dimech, G.S., Evêncio, L.B., Fraga, M.C.C.A., Lafayette, S.S.L. & Wanderley, A.G. 2006. Healing activity and pre-clinical toxicological study of phytotherapeutic sanativo ®. *Acta Farm. Bonaer.* 25(4):544-549.

Lin, Y.S.; Chiang, H.C.; Kan, W.S.; Hone, E.; Shih, S.J. And Won, M.H. 1992. Immunomodulatory Activity of various Fractions Derived from *Physalis angulata* L extract. *The American Journal of Chinese Medicine*, 20:(3-4)233-243.

Lorenzi, H. E.; Matos, F.J. De A. *Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.

Mahan, L. K.; Escott-Stump, S. *Krause alimentos, nutrição e dietoterapia*. 10. ed. São Paulo: Roca, 2005.

Makino, B.; Kawai, M.; Ogura, T.; Nakanishi, M.; Yamamura, H.; Butsugan, Y. 1995. Structural revision of physalin H isolated from *Physalis angulata*. *Journal of Natural Products*, 58(11):1668-1674.

Manach, C.; Scalbert, A.; Morand, C.; Rémésy, C.; Jiménez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79:727-47.

Magalhães, H. I. F. 2005. *Atividade antitumoral (in vitro e in vivo) das fisalinas isoladas de Physalis angulata Lin*. Dissertação de Mestrado em Farmacologia, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Universidade Federal do Paraná, 101p.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p

Malavolta, E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 638p.

Mcguire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Alexandria, 27:1254-1255.

Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. A. G. L.; Nascimento, R. J. 2009. Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, 44:(2)193-201.

Miguel, M.D; Miguel, O. G. *Desenvolvimento de Fitoterápicos*. São Paulo: Robe Editorial, 2000.

Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural (Madr). *Uchuva. Perfil de Producto*, n. 13. Bogotá: Sistema de Inteligência de Mercados. Corporación Colombia Internacional. 12 p. 2002.

Moschetto, A.B. *Novidade no pomar Edição 236 - 2005*. ([http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg\\_article\\_print/0,3916,972755-1641-1,00.html](http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/0,3916,972755-1641-1,00.html)). Acesso em: 23/12/2016.

- Mota, D. K. A. S.; Jayme, L. S. G.; Carmo, F. M.; Ribeiro, J. B. C.; Souza, R. B. L.; Oliveira, T. L. S.; Santos, E. N. 2004. Plantas medicinais indicadas como anti-inflamatórias por “raizeiros” da região de Goiânia. *Infarma*, Brasília, 16: (1-2)81-82.
- Muniz, J. *Sistemas de condução e espaçamentos para o cultivo de physalis (Physalis peruviana L.) no planalto catarinense*. 2011. 137f. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2011.
- Muniz, J., Kretzschmar, A.A., Rufato, L., Pelizza, T.R., Marchi, T., Duarte, A.E., Lima, A.P.F. & Garanhan, F. 2011. Conduction systems for *Physalis* production in southern Brazil. *Rev. Bras. Frutic.* 33(3):830-838. (<http://dx.doi.org/10.1590/S010029452011005000083>).
- Nass, Luciano Lourenço. *Recursos genéticos vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e Biotecnologia, 2007.
- Nascimento, M. V. L. 2013. *Physalis angulata estimula proliferação de células-tronco neurais do giro dentado hipocampal de camundongos adultos*. 2013. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Biologia Celular) – Universidade Federal do Pará.
- Natale, W.; Rozane, D. E.; Parent, L. E.; Parent, S.-E. 2012. Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 34:(4)1294-1306.
- Novoa, R. M.; Bojacá, J.; Galvis, Y.; G. Fischer. 2006. La madurez del fruto y el secado Del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada. *Agronomía Colombiana*, Bogotá, 24:(1)77-86.
- OAC International. 2016 Official Methods of Analysis of AOAC International. 20ed. Gaithersburg, MD, USA,
- Oliveira, J.A.R.; Martins, L.H.S.; Vasconcelos, A.M.; Pena, R.S.; Carvalho, A.V. 2011. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de Camapu (*Physalis angulata* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Industrial*, 5(2):573-583.
- Oliveira DS, Aquino PP, Ribeiro SMR, Proença RPC, Pinheiro HM (2011) Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, Maringá. 1, 89-98.
- Osho, A.; Adetunji, T.; Fayemi, S.O.; Moronkola, D.O. 2010. Antimicrobial activity of essential oils of *Physalis angulata* L. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines* 7: 303–306.
- Pagot, E.; Hoffmann, A. 2003. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas, 1. Vacaria. *Anais... Vacaria*, Embrapa Uva e Vinho, 9-14 p.
- Peixoto N; Peixoto Fc; Vaz Ul; Neri Scm; Monteiro Jg. 2010. Adubação orgânica e cobertura do solo no crescimento e produção de camapu. *Horticultura Brasileira* 28: 370-372.
- Pietro, R.C.L.R. *et al.* 2000. In vitro antimycobacterial activities of *Physalis angulata* L. *Phytomedicine*, 7:335- 338.
- Pedrero, A.L.; Pangborn, R.M. 1997. *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*. México: Alhambra, 346p.

- Pio, R.; Chagas, E.A. Cultivo de pequenos frutos vermelhos e frutas de caroço em regiões tropicais e subtropicais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20., 2008 Vitória. *Anais...* Vitória: Incaper, 2008. 28 p.
- Poltronieri, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas, 1., 2003, Vacaria, RS. *Anais...* Vacaria, RS: Embrapa Uva e Vinho, p. 37-40. (Documentos, 37).
- Puente, L. A.; Pinto - Muñoz, C. A.; Castro, E. S.; Cortés, M. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. *Food Research International*, 44:1733 – 1740.
- Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Garnier, E.; Lavorel, S.; Poorter, H.;Jaureguiberry, P.; Bret-Harte, H. S.; Cornwell, W. K.; Craine, J. M.; Gurvich, D. E.; Urcelay, C.; Veneklaas, E. J.; Reich, P. B.; Poorter, L.;Wright, I. J.; Ray, P.; Enrico, L.; Pausas, J. G.; De Vos, A. C.; Buchmann, N.; Funes, G.; Quétier, F.; Hodgson, J. G.; Thompson, K.; Morgan, H. D.; Ter Steege, H. Sack, L.; Blonder, B.; Poschlod, P.; Vaieretti, M. V.; Conti, G.; Staver, A. C.; Aquino, S.; Cornelissen, J. H. C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61: 167-234.
- Ramadan, M. F. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): an overview. *Food Research International*, 44:1830-1836.
- Rattin, J. E.; Andriolo, J. J.; Witter, M. 2003. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, 21:(1)26-30.
- Ribeiro, I.M.; Silva, M.T.G.; Soares, R.D.A.; Stutz, C.M.; Bozza, M.; Tomassini, T.C.B. 2002. *Physalis angulata* L. antineoplastic activity, *in vitro*, evaluation from it's stems and fruit capsules. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 12:(Supl. 1)21-23.
- Rufato, L.; Rufato, A. R.; Schelemper, C.; Lima, C. S. M.; Kretzschmar, A. A. A. 2008. *Aspectos técnicos da cultura da physalis*. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel. 100p.
- Rutz JK, Voss GB, Jacques AC, Pertuzatti PB, Barcia MT, Zambiasi RC. 2012. Geleia de *Physalis peruviana* L.: Caracterização bioativa, antioxidante e sensorial. *Alim Nutr.*;23(3):369-75.
- Sanchez, T.; Moreno, J. J. 1999. Role of leukocyte influx in tissue prostaglandin H synthase-2 overexpression induced by phorbol ester and arachidonic in skin. *Biochem. Pharmacol.*, 58: 877-879.
- SÁ, M. S. *et al.* 2011. Antimalarial activity of physalins B, D, F e G. *Journal of Natural Products*, 74:2269-2272.
- Sacks, E. J; Shaw, D.J. 1994. Optimum allocation of objective color measurements for evaluating fresh strawberries. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci*, 119:330-334.
- Santos, J.A.A.; Tomassini, T.C.B.; Xavier, D.C.D.; Ribeiro, I.M.; Silva, M.T.G.; Morais-Filho, Z.B. 2003. Molluscicidal activity of *Physalis angulata* L. extracts and fractions on *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) under laboratory conditions. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98:425-428.

- Seifried, H.E.; Anderson, D.E.; Fischer, E.I.; Milner, J.A. 2007. A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 18:567-579.
- Sendter, O. 1846. Solanaceae in: Martius Flora Brasiliensis 10: 6-200. (<http://florabrasiliensis.cria.org.br>). Acesso em 27/12/2016.
- Shingu, K.; Yahara, S.; Nohara, T.; Okabe, H. 1992. Constituents of solanaceous plants. 21. Three new withanolides, physagulins A, B and D from *Physalis angulata* L. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 40(8):2088-91.
- Silva, K.N.; Agra, M.F. 2005. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 344-351.
- Silva, N.; Junqueira, V.C.A.; Silveira, N. F. A. 1997. *Manual de métodos de análise Microbiológica de alimentos*, São Paulo, Varela.
- Soares, M.B.P. *et al.* 2003. Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. *European Journal of Pharmacology*, 459:107-112.
- Soares, M.B.P. *et al.* 2006. Physalins B, F and G, seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., inhibit lymphocyte function and allogeneic transplant rejection. *Int Immunopharmacol*, 6:408-414.
- Souza, T. C. 2001. *Alimentos: propriedades físico-químicas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 240p.
- Souza, N. K. R; Alcântara-Júnior, J. P; Amorim, S. M. C. 2007. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (Solanaceae). *Rev. Acad.*, Curitiba, 5(4):379-384.
- Stone, H.; Sidel, J. L. 1985. *Sensory Evaluation Practices*. London: Academic Press, 338p.
- Sullivan, J.R. 1984. Reproductive biology of *Physalis viscosa* var. *Cinerascens* (Solanaceae). *American Journal of Botany*, 71:815-820.
- Sultana N, M.A. Hassan, Momtaz Begum and Mahbuba Sultana (2008). *Physalis angulata* L. (solanaceae) – A new Angiospermic Record for Bangladesh. *Bangladesh J. Bot.* 37(2): 195-198.
- Taylor, L. The Healing Power of Rainforest Herbs. Relatório técnico. 2006. ([http://www.raintree.com.br/produtos/mullaca\\_database.htm#Scene\\_1](http://www.raintree.com.br/produtos/mullaca_database.htm#Scene_1)). Acesso em 24/6/2017.
- Tomassini, T.C.B. 2002. *Physalis angulata* L. antineoplastic activity, *in vitro*, evaluation from its stems and fruit capsules. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 12:(Supl. 1)21-23.
- Tomassini, T.C.B.; Barbi, N.S.; Ribeiro, I. M; Xavier, D. C. D. 2000. Gênero *Physalis*-Uma revisão sobre os vitaesteróides. *Qím. Nova*, 23:(1)21-23.

Tomich, R. G.P.; Tomich, T. R.; Amaral, C. A.A., Junqueira, R. G.; Pereira, A. J. G. 2005. Metodologia para avaliação das boas práticas de fabricação em indústria de pão de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 25:(01)115-120.

Vasina, O.E.; Maslennikova, V.A.; Abubakirov, N.K. 1986. *Physalis* Withasteroids. *Khim Priord Soed*, 3:243-255.

Van Valkenburg, J.L.C.H. and Bunyaphatsara, N. (Eds.) (2002). *Plant Resources of Southeast Asia No.12 (2). Medicinal and Poisonous Plants 2*. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. 782 p.

Velásquez, E.; Lavelle, P.; Andrade, M. Gisq. 2007. A multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 39:3066-3080.

Zapata, J. M.; Quast, D. G. 1975. Curvas de titulação de palmito doce. *Coletânea do ITAL*, 6:1;167-168.

Zeisel, S.H.- *Regulation of nutraceuticals*. *Science* 285:1853-55,1999.

## **CAPÍTULO 1**

Ajuricaba, A. A. L. Caracterização agronômica do camapu cultivada com diferentes adubações no Município de Manaus – AM. Manuscrito formatado para *Acta Amazônica*.

## CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DO CAMAPU CULTIVADO COM DIFERENTES ADUBAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MANAUS – AM

**RESUMO:** O camapu (*Physalis angulata* L.) é uma espécie nativa da região amazônica, pouco conhecida como fonte de alimento e carente de estudos relacionados ao cultivo. Possui potencial para ser uma alternativa de renda e segurança alimentar, pois tem porte pequeno e ocupa pouco espaço, sua rusticidade facilita o cultivo para agricultores em escala familiar. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de camapu, em resposta às adubações química, orgânica e suas interações em condições de campo na região de Manaus. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com e seis tratamentos de adubação com fontes orgânicas e químicas, os tratamentos foram os seguintes: T1 - testemunha 0% de adubação; T2 - 100% de NPK; T3 - esterco de galinha curtido; T4 - esterco de galinha curtido + NPK; T5- esterco bovino; T6 - esterco bovino + NPK. O potencial agronômico foi avaliado pelo uso dos caracteres de relevância agronômica: Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), massa seca total (%), análise do acúmulo de nas folhas e produção de frutos. Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6. As adubações que apresentaram melhores respostas para o cultivo do camapu foram: adução químicas NPK e interações orgânicas e química (esterco de galinha curtido e NPK) e (esterco bovino curtido e NPK).

**Palavras-chaves:** Amazônia, Adubações, Nutrientes, Desenvolvimento, frutos.

**ABSTRACT:** Camapu is a species native to the Amazon region, little known as a food source and lacking studies related to the crop. It has the potential to be an alternative income and food security, because it has small size and takes up little space, its rusticity facilitates the cultivation for farmers on a family scale. The objective of this work was to evaluate the agronomic potential of *P. angulata* and to define the best treatment for the cultivation of the species. The experimental design was a randomized complete block design with six fertilization treatments with organic and chemical sources. The treatments were as follows: T1 - control 0% of fertilization; T2 - 100% NPK; T3 - tanned chicken manure; T4 - tanned chicken manure + NPK; T5 - bovine manure; T6 - bovine manure + NPK. The agronomic potential was evaluated using agronomic characters: Plant height (cm), stem diameter (mm), total dry mass (%), leaf

accumulation analysis and fruit yield. The results were submitted to analysis of the variance and the means were compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ) in the computer program System for Analysis of Variance - SISVAR 5.6. The fertilizations that presented the best responses for the cultivation of the camapu were; NPK chemical adduction and organic and chemical interactions (tanned chicken manure and NPK) and (tanned bovine manure and NPK).

**Keywords:** Amazon, Fertilization, Nutrients, Development, Plant, fruits.

## INTRODUÇÃO

O camapu é uma planta herbácea, nativa da região amazônica, possui porte ereto e pode atingir de 35 - 55 cm de altura (Rufato *et al.* 2008), o fruto é considerado climatérico do tipo baga por sua forma arredondada e tamanho pequeno, são carnosos e sua polpa tem sabor ácido adocicado, a cor do epicarpo varia de amarelo-esverdeada ao arroxeada, apresenta-se envolto por um cálice que tem como finalidade proteção contra as condições ambientais adversas (Alvarado *et al.* 2004; Magalhães 2005).

É uma espécie rústica, classificada como tolerante por se adaptar a diferentes climas e tipos de solo (Fischer 2000), o que a torna uma excelente escolha para o cultivo em regiões como as da cidade de Manaus. Aos poucos esta espécie vem sendo incorporada aos plantios de pequenas frutas, pois possui grande valor nutricional e econômico, o que faz com que esta seja difundida gradativamente no mercado principalmente por seu sabor e suas características medicinais, perfil este atrativo para a comercialização (Rufato 2008).

Mesmo com todos estes atributos acima citados, o cultivo ainda é diminuto devido ao desconhecimento de seus atributos nutricionais, práticas de manejo e condução, por isso é necessário conhecer as formas de cultivos bem como exigências nutricionais e correto manejo para esta espécie até então não convencional na agricultura nacional, sendo considerada por muitos agricultores como uma erva daninha, que infesta as lavouras e terrenos baldios (Lorenzi e Matos 2002; Stešević e Bujanja 2017).

A adubação é uma fator importante para o cultivo de lavouras, principalmente quando se trata de regiões tropicais como a é o caso da amazônica, cujos solos são caracterizados pela baixa fertilidade (do Vale Júnior *et al.* 2011), por isso neste tipo de solo a aplicação de adubos faz-se necessária, pois a exigência em nutrientes pelo pomar geralmente é maior que a capacidade que o solo tem para atender a essa demanda (Natale *et al.* 2012). As exigências nutricionais das plantas são um ponto chave para o sucesso do cultivo, pois o estado nutricional

da planta, está intimamente ligado a biossíntese de compostos fenólicos, os nutrientes minerais, participam de todas as fases do metabolismo das plantas e, portanto, a falta ou excesso desses nutrientes podem afetar o processo metabólico (Malavolta 2006).

Assim sendo para um bom resultado no cultivo de fruteiras diversas, garantido melhor qualidade das características físicas e químicas das plantas é necessário que haja uma perfeita interação entre todos os elementos e condições acima citados. Por esta razão estudos que avaliem estas interações são relevantes, principalmente quando é voltado para culturas com grandes quantidades desses compostos, como é o caso do camapu, e são carentes de matérias literários (Crecente - Campo *et al.* 2012). Diante disto o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial agrônomo da *P. angulata* cultivada sob três tipos de aduções e interações destes e definir o melhor tratamento para o cultivo desta espécie. Diante disto o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de camapu *P. angulata*, em resposta à adubação química, orgânica e suas interações em condições de campo na região de Manaus.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de estudo

O experimento foi implantado na Unidade experimental de hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas– Campus Manaus Zona Leste (3°04',44"S 59°56',04"W e 3°04',43"S 59°55',58"W). Para semeadura, utilizando-se sementes de plantas obtidas na estação Experimental de hortaliças do INPA, Alejo Von der Pahlen (EEH), foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, contendo substrato composta por terra e matéria orgânica do solo, mantida sob telado, com 50% de sombreamento, até a data de plantio no campo (11/09/2017).

A quantificação da matéria seca total e coleta de dados de peso das colheitas para análise da produção de frutos, foram realizadas no Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (3°05',29"S 59°59',34"W), as análises de solo e adubo orgânico realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental ( 2°53',36"S 59°58',23"W) , as análises do acúmulo de macro e micronutrientes das folhas no Laboratório Temático de Solos e Plantas (3°05',29"S 59°59',34"W) do INPA. O clima local é tipo “equatorial quente e úmido” na classificação de Köppen-Geiger com temperatura média de 27,4 °C e precipitação média de aproximadamente 2300 mm.ano<sup>-1</sup>.

## Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento foi em blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por oito plantas, dispostas no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m e seis tratamentos de adubação com fontes orgânicas e químicas: T1: controle 0% de adubação; T2: 100% de NPK; T3: 100% esterco de galinha curtido; T4: 50% esterco de galinha curtido + 50% NPK; T5: esterco bovino; T6: 50% esterco bovino + 50% NPK. As adubações foram feitas mediante prévia análise do solo e do adubo orgânico utilizados (Tabela 1), a correção do solo foi feita com aplicação de calcário dolomítico pelo método da elevação da saturação por bases (V%) para elevar para 50% (Cesar 2010). As expectativas de produção foram; 40 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido, 20 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco de aves curtido, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 260 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para adubação química NPK), estas tiveram como base de referência a cultura do tomate por não haver parâmetros de recomendação concretos sobre a cultura do *P. angulata*, (Rufato *et al.* 2008; Boletim Técnico IAC *et al.* 215). A irrigação feita por gotejamento, de forma a atender às necessidades hídricas da cultura. Quando necessárias, foram realizadas capinas manuais para retirar as “invasoras” e assim evitar a competição com o camapu.

Tabela 1. Análises químicas do solo e adubos orgânicos.

Identificação da amostra	pH	Al	t	T	V	m	M.O.	Macronutrientes						Micronutrientes			
								C	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Descrição	H <sub>2</sub> O		%				g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>			
Estação experimental	4,35	1,60	1,78	4,93	3,64	89,91	27,21	15,82	1,00	16,00	2,00	0,07	0,06	171,00	1,03	0,2	0,16
Esterco bovino	7,96	0,00	21,39	21,39	100,00	0,00	708,24	411,77	595,00	4640,00	550,00	1,63	4,07	22,00	40,99	30,4	2,65
Esterco de aves	9,68	0,00	16,19	16,19	100,00	0,00	665,35	386,83	538,00	3840,00	760,00	1,46	1,60	25,00	37,65	13,58	3,44

Para as analisar as variáveis respostas foram tomadas medidas da altura da planta (cm) com auxílio de uma fita métrica e diâmetro basal (mm) a 3 cm do solo com paquímetro digital (0-150mm, Stainless Hardened) a cada 15 dias em quatro pontos da área útil da parcela desde o primeiro dia do cultivo até a primeira coleta de frutos ocorrida aos 45 dias após o plantio. As medidas de crescimento foram aferidas de acordo com Benincasa (1986), Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013).

Os frutos foram colhidos a partir da coloração do cálice amarelo esverdeado e a coloração da epiderme da fruta amarelo intenso (ICONTEC 1999), foram coletados dados de peso (g) em balança digital (Gehaka BG2000) durante as 4 colheitas de frutos, e ao final do experimento, a produtividade foi obtida pelo somatório da produção de todas as colheitas, em

cada um dos tratamentos. O experimento foi encerrado no dia 2 de dezembro de 2017, aos 91 dias.

Para a determinação da massa da matéria seca total, foram coletadas três plantas inteiras de cada parcela, foram lavadas e separadas em folhas, galhos e raízes colocadas em sacos de papel identificados e levados a estufa de circulação de ar forçada, modelo 315 SE, a 65°C até atingirem peso constante, em seguida realizou-se a pesagem final para obtenção da massa seca em balança digital analítica de precisão seguindo a metodologia de Malavolta *et al.* (1997). A análise dos minerais a partir da massa seca das folhas (N, P, Ca, Mg, K Fe, Zn Mn, Cu), foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas do (INPA), os procedimentos das análises seguiram metodologia preconizada por Embrapa (2009).

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram submetidos à análise da variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6 (Ferreira 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados obtidos com as leituras biométricas realizadas, podemos observar na Figura 1 um comportamento linear, maiores taxas de crescimentos das plantas que receberam adubações químicas e com interação química e orgânica (T4: NPK + esterco de galinha e T2: NPK), já a Figura 2 os mesmos tratamentos (T4 e T2) também foram responsáveis por maior desenvolvimento do diâmetro basal das plantas do camapu.

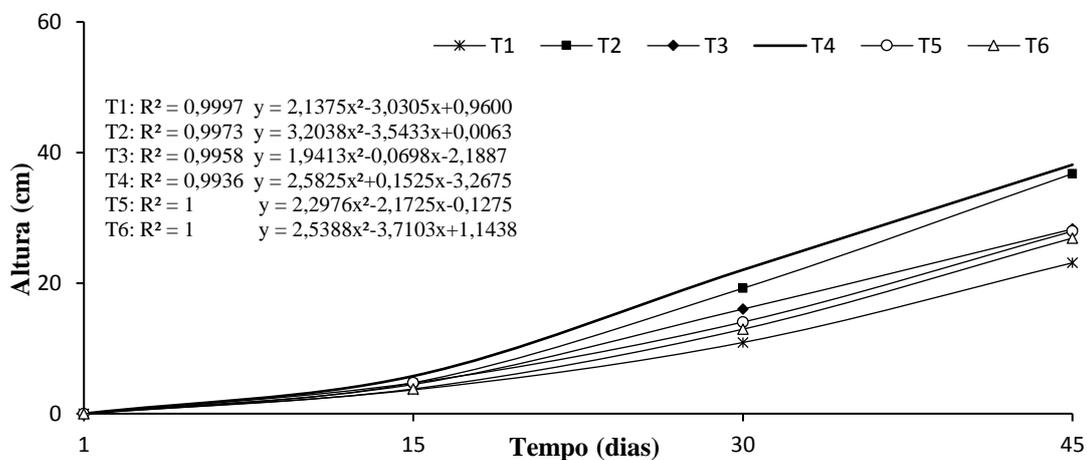


Figura 1. Curva de crescimento altura do camapu em função das adubações ao longo de 45 dias. Manaus – AM, 2018.

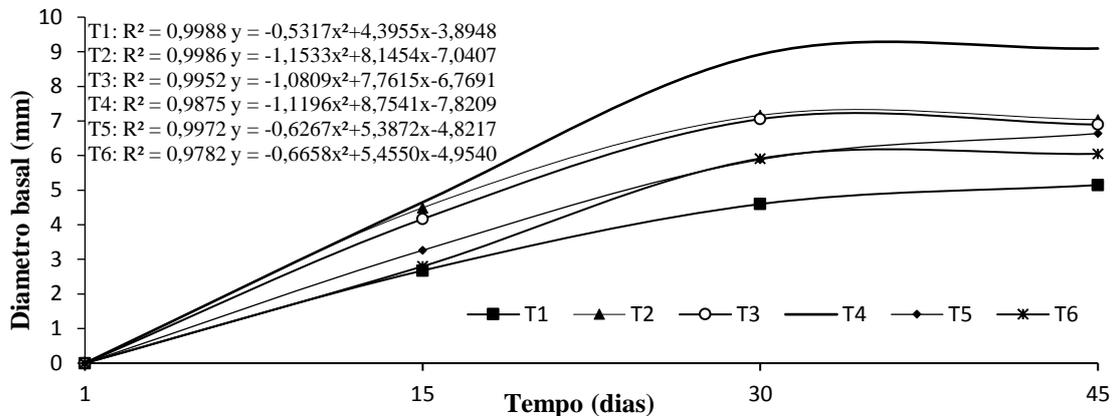


Figura 2. Curva de crescimento diâmetro basal do camapu em função das adubações ao longo de 45 dias. Manaus – AM, 2018.

Na Tabela 2 estão os resultados das variáveis respostas crescimento e produção de frutos ao longo de 45 dias após o plantio do camapu. As adubações testadas tanto químicas quanto orgânicas tiveram influência significativa ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros, o T4 apresentou maiores médias de crescimento em altura e diâmetro basal, isto demonstra uma relação positiva no crescimento das plantas, pois plantas mais altas também possuem caules mais robustos o que lhes confere maior resistência (Barreto *et al.* in press), o T4 também apresentou maior média de produção de frutos. O T4 apresentou médias superiores de crescimento (altura 38,13) e (diâmetro basal 9,10) quando comparada com as encontradas por Carvalho (2011) (altura 24,4 e diâmetro basal 3,80) que trabalhou com diferentes tipos de substratos orgânicos no desenvolvimento da cultura do camapu.

Tabela 2. Altura, diâmetro basal e produção de frutos em função combinações de adubações orgânicas e químicas. Manaus – AM, 2018.

Tratamento	Crescimento Altura (cm)	Crescimento diâmetro basal(mm)	Produção(g)
T1	23,11 ± 10,75 <sup>c</sup>	5,15 ± 2,61 <sup>c</sup>	414,86 ± 37,30 <sup>c</sup>
T2	36,76 ± 16,63 <sup>a</sup>	7,04 ± 4,69 <sup>a</sup>	874,66 ± 61,61 <sup>b</sup>
T3	28,28 ± 15,79 <sup>ab</sup>	6,89 ± 3,31 <sup>ab</sup>	894,47 ± 85,65 <sup>ab</sup>
T4	38,13 ± 15,25 <sup>a</sup>	9,10 ± 4,60 <sup>a</sup>	989,88 ± 63,35 <sup>a</sup>
T5	27,94 ± 8,60 <sup>ab</sup>	6,64 ± 2,43 <sup>ab</sup>	439,41 ± 45,63 <sup>c</sup>
T6	26,90 ± 10,51 <sup>ab</sup>	6,05 ± 3,11 <sup>ab</sup>	483,32 ± 68,42 <sup>c</sup>
CV%	2,15	50,73	7,75

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

De maneira geral as combinações e NPK e esterco de ave proporcionaram plantas maiores e mais produtivas, estes resultados estão relacionados ao fato de o esterco de aves têm a função estimulante no crescimento das plantas (Allison 1973; Bertoni & Lombardi Neto 1985), eleva a fertilidade do solo, pelo aumento da capacidade de troca catiônica e da disponibilidade de nutrientes para as culturas, além da complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. Estes são fatores fundamentais em solos tropicais, altamente intemperizados e ácidos (Santos *et. al* 1999), como é caso dos solos amazônicos (do Vale Júnior *et al.* 2011).

Quanto a variável massa seca das partes das plantas do camapu, a análise estatística apontou que não houvessem influências significativas ( $p < 0,05$ ) das adubações no acúmulo de massa seca das folhas, galhos e raízes, isto pode ter relação com o fato de que o acúmulo de massa seca pelas plantas também dependem de outros fatores além da adubação como; adensamento de plantio, irradiação solar e sistema de condução (Muniz 2011). As médias encontradas para matéria seca total (Figura 3) foram próximas as encontradas por Ianckiewicz *et al.* (2013) em trabalho realizado com *P. peruviana* submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. Silva *et al.* (2018) também encontrou dados semelhantes trabalhando com *P. angulata* sob proporções de nitrato e amônio em cultivo hidropônico.

Apesar de não significativo podemos observar (Figura 3) podemos observar o que o T6 obteve maior acúmulo de massa foliar T4 de galhos e T2 de raízes, todos os dados com maior taxa de acúmulo estão mescladas ao NPK, esse resultado tem relação com fato do nitrogênio componente químico presente no NPK ser o principal nutriente que influencia a área foliar e, consequentemente, na taxa fotossintética, promovendo maior acúmulo de massa seca nas plantas (Marschner 2012).

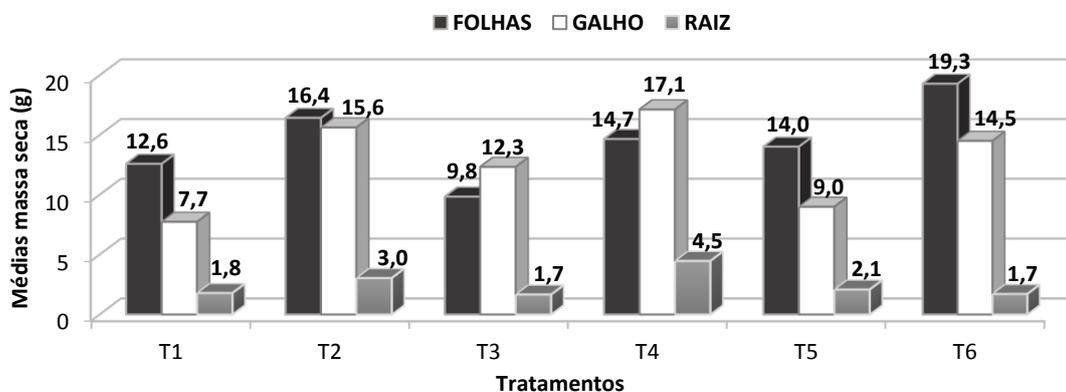


Figura 3. Médias massa seca das folhas, galhos e raízes das plantas do camapu cultivada com diferentes adubações. Manaus, Amazonas 2018

Na Tabela 3, podem ser visualizados os teores de minerais acumulados nas folhas do camapu, as adubações foram estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para os minerais N, Ca, K, P, Mn, Zn e Fe, quando comparamos os resultados da Tabela 3 com os encontrados por Ianciekicz *et al.* 2013 que trabalhou com produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva, observamos semelhança entre os resultados com exceção N, P e Fe, pois ele encontrou valores superiores em seu trabalho para nitrogênio e Fósforo, quanto ao Ferro os valores apresentados na Tabela 3 são superiores aos encontrados por ele nas folhas da *Physalis* L.

Em pepino (*Cucumis sativus* L.) foram encontrados para os micronutrientes Fe 207,6; Magnésio 47,70 e Zinco 26,65 (Ramírez-Pérez *et al.* 2017), com exceção do Fe estes valores foram próximos aos apresentados na Tabela 3, isto pode ter relação com a curva de absorção de nutrientes de olerícolas da família Solanaceae que podem apresentar semelhante comportamento, pois o acúmulo tende a seguir o mesmo padrão de acúmulo de massa seca, geralmente apresentando três fases: lenta absorção, intensa e declínio (Lima 2001).

Tabela 3. Acúmulo de minerais das folhas do camapu em função das adubações. Manaus - Amazonas 2018

Tratamento	(g kg <sup>-1</sup> )						(mg kg <sup>-1</sup> )			
	N	Ca	Mg	K	P	Na	Mn	Cu	Zn	Fe
T1	33,36 <sup>bc</sup>	27,17 <sup>b</sup>	5,71 <sup>a</sup>	22,13 <sup>cd</sup>	2,64 <sup>b</sup>	0,00	22,00 <sup>b</sup>	0,00	44,00 <sup>b</sup>	1849,50 <sup>b</sup>
T2	38,61 <sup>a</sup>	37,16 <sup>a</sup>	7,80 <sup>a</sup>	37,30 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a</sup>	0,00	24,02 <sup>b</sup>	0,00	46,51 <sup>ab</sup>	1616,51 <sup>c</sup>
T3	35,60 <sup>abc</sup>	24,80 <sup>bc</sup>	6,94 <sup>a</sup>	27,71 <sup>b</sup>	2,91 <sup>ab</sup>	0,00	23,99 <sup>b</sup>	0,00	43,51 <sup>b</sup>	1552,01 <sup>cd</sup>
T4	38,06 <sup>ab</sup>	25,87 <sup>c</sup>	5,89 <sup>a</sup>	26,60 <sup>bc</sup>	2,93 <sup>ab</sup>	0,00	20,50 <sup>b</sup>	0,00	37,01 <sup>c</sup>	1134,02 <sup>e</sup>
T5	31,00 <sup>c</sup>	24,21 <sup>bc</sup>	7,80 <sup>a</sup>	19,20 <sup>d</sup>	3,30 <sup>a</sup>	0,00	21,00 <sup>b</sup>	0,00	37,50 <sup>c</sup>	1450,99 <sup>d</sup>
T6	30,89 <sup>c</sup>	22,18 <sup>c</sup>	5,80 <sup>a</sup>	23,43 <sup>bcd</sup>	2,40 <sup>b</sup>	0,00	50,89 <sup>a</sup>	0,00	51,51 <sup>a</sup>	3391,00 <sup>a</sup>
CV%	3,6	0,11	9,22	5,26	4,78	0,00	3,98	0,00	3,13	0,11

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

Verifica-se também que os tratamentos químico com interações (NPK e Esterco bovino + NPK) como os responsáveis pelas maiores médias de acúmulo de minerais nas folhas, outra questão que chama atenção são os elevados teores de Fe presentes nas folhas do camapu, pois segundo Marschner (2012) a concentração adequada para o desenvolvimento das plantas está em torno de 100 mg kg<sup>-1</sup> de Fe na matéria seca vegetal, no entanto esses limites podem variar consideravelmente entre diferentes espécies de plantas e seus genótipos (Havlin *et al.* 2007), ainda não há estudos suficientes para afirmar qual a concentração adequadas para o camapu, isso abre espaço para mais pesquisas sobre o assunto pois o Fe é um elemento exigido em

quantidade, sendo justificada pelos vários processos importantes que atua, incluindo a fotossíntese, respiração, e a biossíntese de clorofila (Römheld e Nikolic 2007).

## CONCLUSÃO

As adubações que apresentaram melhores respostas para o cultivo do camapu foram as interações entre adubação química e orgânica esterco de aves curtido e NPK, plantas com esta adubação apresentaram maiores medias de crescimento, produtividade e tamanho dos frutos, esterco bovino curtido e NPK proporcionando maiores médias de acúmulo de micronutrientes nas folhas e adubações químicas (NPK) com maiores médias pra o acúmulo de macronutrientes nas folhas. Espera-se que estas informações venham a contribuir para a inserção e valorização da espécie na agricultura brasileira e sirvam de subsídios básicos para pesquisas relacionadas com a cultura do gênero *Physalis* e da espécie *Physalis angulata*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ao Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Zona Leste (IFAM - CMZL), Laboratório Temático de Solos e Plantas do (INPA), ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido PPG-ATU, a FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Allison, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam: *Elsevier*, 1973.637p.

Alvarado, P.A., Berdugo, C.A., Fisher, G. 2004. Efecto de um tratamiento a 1,5 °C y dos humedades relativas sobre las características físico-químicas de fruto de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agronomía Colombiana*, Bogotá, 22:(2)147-159.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. *Conservação do solo. Piracicaba*: Livro ceres, 1985. 392p.

Benincasa, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas*. Jaboticabal, FUNEP, 1988, 42p.

Carvalho, C. A.; Osuna, J. T. A.; Queiroz, S. R. O. D.; Santo, E. R. E. 2011. Influência dos diferentes tipos de substrato orgânicos no desenvolvimento da cultura do camapú (*Physalis angulata* L.). In: XV SEMIC, 2011, Feira de Santana. *Anais do XV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana*.

Cesar, R.C. 2010. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais*. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8) 26 p.:il. ISSN 1806-3322.

Crecente- Campo, J. M.; Nunes -Damaceno, M.; Romero -Rodriguez, M. A.; Vazquez-Odériz, M. L. 2012. Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*, 28:23–30.

do Vale Júnior, J.F.; de Souza, M.I.L.; Nascimento, P.P.R.R.; de Souza Cruz, D.L. 2011. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. *Revista Agro@ mbiente On-line* 5: 158–165.

Embrapa - Embrapa Solos. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Solos, 627p.

Fischer, G. *Crecimiento y desarrollo*. In Florez, V.J.; Fischer, G.; Sora, A. 2000. Producción, poscosecha y exportación de la Uchuva *Physalis* peruviana L. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 9-26 p.

Havlin, J. L.; Tisdale, S. L.; Beaton, J. D.; Nelson, W. L. 2007. *In soil fertility and fertilizers*. Prentice Hall (India), New Delhi. 528p.

Ianckievicz, A; Takahashi, H.W.; F.Fregonezi, G. A; Rodini, F. K. 2013. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. *Ciência Rural*, 43:3.

ICONTEC (Instituto colombiano de normas técnicas y certificación). 1999. *Norma Técnica Colombiana Uchuva*. NTC 4580. Bogotá: 5p.

Lima, A.A. 2001. *Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (cucumis meli L.)*. Dissertação de mestrado em solos e nutrição de plantas. Universidade Federal de Ceara. Fortaleza, 60 f.

Lorenzi, H. E.; Matos, F.J. De A. 2002. *Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 512 p.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 319p

Malavolta, E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 638p.

Magalhães, H. I. F. 2005. *Atividade antitumoral (in vitro e in vivo) das fisalinas isoladas de Physalis angulata Lin.* Dissertação de Mestrado em Farmacologia, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Universidade Federal do Paraná, 101p,

Marschner, P. 2012. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 672 p.

- Muniz, J. *Sistemas de condução e espaçamentos para o cultivo de physalis (Physalis peruviana L.) no planalto catarinense*. 2011. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 137 p.
- Natale, W.; Rozane, D. E.; Parent, L. E.; Parent, S. E. 2012. Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 34:(4)1294-1306.
- Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Garnier, E.; Lavorel, S.; Poorter, H.; Jaureguiberry, P.; Bret-Harte, H. S.; Cornwell, W. K.; Craine, J. M.; Gurvich, D. E.; Urcelay, C.; Veneklaas, E. J.; Reich, P. B.; Poorter, L.; Wright, I. J.; Ray, P.; Enrico, L.; Pausas, J. G.; De Vos, A. C.; Buchmann, N.; Funes, G.; Quétier, F.; Hodgson, J. G.; Thompson, K.; Morgan, H. D.; Ter Steege, H. Sack, L.; Blonder, B.; Poschlod, P.; Vaieretti, M. V.; Conti, G.; Staver, A. C.; Aquino, S.; Cornelissen, J. H. C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61: 167-234.
- Ramírez-Pérez, L.; Morales-Díaz, A.; de Alba-Romenus, K.; González-Morales, S.; Benavides-Mendoza, A.; Juárez-Maldonado, A. 2017. Determination of Micronutrient Accumulation in Greenhouse Cucumber Crop Using a Modeling Approach. *Agronomy* 7: 79.
- Römheld, V.; Nikolic, M. Iron. In: Barker, A. V.; Pilbeam, D. J. (Eds.). 2007. *Handbook of plant nutrition*. CRC Press: Boca Raton. 662p.
- Rufato, L.; Rufato, A. R.; Schelemper, C.; Lima, C. S. M.; Kretzschmar, A. A. A. 2008. *Aspectos técnicos da cultura da physalis*. Lages: CAV/UDESC, Pelotas: UFPel. 100p.
- Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. 1999. *Fundamentos da Matéria Orgânica do solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*. 1 ed. Porto Alegre: Genesis, 491 p.
- Silva, A.L.; Nascimento, M.N.; Tanan, T.T.; Leite, R. S.; Oliveira, U. C. 2018. rendimento de massa seca de *Physalis angulata* L. Sob proporções de nitrato e amônio em cultivo hidropônico. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 15:27.
- Stešević, D.; Bubanja, N. 2017. Short communication. Five new alien species in the flora of Montenegro: *Coreopsis tinctoria* Nutt., *Ipomoea indica* (Burm.) Merr., *Lupinus × regalis* Bergmans, *Physalis angulata* L., and *Solidago canadensis* L. and new possible threats to the biodiversity. *Acta Botanica Croatica* 76: 98–102.
- Vieira, M.N.F.; Vieira, L.S.; Santos, P.C.T.C.Dos; Chaves, R.S. 2000. *Levantamento e Conservação do Solo*. 2 ed. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 320p.

## CAPÍTULO 2

Ajuricaba, A. A. L. Influência da adubação na qualidade pós-colheita, composição nutricional e físico-química dos frutos do camapu (*Physalis angulata* L.). Manuscrito formatado para *Acta Amazônica*.

## **INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA, COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DO CAMAPU (*Physalis angulata* L.)**

**RESUMO:** O camapu contém em seus frutos, nutrientes como minerais, fibras, vitaminas e diversos compostos secundários de natureza fenólica, estes dependem da sua estrutura química e da concentração no alimento, cujo teor é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, forma de cultivo, grau de maturação, variedade da planta, entre outros. O objetivo do trabalho foi analisar a influência das adubações química, orgânica e suas interações na qualidade pós-colheita e composição físico-química dos frutos *in natura*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com e seis tratamentos de adubação com fontes orgânicas e químicas, os tratamentos foram os seguintes: T1- testemunha 0% de adubação; T2 - 100% de NPK; T3 - esterco de galinha curtido; T4 - esterco de galinha curtido + NPK; T5 - esterco bovino; T6 - esterco bovino + NPK, para a análise física dos frutos *in natura* considerou-se os seguintes parâmetros a partir da amostragem de 30 frutos por tratamento: Massa média (g), biometrias (mm) (diâmetro transversal e longitudinal) e densidade, os frutos foram caracterizados quanto ao teor de umidade, proteínas, lipídios, pH, teor de sólidos solúveis, cinzas e carboidratos, de acordo com os métodos da, o valor energético (com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos fornecem 9, 4 e 4 kcal. g<sup>-1</sup>), e a determinação de atividade de água. A cor foi determinada através de cálculo do ângulo hue (h°). Os minerais: ferro, o cobre, o cálcio, o magnésio, o zinco, o manganês, o sódio e o potássio foram determinados por espectrometria de absorção atômica. Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6. As adubações que demonstraram melhores respostas para características físico-químicas dos frutos do camapu foram as fontes orgânicas esterco bovino curtido e esterco de galinha curtido e as interações orgânica e química (esterco de galinha curtido + NPK).

**Palavras-chaves:** Amazônia, Adubações, Nutrientes, Planta, Compostos químicos.

**ABSTRACT:** Camapu contains in their fruit's nutrients such as minerals, fibers, vitamins and various secondary compounds of phenolic nature, these depend on their chemical structure and concentration on food, the content of which is largely influenced by genetic factors, environmental conditions, degree of maturation, plant variety, among others. The objective of this work was to analyze the influence of chemical and organic fertilizations and their

interactions on post-harvest quality and physical-chemical composition of in natura fruits. The experimental design was a randomized complete block design with six fertilization treatments with organic and chemical sources. The treatments were as follows: T1- control 0% of fertilization; T2 - 100% NPK; T3 - tanned chicken manure; T4 - tanned chicken manure + NPK; T5 - bovine manure; T6 - bovine manure + NPK, for the physical analysis of the fruits in natura the following parameters were considered from the sampling of 30 fruits by treatment: Average mass (g), biometrics (mm) (transversal and longitudinal diameter) and density, the fruits were characterized as moisture content, proteins, lipids, pH, soluble solids content, ashes and carbohydrates, according to the methods of, the energy value (based on the values of lipids, proteins and carbohydrates provide 9.4 and 4 kcal g<sup>-1</sup>), and the determination of water activity. The color was determined by calculating the hue angle (h°). The minerals: iron, copper, calcium, magnesium, zinc, manganese, sodium and potassium were determined by atomic absorption spectrometry. The results were submitted to analysis of the variance and the means were compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ) in the computer program System for Analysis of Variance - SISVAR 5.6. The fertilizers that showed the best responses to the physic-chemical characteristics of the camapu fruits were the organic sources of tanned bovine manure and tanned chicken manure and the organic and chemical interactions (tanned chicken manure + NPK).

**Keywords:** Amazon, Fertilizers, Nutrients, Plant, Chemical compounds.

## INTRODUÇÃO

Os frutos e hortaliças são consideradas fontes importantes de diversos compostos antioxidantes como compostos fenólicos, vitaminas e carotenoides (Barreiros *et al.* 2006). Os antioxidantes dos compostos bioativos dependem da sua estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento, cujo teor é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade da planta, nutrição da planta entre outros (Campos *et al.* 2008; Melo *et al.* 2009).

Os frutos do camapu que é uma planta herbácea e nativa da região amazônica, possuem nutrientes essenciais tais como: micronutrientes, minerais, fibras, vitaminas e diversos compostos secundários de natureza fenólica denominados compostos fenólicos, considerados importantes em alimentos vegetais (Harborne e Williams 2000). Estes compostos fenólicos podem sofrer alterações devido ao estado nutricional da planta, pois os minerais participam de

todas as fases do metabolismo das plantas, portanto, a falta ou excesso desses nutrientes podem afetar o processo metabólico (Malavolta 2006).

Por esta razão acima mencionada e que as dosagens da adubação, bem como tipo de solos dentre outros fatores ligados ao cultivo podem influenciar nas características físicas e químicas dos frutos, estes elementos têm participação dos essenciais no sabor, cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência a pragas, doenças e armazenamento pós-colheita das frutas, etc. (Lorenzi e Matos 2002).

Daí a importância de trabalho que verificam essas influências, principalmente nos frutos, que são as partes mais comercializadas para o consumo humano. O conhecimento acerca das propriedades físico-químicas, bioativos e perfil nutricional dos frutos desta hortaliça fruto podem contribuir para uma melhor aceitação de mercado dos frutos pois a aparência externa dos frutos, tamanho, sabor, propriedades nutritivas, forma e coloração da casca são fatores aceitabilidade pelos consumidores (Costa *et al.* 2004),

Ainda são poucos os estudos com base na pós-colheita e caracterização dos frutos de camapu. Assim sendo o objetivo desse trabalho foi analisar a influência das adubações química, orgânica e suas interações na qualidade pós-colheita e composição físico-química dos frutos *in natura* do camapu, afim de descobrir qual dentre as aduções testadas proporcionaram maiores teores desses compostos acima citados nos frutos.

## MATÉRIAS E MÉTODOS

O delineamento experimental foi implantado na Unidade experimental de hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Zona Leste (3°04',44"S 59°56',04"W e 3°04',43"S 59°55',58"W) em blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por oito plantas, dispostas no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m e seis tratamentos de adubação com fontes orgânicas e químicas, os tratamentos foram os seguintes: T1: testemunha 0% de adubação; T2: 100% de NPK; T3: esterco de galinha curtido; T4: esterco de galinha curtido + NPK; T5: esterco bovino; T6: esterco bovino + NPK.

As adubações foram feitas mediante prévia análise do solo e do adubo orgânico utilizados (Tabela 1) realizada no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental (2°53',36"S 59°58',23"W). As expectativas de produção foram; 40 ton.ha-1 de esterco bovino curtido, 20 ton.ha-1 de esterco de aves curtido, e 60 kg ha-1 de N, 800 kg ha-1 de P2O5 e 260 kg ha-1 de K2O para adubação química NPK), estas tiveram como base de referência a cultura do tomate por não haver parâmetros de recomendação concretos

sobre a cultura do *P. angulata* (Rufato *et al.* 2008; Boletim Técnico IAC *et al.* 215). Os frutos foram colhidos com pedúnculo a partir da coloração do cálice amarelo esverdeado e a coloração da epiderme da fruta amarelo intenso (ICONTEC, 1999). As análises físicas-químicas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Físico-química de alimentos (LFQA) do INPA (3°05',29"S 59°59',34"W). O clima local é tipo “equatorial quente e úmido” na classificação de Köppen-Geiger com temperatura média de 27,4 °C e precipitação média de aproximadamente 2300 mm.ano<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Análises químicas do solo e dos adubos orgânicos

Identificação da amostra	pH	Al	t T V m				M.O.	Macronutrientes						Micronutrientes			
			C	P	K	Na		Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu				
Descrição	H <sub>2</sub> O		%				g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>			
Estação experimental	4,35	1,60	1,78	4,93	3,64	89,91	27,21	15,82	1,00	16,00	2,00	0,07	0,06	171,00	1,03	0,2	0,16
Esterco bovino	7,96	0,00	21,39	21,39	100,00	0,00	708,24	411,77	595,00	4640,00	550,00	1,63	4,07	22,00	40,99	30,4	2,65
Esterco de aves	9,68	0,00	16,19	16,19	100,00	0,00	665,35	386,83	538,00	3840,00	760,00	1,46	1,60	25,00	37,65	13,58	3,44

Para a análise física dos frutos *in natura* considerou-se os seguintes parâmetros a partir da amostragem de 30 frutos por tratamento: leituras da massa média (g) em balança digital Gehaka BG2000, do diâmetro transversal e longitudinal (mm) com auxílio de um paquímetro digital (0-150mm, Digital Stainless Hardened), densidade dada pela fórmula:  $d = m/V$  onde  $d$  = densidade (g cm<sup>-3</sup>).  $m$  = massa (g) e  $V$  = volume (cm<sup>3</sup>) conforme metodologia de Braga & Gasparetto (1997).

Os frutos foram caracterizados quanto ao teor de umidade, lipídios e cinzas, carboidratos e proteínas foram determinados ainda: o pH em potenciômetro digital Micronal modelo B474, teor de sólidos solúveis (TSS), acidez titulável total e atividade de água, valor energético, com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos fornecem 9, 4 e 4 kcal. g<sup>-1</sup> respectivamente, todas as análises seguindo metodologia aferidas por AOAC (2016).

A tonalidade da cor externa dos frutos foi obtida por leituras feitas nas amostras em Colorímetro de HunterLab. Os parâmetros da cor L\*, a\*, b\*, sendo, L\* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a\* croma de vermelho a verde (-60 a +60), b\* croma de amarelo a azul (-60 a +60). Os padrões utilizados foram os frutos do camapu *in natura*, com parelho calibrado para 25°C. A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo das tonalidades expresso em graus (°hue). O programa Excel para foi utilizado para realizar os cálculos seguindo metodologia de McGuire (1992).

Os minerais: ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio foram

determinados por espectrometria de absorção atômica, conforme definido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para a testemunha das análises, foram utilizados MATERIAL de referência certificados (folhas de pessegueiro (NIST - SEM 1547).

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram submetidos à análise da variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6 (Ferreira 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mercado internacional de physalis tem exigido a remoção do cálice e da cera natural (Vega 2008) porém a presença do cálice diminui a intensidade respiratória, reduz a perda de peso (Landwehr; Torres 1999) e também reduz as perdas da coloração devido à desnaturalização da clorofila, carotenoides e das antocianinas (Galvis *et al.* 2005), por isso é valido trabalhar com as duas formas de apresentação do fruto. Por isso neste trabalho a massa média, diâmetro transversal e longitudinal foram mensuradas nos frutos com cálice e sem cálice.

Podemos visualizar na Figura 1 que as adubações foram significativas ( $p < 0,05$ ) para todas os parâmetros avaliados com exceção da densidade, o T3 e T4 destacaram-se em relação aos outros tratamentos, esses dois apresentaram as maiores médias dentre os parâmetros, como podemos observar na Tabela 2, porém Oliveira (2011) encontrou dados superiores para massa média dos frutos 4,33g, também foram inferiores os valores de diâmetro e largura dos frutos em relação aos obtidas por Sbrussi *et al.* (2014) (médias de 18,40 mm de comprimento e 19,86 mm de largura encontrou esses dados trabalhando *P. peruviana* em diferentes estágios de maturações.

Também foram menores que os resultados encontrados por Silva *et al.* (2013) (18,5 mm de comprimento e 18,4 mm de largura) estudando a *Physalis peruviana*. As médias encontradas para diâmetro médio e peso médio dos frutos neste trabalho são considerados pequenos para o camapu segundo a ICONTEC - Normas Técnicas Colombianas NTC 4580 (1999). A dissensão no tamanho aqui encontrada em relação aos outros estudos pode estar associada às influências climáticas e a constituição genética da população, pois o camapu ainda é considerada uma planta rústica (Lorenzi e Matos 2002; Stešević e Bujanja 2017). Frutos de tamanho pequenos

tendem a atingir menor valor comercial, mas geralmente isso não afeta a qualidade comestível, como observado por Shirahige *et al.* (2010) em tomates.

Houve uma relação positiva para as plantas que receberam adubação orgânica (T3) e interação orgânica e química (T4) entre as variáveis massa dos frutos com e sem cálice, visto que essas adubações que apresentaram melhores médias de massa média tanto para frutos com cálice sem o cálice, essa relação positiva também pode ser observada para os diâmetros e massa dos frutos dos tratamentos T3 e T4, o aumento dos diâmetros longitudinal e transversal foi proporcional ao ganho de massa pelos frutos, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a variável densidade.

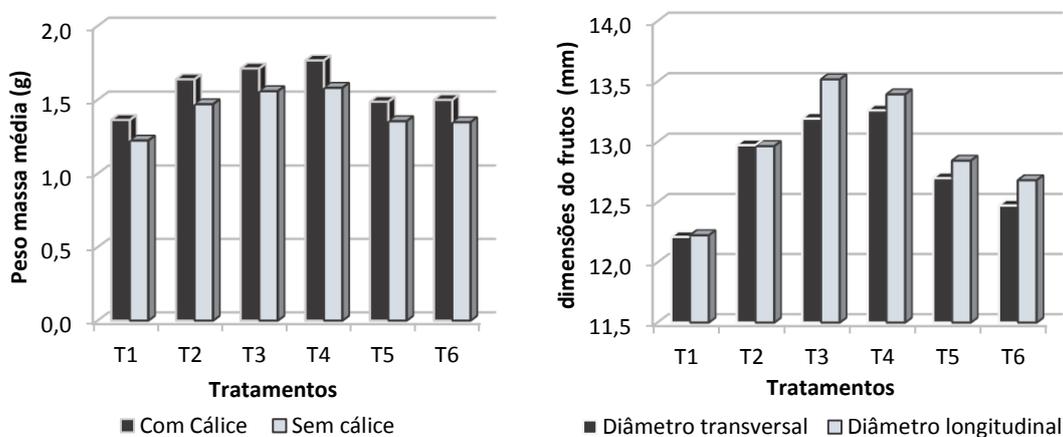


Figura 1. Massa média dos frutos do camapu cultivada com diferentes adubações. Manaus, Amazonas 2018

Tabela 2. Massa média com cálice (MCC), e sem cálice (MSC), diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL) e densidade (DS) dos frutos do camapu em função das adubações. Manaus - Amazonas 2018

Trat.	MCC(g)	MSC (g)	DT (mm)	DL (mm)	DS (g cm <sup>-3</sup> )
T1	1,36 ± 0,38 <sup>b</sup>	1,23 ± 0,35 <sup>c</sup>	12,21 ± 1,37 <sup>c</sup>	12,23 ± 1,47 <sup>d</sup>	0,72 ± 0,12 <sup>a</sup>
T2	1,64 ± 0,49 <sup>a</sup>	1,47 ± 0,45 <sup>ab</sup>	12,97 ± 1,38 <sup>ab</sup>	12,97 ± 1,50 <sup>bc</sup>	0,65 ± 0,08 <sup>a</sup>
T3	1,71 ± 0,55 <sup>a</sup>	1,56 ± 0,50 <sup>a</sup>	13,19 ± 1,80 <sup>ab</sup>	13,52 ± 1,63 <sup>a</sup>	0,72 ± 0,11 <sup>a</sup>
T4	1,77 ± 0,41 <sup>a</sup>	1,58 ± 0,39 <sup>a</sup>	13,26 ± 1,63 <sup>a</sup>	13,39 ± 1,28 <sup>ab</sup>	0,69 ± 0,12 <sup>a</sup>
T5	1,49 ± 0,40 <sup>b</sup>	1,36 ± 0,37 <sup>b</sup>	12,70 ± 1,21 <sup>c</sup>	12,85 ± 1,28 <sup>c</sup>	0,65 ± 0,08 <sup>a</sup>
T6	1,50 ± 0,43 <sup>b</sup>	1,35 ± 0,40 <sup>bc</sup>	12,47 ± 1,64 <sup>bc</sup>	12,68 ± 1,67 <sup>cd</sup>	0,73 ± 0,22 <sup>a</sup>
CV%	26,19	26,90	11,69	10,91	18,20

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

Na caracterização físico-química dos frutos (Tabela 3) os teores de sólidos solúveis encontrados foram superiores ao valor encontrado no tomate submetido ao método de cultivo com alto conteúdo de sólidos solúvel usando o sistema raiz dividida verticalmente (Hayashi *et al.* 2014) (9,6 °Brix). Os valores encontrados para a ATT e pH deste trabalho citados na Tabela 3, foram próximos aos valores encontrado em *P. peruviana* por Rodrigues *et al.* (2014) 1,57 e

3,46, sendo a ATT dele superior e pH inferior, neste caso os frutos da *P. angulata* deste trabalho foram menos ácidos. Segundo Araújo *et al.* (2009) estes parâmetros são comumente utilizados como indicativo da qualidade do fruto, refletindo no estágio de maturação dele, suas concentrações e composições componentes indispensáveis ao sabor do fruto.

Tabela 3. Influências das aduções nas características físico-químicas dos frutos camapu. Manaus - Amazonas 2018

Determinação	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV%
TSS (°Brix)	10,83 ± 0,06 <sup>ab</sup>	11,60 ± 0,10 <sup>a</sup>	11,23 ± 0,81 <sup>ab</sup>	11,00 ± 0,44 <sup>ab</sup>	10,47 ± 0,06 <sup>b</sup>	10,57 ± 0,23 <sup>ab</sup>	3,58
ATT (%)	0,66 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,71 ± 0,41 <sup>ab</sup>	0,76 ± 5,56 <sup>ab</sup>	0,77 ± 4,89 <sup>ab</sup>	0,79 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,29 <sup>ab</sup>	6,33
pH	5,11 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,18 ± 5,03 <sup>a</sup>	5,17 ± 8,54 <sup>a</sup>	5,17 ± 8,66 <sup>a</sup>	5,12 ± 10,02 <sup>a</sup>	5,03 ± 23,86 <sup>a</sup>	2,36
Cinzas (%)	1,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,14 <sup>b</sup>	0,85 ± 0,15 <sup>ab</sup>	1,00 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,03 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,08 <sup>ab</sup>	12,12
Umidade (%)	84,36 ± 1,21 <sup>a</sup>	84,10 ± 0,75 <sup>a</sup>	84,86 ± 0,54 <sup>a</sup>	83,44 ± 0,37 <sup>a</sup>	84,07 ± 0,73 <sup>a</sup>	83,78 ± 0,56 <sup>a</sup>	0,88
Lipídios (%)	0,48 ± 0,51 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,74 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,98 ± 1,26 <sup>a</sup>	0,54 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,21 <sup>a</sup>	27,62
Proteína Bruta (%)	2,99 ± 0,61 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,72 <sup>a</sup>	3,46 ± 1,00 <sup>a</sup>	3,99 ± 0,92 <sup>a</sup>	4,10 ± 1,02 <sup>a</sup>	4,79 ± 1,30 <sup>a</sup>	25,18
Carboidratos (%)	11,15 ± 0,96 <sup>a</sup>	10,89 ± 1,28 <sup>a</sup>	10,09 ± 1,39 <sup>a</sup>	10,58 ± 1,32 <sup>a</sup>	10,26 ± 1,42 <sup>a</sup>	9,94 ± 0,76 <sup>a</sup>	11,58
VCT(kcal g <sup>-1</sup> )	60,87 ± 3,91 <sup>a</sup>	65,19 ± 3,09 <sup>a</sup>	60,83 ± 2,05 <sup>a</sup>	67,13 ± 6,29 <sup>a</sup>	62,30 ± 3,52 <sup>a</sup>	64,44 ± 2,11 <sup>a</sup>	5,95

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si teste Tukey (p<0,05)

Teor de sólido solúveis (TSS), acidez titulável total (ATT), valor calórico total (VCT)

Os valores de cinzas foram superiores ao valor médio encontrado no tomate de mesa analisada por Ferreira *et al.* 2010 (0,43%), e inferiores em relação aos encontrados por Moura (2016) 5,42% trabalhando com frutos de *P. peruviana* produzidos sob cobertura plástica. Para os valores de umidade encontrados (Tabela 3), Oliveira (2011) encontrou valor superior em frutos de *P. angulata* (90,98%). Os maiores valores para lipídios encontrados no T4 (0,98%) e proteínas T6 (4,79) foram próximos aos encontrados por Flores (2017) que trabalhou com a *P. peruviana* (lipídios 0,99%; proteínas 5,37%) quanto aos carboidratos (10,92%) os valores do T1 (Tabela 3) foram superiores, já o valor calórico total T4 (67,13 kcal) foi superior ao encontrado por Rufato (2008) (49 kcal g<sup>-1</sup>). As adubações tiveram influências significativas (p<0,05) apenas para os teores de °Brix, Cinzas, ATT respectivamente, os tratamentos T2 e T5 forneceram as maiores as maiores médias.

A matiz da cor refletida é outro parâmetro crítico de qualidade e a sua determinação é muito útil para correlacionar com a concentração de pigmentos nos frutos (Chim 2008). Ao localizarmos a cor dos frutos do camapu no diagrama (+a\*; +b\*), verificamos que os tratamentos apresentaram média geral (Tabela 4) de ângulo °hue 80,37 valores positivos próximos a 90° que corresponde à faixa de tonalidade amarela (Mattiu; Durigan 2001),

também indicando a tonalidade alaranjada. Segundo o ICONTEC (1999), para que frutos de *Physalis* sp. sejam comercializados, a sua cor deve variar do amarelado ao laranja intenso,

Essas tonalidades dos frutos do camapu tem relação com os teores de carotenoides presentes nos frutos, a luteína carotenoide macular é a responsável pela pigmentação amarela, é um potente antioxidante que previne danos causados por radicais livres nos tecidos (Stringheta *et al.* 2006), dos principais benefícios associados à luteína, além das evidências na redução do risco de desenvolvimento da DMRI (degeneração macular relacionada à idade), destacam-se os efeitos benéficos na proteção contra a aterosclerose, a catarata, o câncer e outras doenças (Alves-Rodrigo *et al.* 2004; Amar *et al.* 2004; Krinsky *et al.* 2005). Já a tonalidade laranja tem como responsável o licopeno carotenoide com importante função fisiológica (Shami e Moreira 2004), ambos luteína e licopeno não possuem função provitamina A, mas são capaz de dissipar a energia dos radicais livres e sequestrar o oxigênio singlete o que os tornam potentes antioxidantes (Moritz and Tramonte 2006).

Tabela 4. Cor da epiderme dos frutos do camapu cultivados com diferentes adubações. Manaus - Amazonas 2018

Atributos da Cor	Média
L* (luminosidade)	51,96 ± 7,42
a* (croma verde - vermelho)	5,27 ± 2,19
b* (croma amarelo - azul)	25,86 ± 28
°hue (ângulo de cor)	80,57 ± 3,34

Tabela 5. Influências das aduções nos teores de minerais dos frutos do camapu. Manaus - Amazonas 2018

Tratamento	Ca(mg)*	Mg(mg)*	K(mg)*	Na(mg)*	Mn(mg)*	Cu(mg)*	Zn(mg)*	Fe(mg)*
T1	7,12 ± 0,03 <sup>b</sup>	90,64 ± 0,98 <sup>abc</sup>	551,73 ± 0,81 <sup>b</sup>	tr	0,10 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,00	0,28 ± 0,01 <sup>ab</sup>	1,23 ± 0,01 <sup>c</sup>
T2	6,63 ± 0,04 <sup>c</sup>	87,85 ± 3,03 <sup>c</sup>	561,50 ± 0,71 <sup>a</sup>	tr	0,16 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,00	0,23 ± 0,01 <sup>bc</sup>	1,27 ± 0,01 <sup>ab</sup>
T3	7,17 ± 0,02 <sup>b</sup>	87,40 ± 1,75 <sup>c</sup>	521,21 ± 1,54 <sup>d</sup>	tr	0,15 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,00	0,19 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,34 ± 0,03 <sup>ab</sup>
T4	8,20 ± 0,03 <sup>a</sup>	95,67 ± 0,13 <sup>ab</sup>	516,50 ± 2,12 <sup>d</sup>	tr	0,15 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,00	0,29 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,42 ± 0,02 <sup>a</sup>
T5	8,28 ± 0,03 <sup>a</sup>	96,76 ± 0,43 <sup>a</sup>	542,15 ± 2,62 <sup>c</sup>	tr	0,16 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,00	0,29 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,34 ± 0,03 <sup>ab</sup>
T6	7,17 ± 0,02 <sup>b</sup>	89,35 ± 1,73 <sup>bc</sup>	564,99 ± 1,57 <sup>a</sup>	tr	0,13 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,00	0,27 ± 0,01 <sup>ab</sup>	1,36 ± 0,03 <sup>ab</sup>
CV%	0,39	1,81	0,31	0,00	12,47	0,00	5,14	1,76

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si Tukey (p<0,05)

\*Concentrações de elementos (macro e micro) minerais nas amostras em mg 100g<sup>-1</sup>

tr - Teores em concentrações menores que 1mg kg<sup>-1</sup>

Quanto aos teores de minerais apresentados na Tabela 5, as adubações testadas apresentaram influência significativa (p<0,05) para teores minerais dos frutos, com exceção do Mn que não sofreu influência das adubações utilizadas já Na e Cu não foram testados pois não apresentaram teores de relevância. Os teores de potássio encontrados foram superiores em

relação aos outros macronutrientes Mg, K, Ca, e os micronutrientes Fe e Zn, foram superiores aos encontrados por Rodrigues *et al.* (2014) que analisou os frutos de *Physalis peruviana* L., Brighenti (2011) encontrou no conteúdo de 100 g de fruto de *P. peruviana* valores de Potássio (mg) 320,00; Cálcio (mg) 8,00; Fósforo (mg) 55,00; Ferro (mg) 1,20 estes valores são inferiores quando comparados as médias da Tabela 5. Trabalhando com Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) Mara *et al.* 2006 encontrou para Cálcio 13,68; Ferro 1,98; Magnésio 17,49; Potássio 359,75; Zinco 0,36, com exceção do Zn os valores do cubiu foram superiores aos encontrados neste trabalho, esse resultado pode estar relacionado ao fato do cubiu ser uma planta rústica assim como o camapu.

Estes elevados teores de mineira encontrados podem estar relacionados com o fato da *P. angulata* ser consideradas invasora (Stešević e Bubanja 2017), devido sua rusticidade e adaptabilidade ao solo da região amazônica (Fischer 2000) consegue captar macronutrientes com eficiência, pois geralmente plantas não domesticadas apresentam teores minerais que são significativamente maiores do que em plantas domesticadas (Booth *et al.* 1992; Guerrero *et al.* 1998; Sundriyal, 2004; Leterne *et al.* 2006; Flyman e Afolayan, 2006; Odhav *et al.* 2007). Cu, Mn e Na, apareceram em baixas concentrações resultado considerado adequado para frutos direcionados ao consumo humano.

## CONCLUSÃO

Os resultados aqui apresentados demonstram que a adubação que forneceu melhores respostas para os compostos nutricionais e minerais foi fonte orgânica 40 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido, e a fonte orgânica 20 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco de aves curtido e as interações entre adubação química e orgânica 20 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco de aves curtido e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 260 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O promoveram frutos maiores e mais pesados. Espera-se que estas informações venham a contribuir para a inserção e valorização da espécie na agricultura brasileira e sirvam de subsídios básicos para pesquisas relacionadas com a cultura do gênero *Physalis* e da espécie *Physalis angulata*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ao Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Zona Leste (IFAM - CMZL), Laboratório Temático de Solos e Plantas do (INPA), ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido PPG-ATU, a FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do

Estado do Amazonas) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

#### BIBLIOGRAFIAS CITADAS

Alves-Rodrigues, A.; Shao, A. 2004. The science behind lutein. *Toxicol. Lett.*, 150:57-83.

Aman, R. *et al.* 2005. Isolation of carotenoids from plant materials and dietary supplements by high-speed counter-current chromatography. *J. Chromatogr.*, 074:99-105.

Araújo, E.R. *et al.* 2009. *Caracterização físico-química de frutos de biri-biri (Averrhoa bilimbi L.)*. Biotemas, 22:(4)225-230. (<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925>). Acesso em: 02/06/ 2018.

Barreiros, L. B. S.; David, J. M.; David, J. P. 2006. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. *Química Nova*, São Paulo, 29:1.

Booth, S. *et al.* 1992. Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1):25-34.

Boletim Técnico IAC, 215; *et al.* 2015. *Calagem e adubação do tomate de mesa*. Campinas: Instituto Agrônomo, online. (Série Tecnologia Apta.), 35 p.

Braga, M. E. D.; Gasparetto, C. A. 1997. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas: estudo da orientação de laranjas imersas em água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, 1:103-107.

Brighenti, A. M.; Oliveira, M. F. 2011. Biologia de plantas daninhas. In: Oliveira Jr, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. (Eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 1-36 p.

Campos, F.M.; Martino, H.S.D.; Sabarense, C.M.; Pinheiro-Sant'Ana, H.M. 2008. Estabilidade de compostos antioxidantes em Hortaliças processadas: uma revisão. *Alimento e Nutrição*, 19(4):481-490.

Chim, J.F. *Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubus sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geleia convencional e light*. 2008. 86f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Costa, N. P.; Luz, T. L. B.; Bruno, R. L. A. 2004. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) colhidos em quatro estádios de maturação. *Bioscience Journal (Uberlândia)*, 20:(2)65-71.

- Flyman, M. V.; Afolayan, A. J. 2006. The suitability of wild vegetables for alleviating human dietary deficiencies. *South African Journal of Botany*, 72(4):492-497.
- Ferreira, D. F. 2000. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 66p.
- Ferreira, S.M.R.; Freitas, R.J.S. De; Karkle, E.N.L.; Quadros, D.A. De; Tullio, L.T.; Lima, J.J. De. 2010. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 224–230.
- Fischer, G. *Crecimiento y desarrollo*. In Florez, V.J.; Fischer, G.; Sora, A. 2000. Producción, poscosecha y exportación de la Uchuva *Physalis peruviana* L. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 9-26 p.
- Flores, E.; Santos, K; Malcher, E. 2017. Caracterização química e atividade antioxidante (in vitro) do fruto do camapú (*Physalis peruviana*, L.). *Revista Ciência e Sociedade*, n. 2.
- Galvis, J.A.; Fischer, G.; Gordillo, M. 2005. Cosecha e poscosecha de la uchuva. In: *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva Physalis peruviana* L. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. 165-188 p.
- Guerrero, J. L. G. *et al.* Mineral nutrient composition of edible wild plants. 1998. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11:(4)322-328.
- Harborne, J. B.; Williams, C. A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, [S.l.], 55(6):481-504, (<http://dx.doi.org/10.1016/S0031-942200002351>). Acesso em: 03/07/ 2018.
- Hayashi, H.; Toyofuku, K.; Taguchi, T.; Ogawa, A. 2014. Cultivation Methods for Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with High Soluble Solids Content Using the Vertically Split Root System. *Environmental Control in Biology* 52: 123–129. (<https://doi.org/10.2525/ecb.52.123>). Acesso em 12/08/2018.
- Instituto Adolfo Lutz. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 1. ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 919p.
- ICONTEC (Instituto colombiano de normas técnicas y certificación). 1999. *Norma Técnica Colombiana Uchuva*. NTC 4580. Bogotá: 5p.
- Krinsky, N.I.; Jonhson, E.J. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Mol. Aspects Med.*, 26:459-516.
- Leterne, P. *et al.* 2006. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain Forest of Colombia. *Food Chemistry*, 95(4):644-652.
- Lorenzi, H. E.; Matos, F.J. De A. 2002. *Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 512 p.

- Malavolta, E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 638p.
- Mara, A.; Pires, B.; Silva, P.S.; Nardelli, P.M.; Gomes, J.C.; Of, P.; *et al.* . Caracterização e Processamento de Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) ( A ) ( B ) Ceres. : 309–316.
- Mcguire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Alexandria, 27:1254-1255.
- Mattiuz, E.J.; Durigan, J.F. 2001. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(2):277-281.
- Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. A. G. L.; Nascimento, R. J. 2009. Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, 44:(2)193-201.
- Moura, P. H. A. *et al.* 2016. Cobertura plástica e densidade de plantio na qualidade das frutas de *Physalis peruviana* L. *Rev. Ceres*, Viçosa, 63(3):334-339. (<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663030009>). Acesso em: 03/07/ 2018.
- OAC International. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC *International*. 20ed. Gaithersburg, MD, USA.
- Odhav, B. *et al.* 2007. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(5):430-435. (<http://www.sciencedirect.com>). Acesso em: 03/07/ 2018.
- Oliveira, J.A.R.; Martins, L.H.S.; Vasconcelos, A.M.; Pena, R.S.; Carvalho, A.V. 2011. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de Camapu (*Physalis angulata* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Industrial*, 5(2):573-583.
- Rodrigues, F. A. *et al.* 2014. Caracterização física, química e físico-química de *Physalis* cultivada em casa de vegetação. *Ciência Rural*, Santa Maria, 44(8):1411-1414. (<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130743>). Acesso em 14/07/2018.
- Rufato, L.; Rufato, A. R.; Schelemper, C.; Lima, C. S. M.; Kretzschmar, A. A. A. 2008. *Aspectos técnicos da cultura da Physalis*. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel. 100p.
- Sbrussi, C. A. G.; Zucareli, C.; Prando, A. M.; Silva, B. V. A. B. 2014. Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. *Revista Ciência Agrônômica (UFC. Online)*, 45:543-549.
- Shirahige, F.H.; Melo, A. M. T. De; Purquerio, L.F.V.; Carvalho, C.R.L.; Melo, P.C.T.De. 2010. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira*, 28(3):292-298.
- Shami, N.J.I.E.; Moreira, E.A.M. 2004. Lycopene as an antioxidant agent. *Revista de Nutrição* 17: 227–236.

Stringheta, P. C.; Nachtigall, A. M.; Oliveira, T. T.; Ramos, Afonso Mota; Santana, Helena Maria Pinheiro; Gonçalves, M. P. J. C. 2006. Luteína: Propriedades Antioxidantes e Benefícios à Saúde. *Alimentos E Nutrição*, 17:229–238.

Silva *et al.* 2013. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. *Rev. Ceres*, Viçosa, 60(6):826-832.

Sundriyal, M.; Sundriyal, R. C. 2004. Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Nutritive values of selected species. *Economic Botany*, 58(2):286-299.

Vega, N. 2008. *Normas internacionales de la exportación de uchuvas desde el Puerto de Santa Marta (Tese) Escuela de Negocios y Ciencias empresariales: Universidad Sergio Arboleda.* 62p. (<https://pt.scribd.com/document/105932662/normas-internacionales-exportacion>). Acesso em 15/07/2018.

### **CAPÍTULO 3**

Ajuricaba, A. A. L. Conservação pós-colheita, caracterização nutricional, físico-químicas, sensorial e vida de prateleira dos frutos do camapu *in natura* e desidratados. Manuscrito formatado para *Acta Amazônica*

## **CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA, CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAL E VIDA DE PRATELEIRA DOS FRUTOS DO CAMAPU *in natura* E DESIDRATADOS.**

**RESUMO:** Os frutos do camapu estão se difundindo aos poucos no mercado nacional e internacional, principalmente por seu sabor e suas características medicinais, apesar disso seu consumo ainda é mínimo em decorrência da produção que é limitada devido aos desconhecimentos das práticas de manejo da colheita como o cuidado no transporte e na armazenagem. O objetivo desse trabalho foi a caracterizar os produtos (frutos *in natura* embalados a vácuo e desidratados em estufa e por liofilização) em relação aos parâmetros nutricionais, físico-químicos e sensoriais e avaliar métodos de conservação pós-colheita durante 150 dias de armazenamento. As amostras foram mantidas sob refrigeração, ao longo de 150 dias passaram por análises físico-químicas e da cor refletida a cada 30 dias. A análise sensorial foi realizada utilizando questionário com escala hedônica adaptada. Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6. As embalagens em atmosfera modificada promoveram efetiva conservação dos frutos *in natura* até o quarto mês, os dois processos de secagem demonstraram concentração compostos nutricionais e estabilidade parâmetros durante o armazenamento, a liofilização foi método mais eficiente e obteve maior índice de aceitabilidade, porém não houve diferença estatística entre os dois métodos quanto a este índice o que não descarta a efetividade da desidratação em estufa como método viável a comercialização.

**Palavras-chave:** Compostos, embalagens, liofilização, desidratação, temperatura

**ABSTRACT:** The fruits of camapu are gradually becoming widespread in the national and international market, mainly because of its flavor and its medicines characteristics, although its consumption is still minimal due to the production that is limited due to the lack of knowledge of the management practices of the harvest such as the care transport and storage. The objective of this work was to characterize the products (fresh fruits packed in vacuum and desiccated in greenhouse and by freeze drying) in relation to the nutritional, physical-chemical and sensorial parameters and to evaluate post-harvest conservation methods during 150 days of storage. The samples were kept under refrigeration, for 150 days passed by physical-chemical analysis and the color reflected every 30 days. Sensory analysis was performed using a questionnaire with adapted hedonic scale. The results were submitted to analysis of the variance and the means

were compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ) in the computer program System for Analysis of Variance - SISVAR 5.6. The modified atmosphere packages promoted effective preservation of the fruits *in nature* until the fourth month, the two drying processes showed concentration nutritional compounds and stability parameters during the storage, lyophilization was more efficient method and obtained a higher index of acceptability, but there was no difference statistic between the two methods in this index, which does not rule out the effectiveness of greenhouse dehydration as a viable method of commercialization.

**Keywords:** Compounds, packaging, freeze-drying, dehydration, temperature

## INTRODUÇÃO

O camapu (*Physalis angulata* L.) é encontrado em todo o Brasil, é popularmente conhecido como camapu, balãozinho, juá-de-capote, bucho-de-rã, camambu, mata-fome, bate-testa e balão-rajado (Muniz *et al.* 2011), os frutos desta espécie contêm, nutrientes essenciais, minerais, fibras, vitaminas e diversos compostos secundários de natureza fenólica, estes são considerados importantes em alimentos vegetais. O camapu possuem frutos de sabor adocicado e são ricos em nutrientes e vitaminas, por isso, tem potencial alimentar e possibilidades de aproveitamento tecnológico (Rufato *et al.* 2008).

Outra qualidade dos frutos desta espécie está relacionada com suas propriedades medicinais, pesquisas mostram atuação antibacteriana dos extratos etanólicos e aquosos do camapu, quando ensaiados frente as cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. (Tomassini *et al.* 2000; Osho *et al.* 2010), em outra pesquisa Kastelein e Camargo (1990) pesquisando os frutos desta planta encontraram a tripanossomatina, uma enzima oriunda de tripanossomídeos flagelados, o que contribui para a compreensão da biogênese do parasita e sua atuação.

Extratos do camapu testados frente a *Trypanosoma brucei rhodesiense* (doença do sono), por um grupo de pesquisadores suíços e africanos, apresentaram valores de IC (Rao 1984) abaixo de  $1 \text{ mg mL}^{-1}$  mostrando assim um índice de seletividade superior a produtos farmacêuticos aplicados como tripanossomicidas (Freibughauss *et al.* 1996). Meira *et al.* (2015) demonstrou atividade antiparasitária forte nos extratos etanólico concentrado de camapu (EEPA) seletiva e de amplo espectro contra o *T. cruzi*. Houve forte atividade *in vitro*, o EEPA reduziu a carga de parasitas interrompendo rapidamente o ciclo celular no hospedeiro obrigado.

Apesar de todas essas qualidades nutritivas e medicinais o consumo dos frutos da *P. angulata* ainda é restrito em decorrência da produção limitada devido ao desconhecimento das práticas de manejo da colheita, dos cuidados no transporte e armazenagem, outro empecilho à produção é o fato dos frutos de serem climatérios ou seja, após a colheita do fruto, ocorre elevação na taxa respiratória, devido à produção autocatalítica de etileno (Abdi *et al.* 1998) como consequência o processo de amadurecimento continua no pós-colheita.

Além disso os frutos do camapu são delicados por isso investimentos como armazenamento apropriado, embalagens e transporte são necessários, a fim de reduzir perdas e prolongar a vida-de-prateleira (Silva 2007). Estudar formas de armazenamentos e conservação dos frutos buscando prolongar sua vida útil é uma alternativa interessante, para resolução dessa questão do rápido amadurecimentos dos frutos do camapu, evitando desperdícios e incentivando a expansão da produção (Rufato 2008).

A refrigeração é uma dessas alternativas, pois diminui a taxa respiratória, perdas de água e retarda o amadurecimento (Medina 1984), no armazenamento sob refrigeração os frutos são resfriados pela remoção do seu calor (Chitarra & Chitarra, 2005). O êxito do armazenamento de frutos como os do camapu estão relacionados a três parâmetros fundamentais: temperatura, umidade relativa do ar e concentração de etileno (Galvis *et al.* 2005). Pela fragilidade que as pequenas frutas apresentam, a conservação pós-colheita é realizada preferencialmente em armazenamento refrigerado (Ferri 2000).

O uso de embalagens adequadas somada as corretas práticas de armazenamento têm por principal finalidade preservar ao máximo a qualidade do produto, principalmente quando este encontra-se *in natura*, criando condições que minimizem as alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas, visando aumentar seu período de vida útil (Oliveira; Oliveira 2004), embalagem sob atmosfera modificada atendem a esses requisitos, pois este método consiste em substituir a atmosfera que rodeia o produto no momento da embalagem por outra (um gás ou mistura otimizada de gases tais como: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> (Church *et al.* 1995), permitindo maior controle das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, evitando ou minimizando as principais degradações que ocorrem durante o período de armazenamento (Floros, 2005; Church, 1995).

Outra alternativa interessante é a desidratação, que já é por si só um método de conservação de alimentos e pode também ser somada boas práticas de armazenamento, prologando bastante a vida útil dos frutos, existem várias técnicas de desidratação de frutos, podem ser desidratados por secagem com ar quente, por sublimação (liofilização) e etc., é uma técnica bastante tradicional, povos da antiguidade já utilizavam a desidratação para preservação

de alimentos, pois a desidratação reduz a atividade da água dos alimentos, inibindo a disponibilidade como solvente em atividades químicas, bioquímicas e microbiológicas (Celestino, 2010).

Este processo preserva o valor nutricional do alimento, conferindo ao produto características sensoriais próprias (Garcia 2009). De acordo com Food Ingredients Brasil (2013) as tecnologias mais usuais empregadas na desidratação de alimentos são: desidratação por circulação de ar quente, desidratação a vácuo, desidratação por cilindro rotativo (drum drying), secagem por aspersão (spray drying) e liofilização (freeze drying).

Portanto o objetivo deste trabalho foi a caracterização físico-química e verificação do comportamento pós-colheita dos frutos do camapu *in natura* embalados a vácuo, desidratados em estufa de circulação de ar quente e liofilizados armazenados sob refrigeração em geladeira, com intuito de conhecer a vida útil e incentivar a expansão do consumo deste fruto tão especial.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram adquiridos a partir de cultivo realizado na unidade experimental de hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas– Campus Manaus Zona Leste (3.04°S 59.56°W e 3.08°S 59.93°W), o processamentos dos frutos e análises foram realizadas no Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (3.05°S 59°36' e 59°59'37"W).

Foram realizadas seleções com descartes dos frutos muito verdes e amassados, para a sanitização dos frutos procedeu a lavagem em água corrente e sanitização em solução clorada a 100 ppm, durante 15 min. Em seguida os frutos foram drenados, pesados e divididos em 3 tratamentos a amostra 1 frutos composta por frutos *in natura* para embalagem sob atmosfera modificada, amostra 2 processo de secagem em estufa de circulação de ar quente e amostra 3 destinado ao processo de secagem por liofilização, cada tratamentos foi trabalhado separadamente, para amostra 1 e 2 os frutos foram trabalhados na forma *in natura* e para a amostra 3 os frutos foram congelados a – 80 °C por três dias antes de seguir para câmara de liofilização.

Os frutos destinados aos dois métodos de secagem utilizados receberam um pré-tratamento que consistiu em perfurar a pele dos frutos (epicarpo) cada fruto recebeu quatro furos feitos uniformemente com o auxílio de uma agulha esterilizada, este pré-tratamento teve a finalidade de aumentar a permeabilidade da água agilizando o processo de secagem, visto que testes preliminares com frutos intactos resultaram em um maior tempo de secagem.

Os frutos da amostra 2 foram distribuídos em bandejas e levados para estufa de circulação de ar forçada (modelo 315 SE), após 24 horas retidos da estufa e mantidos em temperatura em dessecador para resfriamento. foram testadas três temperaturas (40 °C, 50 °C e 60 °C), para escolha das temperaturas testadas tomamos como base metodologia preconizada por Food Ingredients Brasil (2013). A melhor temperatura foi definida por avaliação sensorial seguindo metodologia de Stone e Sidel (1985). O ciclo de secagem foi determinado por curva de secagem seguindo metodologia de Celestino (2010), os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação  $RU = (U - U_e)/(U_o - U_e)$  predita pelo modelo matemático de Page ajustado (Ferreira *et al.* 2012).

Para a desidratação por liofilização os frutos foram levados ao congelamento a - 80 °C em Ultra-low Freezers (SANYO MDF-U52V -80°C Freezer) permanecendo nestas condições por 3 dias, em seguida os frutos congelados foram dispostos no interior da câmara de secagem do liofilizador ( VirTis 25L Genesis SQ SUPER XL - 70- SP Scientific) (Figura 14a). Após um período de 24 h os frutos foram retirados da câmara desidratados e com sua aparência original preservada

Foram feitas análises prévias das amostras para verificação do valor energético (com base nos valores de lipídios, proteínas e carboidratos fornecem 9, 4 e 4 kcal. g-1 respectivamente), carboidratos, proteínas, teores de umidade, lipídios e cinzas e teores de antioxidantes seguindo métodos ditado por AOAC (2016).

Para a análise de vida de prateleira, os frutos *in natura* foram acondicionados em embalagem de polietileno transparente denominado ‘Nylon Poli’, estas caracterizam-se pela alta barreira ao oxigênio e ao vapor d’água , o equipamento utilizado para a injeção dos gases e fechamento das embalagens foi uma “seladora a vácuo – Tec Mac AP 500”, para o desidratado em estufa a 60 °C e liofilizados foram utilizadas embalagens plásticas transparentes comuns seladas em seladora Isamaq modelo P300CT, todos ficaram armazenados em geladeira durante 150 dias em temperatura de 4 °C (Refrigeração) passando por análises físico-químicas a cada 30 dias, realizadas triplicatas. A vida útil dos frutos *in natura*, destratados em estufa e liofilizados em geladeira frutos foram avaliadas experimentalmente por meio das alterações de pH, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, cor e atividade de água ao longo dos 150 dias armazenamento.

A atividade água (AW) foi determinada através do aparelho Novasina StartLab - Aw, com a temperatura da câmara de medição ajustada em 25 °C e mantida constante até

estabilização, o teor de sólidos solúveis (TSS) foi medido em Refratômetro Portátil (Modelo ATgo N1, 0~93% °Brix), o potencial hidrogeniônico em pHmetro Digital Micronal modelo B474, a acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulação com NaOH (hidróxido de sódio a 0,1N, aferidas de acordo com AOAC (2016). A leitura da cor externa dos frutos *in natura* embalados a vácuo e desidratados foram realizadas em colorímetro HunterLab.

A tonalidade da cor externa dos frutos foi obtida por leituras feitas nas amostras em Colorímetro de HunterLab. Os parâmetros da cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , sendo,  $L^*$  o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100),  $a^*$  croma de vermelho a verde (-60 a +60),  $b^*$  croma de amarelo a azul (-60 a +60) e  $\Delta E$  que representa duas cores no espaço  $L^*, a^*, b^*$  e a distância entre elas. Os padrões utilizados foram os frutos do camapu *in natura*, desidratados em estufa a 60 °C e liofilizados, com parêlo calibrado para 25°C. A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo das tonalidades expresso em graus (°hue). O programa Excel para foi utilizado para realizar os cálculos seguindo metodologia de McGuire (1992).

Para a realização da avaliação sensorial foram recrutados 50 provadores não necessariamente treinados (Chaves 1981), para os testes de preferências e intenção de compras, foi usado o teste de aceitabilidade, os provadores responderam um formulário com escala hedônica de nove pontos (9-excelente, 1-péssimo), adaptada de Stone e Sidel (1985), o índice de aceitabilidade foi calculado conforme metodologia de Pedrero Pangbom (1997). O projeto de pesquisa foi previamente aprovado (Processo nº. Processo nº 2.144.701/2017 - INPA) pelo Comitê de Ética na Pesquisa em Seres Humanos segundo Conselho Nacional de Saúde – CEP/CONEP, Resolução CNS 196/1996 (Guilhem e Greco, 2008)

A escolha da amostra 2 (frutos desidratados em estufa) foi feita por meia da avaliação sensorial, as notas dos atributos avaliados nas temperaturas de frutos do camapu desidratado a 40, 50 e 60 °C encontra-se na Tabela 1, a análise estatística foi feita com o cálculo das médias das notas de cada atributo expresso, houve diferença estatística entre as médias ( $p < 0,05$ ) para sabor, textura, consumo e intensão de compra, a temperatura 60 °C obteve maiores índices de aceitabilidade em todos os atributos, portanto escolhida para análise de vida de prateleira. A segunda avaliação sensorial teve o propósito de verificar a preferências, intenção de compras e índice de aceitabilidade entre os dois produtos desidratados (em estufa a 60 °C e liofilizados).

Tabela 1. Índice de aceitabilidade dos frutos do camapu desidratação sob temperaturas de 60, 50 e 40 °C. Manaus - Amazonas 2018

Temperaturas	Geral	Sabor	Textura	Consumo	Compra	Favorito*
Componete	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
60°C	67,33 <sup>a</sup>	66,00 <sup>a</sup>	70,78 <sup>a</sup>	64,00 <sup>a</sup>	77,60 <sup>a</sup>	76,92
50°C	58,78 <sup>a</sup>	58,56 <sup>ab</sup>	63,89 <sup>ab</sup>	50,57 <sup>b</sup>	64,20 <sup>ab</sup>	15,38
40°C	58,78 <sup>a</sup>	52,11 <sup>b</sup>	59,00 <sup>b</sup>	45,86 <sup>b</sup>	60,00 <sup>b</sup>	7,69
CV%	41,76	45,40	38,25	50,95	43,47	

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$

\*Favorito na opinião dos provadores

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (5x3) 5 períodos de armazenamentos e 3 formas de conservação dos frutos. Todos os dados foram submetidos à análise da variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas no programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR 5.6 (Ferreira 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da composição centesimal dos frutos *in natura* selados vácuo (SV), desidratados a 60 °C e liofilizados podem ser observados na Tabela 2, podemos observar as diferenças entre as formas de conservação dos frutos, como esperado ambos os processos de desidratação resultaram no aumento das concentrações de cinzas, proteínas brutas, carboidrato e VCT (valor calórico total), esses aumentos de concentrações estão relacionados com a retirada de água, pois ocorre a concentração de nutrientes na massa restante, ou seja os compostos encontram-se em maior quantidade por unidades de massa nos produtos secos, do que produtos similares frescos (Matos 2005).

Houve também significativa redução de umidade mantendo-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação para produtos desidratados. A Resolução CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) nº 12 de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) caracteriza como fruta seca produtos com umidade inferior a 25,00% p/p, sendo esta uma medida protetiva ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (Brasil 1978).

Tabela 2. Composição centesimal frutos do camapu *in natura*, desidratado e liofilizado. Manaus - Amazonas 2018

Determinação	<i>in natura</i>	Desidratado	Liofilizada	CV%
Componentes (g 100 g <sup>-1</sup> )				
Umidade (%)	83,44 ± 0,37 <sup>a</sup>	13,5 ± 0,27 <sup>b</sup>	7,64 ± 0,24 <sup>c</sup>	0,86
Cinzas (%)	1,00 ± 0,13 <sup>b</sup>	4,7 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,24 ± 0,63 <sup>a</sup>	11,25
Lipídios (%)	0,98 ± 1,26 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>a</sup>	62,72
Proteína bruta (%)	3,99 ± 0,92 <sup>c</sup>	11,08 ± 0,7 <sup>a</sup>	9,37 ± 0,06 <sup>b</sup>	8,20
Carboidratos (%)	10,58 ± 1,32 <sup>c</sup>	69,86 ± 0,88 <sup>b</sup>	78,13 ± 0,87 <sup>a</sup>	1,99
VCT (kcalg <sup>-1</sup> )	67,13 ± 6,29 <sup>c</sup>	331,47 ± 1,24 <sup>b</sup>	355,61 ± 3,55 <sup>a</sup>	1,56

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$

Os teores de lipídios de todos os tratamentos foram inferiores a 3g 100g<sup>-1</sup>, valor estabelecido pela portaria N° 27 para alimentos sólidos com baixos teores de gorduras totais, as demais variáveis para foram superiores nos tratamentos desidratado e liofilizados, e inferiores para os frutos *in natura* embalados a vácuo quando comparados com os valores estabelecidos pela portaria N° 27 (Brasil 1998). Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias da composição de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos e VTC das três formas de conservação, somente os teores de lipídios não apresentaram diferenças.

No processo de secagem em estufa como é o caso da amostra 3 (desidratado a 60 °C) a determinação dos tempos de secagem são fundamentais para conservação, armazenamento, manutenção da qualidade e no processo de comercialização (Park *et al.* 2006), a desidratação, em geral, ocorre em temperaturas de 50 a 70°C e leva de 5 a 20 horas, dependendo do tamanho do pedaço ou do produto (Gava 2008). O tempo necessário para atingir a umidade de equilíbrio, para os frutos perfurados do camapu, foi de 24 horas, a 60° C (Figura 1). Podemos observar que a taxa de secagem diminui continuamente com a diminuição do teor de água ou com o aumento do tempo de secagem (Sacilik e Elicin 2006).

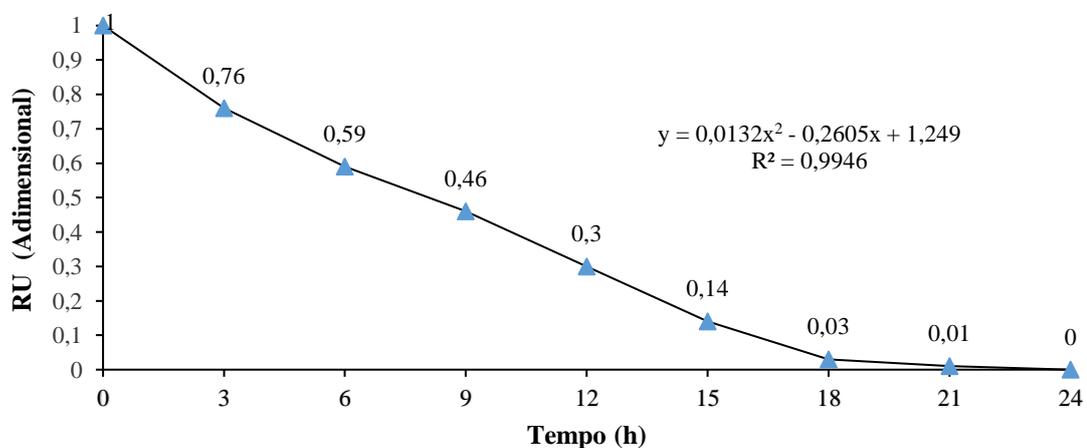


Figura 1. Curva de secagem, dos frutos perfurados do camapu, na temperatura de 60 °C, representada pela razão de umidade em função do tempo de desidratação, Manaus - Amazonas 2018

Na Tabela 3 podemos observar os resultados da composição centesimal ao longo de um período de armazenamento de 150 dias. Os valores dos parâmetros de composição centesimal apresentaram significativa variação ( $p < 0,05$ ) entre o tempo zero e 150 dias, estas alterações (Tabela 3) ocorrem pois os teores acidez, atividade de água podem aumentar, diminuir ou manter-se estáveis (Azeredo 2009), houve estabilidade apenas para o parâmetro pH da amostra liofilizada, o que pode estar relacionado com a eficácia deste método de conservação, pois frutos climatérios como o é o caso do camapu a uma tendência ao aumento do pH após a colheita por consequência da redução dos níveis de ácidos orgânicos (Galvis *et al.* 2005), manter os níveis de pH estáveis confere proteção ao produto, além de exercer efeito sinérgico aos teores de atividade de água (Azeredo; Brito 2004).

Para as amostras *in natura* houve pouca redução na atividade de água ao final de 150 dias, estes resultados podem estar relacionados com incremento da embalagem sob atmosfera modificada, pois frutos em condições de armazenamento tendem a desidratação ficando inviáveis para o consumo (Neves Filho 1991), a modificação da atmosfera ao redor dos frutos, proporciona uma microatmosfera, com umidade relativa maior que a externa, isso altera a taxa de transpiração e, conseqüentemente, reduz a perda de água (Chitarra & Chitarra 1990), a acidez titulava aumentou com maior velocidade a partir do quarto mês, os valores de pH reduziram em comparação as leituras do mês zero.

Os valores de acidez e pH das amostras desidratadas foram elevados, porém em termos de segurança alimentar os teores de atividade de água são considerados baixos, o que contribui para reduzir os riscos de desenvolvimento de microrganismo (Johnston e Lin 1987), o que reflete positivamente na desidratação com o método de conservação viável para a comercialização dos frutos do camapu.

Tabela 3. Efeito dos métodos de conservação nas características físico-químicas dos frutos do camapu *in natura* embalados a vácuo, desidratados a 60 °C armazenados por 150 dias.

Manaus - Amazonas 2018

Variável	Produtos	Tempo zero	1º Mês	2º Mês	3º Mês	4º Mês	5º Mês	CV%
ATT % NaOH	<i>In natura</i>	0,71 ± 0,71 <sup>bc</sup>	0,70 ± 0,70 <sup>bc</sup>	0,60 ± 0,60 <sup>c</sup>	0,86 ± 0,86 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,87 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,82 <sup>ab</sup>	5,87
	Liofilizado	4,48 ± 4,48 <sup>c</sup>	4,72 ± 4,72 <sup>abc</sup>	4,66 ± 4,66 <sup>bc</sup>	4,79 ± 4,79 <sup>ab</sup>	4,99 ± 4,99 <sup>a</sup>	5,00 ± 0,18 <sup>a</sup>	2,18
	Desidratado	5,55 ± 5,55 <sup>a</sup>	5,16 ± 5,16 <sup>bc</sup>	4,91 ± 4,91 <sup>cd</sup>	5,11 ± 5,11 <sup>bc</sup>	5,33 ± 5,33 <sup>ab</sup>	4,77 ± 0,02 <sup>d</sup>	2,08
Atividade de água (Aw)	<i>In natura</i>	0,96 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,94 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,95 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,95 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,95 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,35
	Liofilizado	0,32 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,30 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>b</sup>	2,45
	Desidratado	0,39 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,45 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>cd</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>b</sup>	1,32
pH	<i>In natura</i>	4,96 ± 0,06 <sup>ab</sup>	4,90 ± 0,06 <sup>bc</sup>	5,03 ± 0,06 <sup>a</sup>	4,68 ± 0,05 <sup>d</sup>	4,79 ± 0,02 <sup>cd</sup>	4,81 ± 0,04 <sup>cd</sup>	1,00
	Liofilizado	4,89 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,82 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,67 ± 0,55 <sup>a</sup>	5,13 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,09 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,58
	Desidratado	4,73 ± 0,05 <sup>c</sup>	4,87 ± 0,06 <sup>b</sup>	4,88 ± 0,04 <sup>b</sup>	4,99 ± 0,06 <sup>ab</sup>	5,03 ± 0,04 <sup>a</sup>	5,08 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,95

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$

Para os valores de sólidos solúveis da amostra *in natura* embalados a vácuo (Figura 2) a análise da correlação demonstrou que a medida que aumentou o tempo decorrido de vida prateleira a concentração de sólidos solúveis cresceu, os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, como açúcares, vitamina C, aminoácidos e algumas pectinas (Yamauchi; Watada, 1991) encontram-se dissolvidos no suco da polpa das frutas, e tendem a aumentar com o avanço da maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Chitarra 1990; Chitarra 2005), possui uma alta correlação positiva com o teor de açúcares por isso geralmente são aceitos como um padrão de qualidade (Tehrani *et al.* 2011).

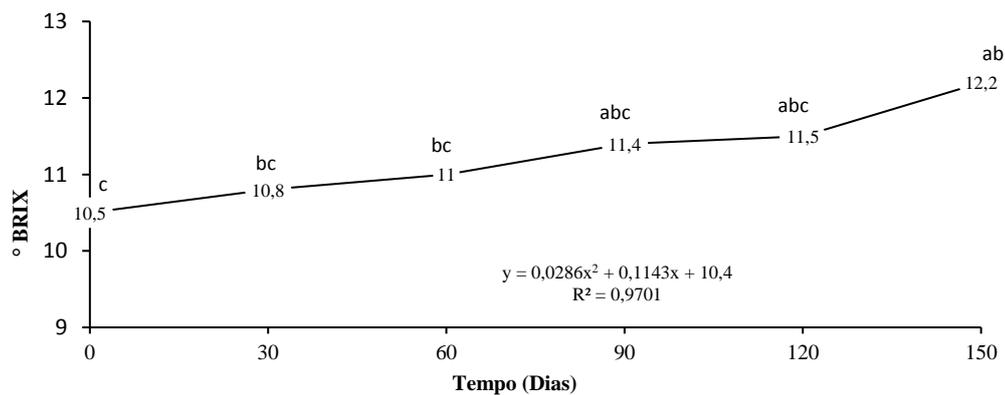


Figura 2. Efeito dos métodos de conservação na teores de sólidos solúveis dos frutos do camapu *in natura* embalados a vácuo armazenado por 150 dias. Manaus - Amazonas 2018  
\*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$

A matiz da cor refletida é outro parâmetro crítico de qualidade e a sua determinação é muito útil para correlacionar com a concentração de pigmentos nos frutos (Chim, 2008). No colorímetro são considerados parâmetros como luminosidade ou brilho, representado pela Luminosidade ( $L^*$ ) e a relação entre  $a^*/b^*$  no qual é obtido tanto o Ângulo Hue (Ângulo da Cor) como a cromaticidade (saturação ou intensidade da Cor) (Cocozza 2003). Na Figura 3 podemos observar a localização do ângulo das tonalidades ( $^{\circ}$ hue) no diagrama de acromaticidade nas coordenadas  $+a^*$  (Croma amarela) e  $+b^*$  (Croma vermelha) que é onde encontram-se as matizes iniciais e finais das amostras dos frutos camapu no espaço de cores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  durante os 150 dias de armazenamento.

Os valores iniciais e finais das amostras liofilizadas ficaram bem próximo a coordenada  $90^{\circ}$  na leitura inicial e final houve um pequeno acréscimo luminosidade e tonalidade ( $+b^*$ ) dessa forma os frutos mantiveram-se próximo ao eixo da cor amarela, a amostra *in natura* embalada a vácuo ficou próximo a coordenada  $90^{\circ}$  porém com um pequeno decréscimo da luminosidade e acréscimo da tonalidade ( $+a^*$ ) ao longo do período de armazenamento indicando matiz amarelo-alaranjado, a luteína carotenoide macular é a responsável pela

pigmentação amarela, é um potente antioxidante que previne danos causados por radicais livres nos tecidos (Stringheta *et al.* 2006) e a tonalidade laranja tem como responsável o licopeno carotenoide com importante função fisiológica (Shami e Moreira 2004).

As amostras desidratadas em estufa a 60 °C tiveram uma tendência a ser afastar da coordenada 90° houve acréscimo da intensidade de vermelho (+a\*) confirma matiz alaranjado-avermelhado coloração esperada devido ao tratamento térmico (Oliveira 2010), este acréscimo é resultado da diminuição da luminosidade, pode ser consequência da degradação e isomerização dos carotenoides pelo calor (Carvalho *et al.* 2006)

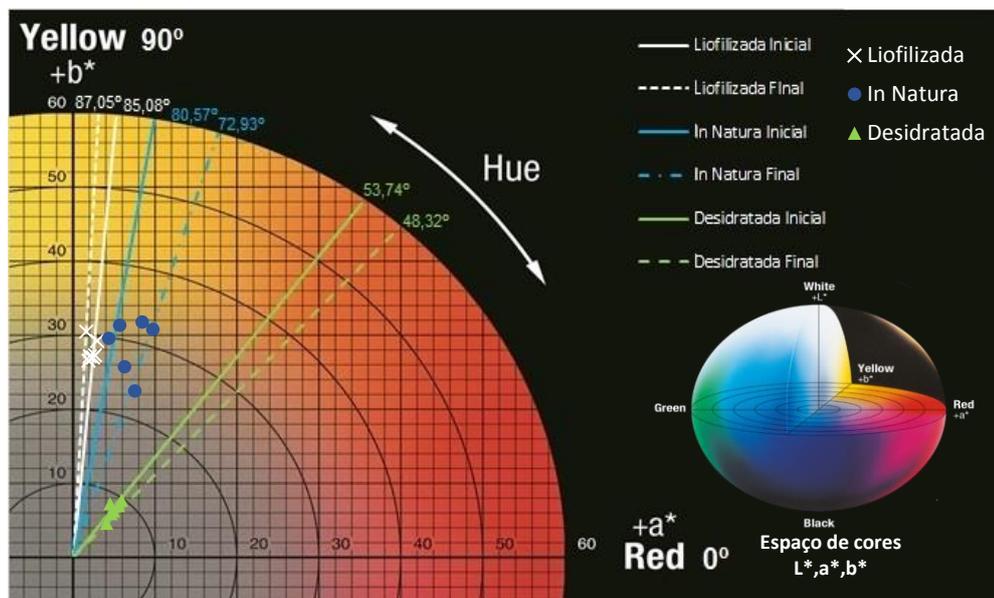


Figura 3. Localização das cores dos frutos de camapu *in natura*, liofilizados e desidratados na representação gráfica do diagrama de acromaticidade  $a^*$ ;  $b^*$  modelo CIE/Lab.

Fonte: CIE (1976)

Podemos observar também que houve pequenas variações ( $\Delta E$ ) em todas as amostras no diagrama entre as leituras iniciais e finais (Figura 3 e Tabela 4) no entanto somente foram significativas ( $p < 0,05$ ) as médias do  $\Delta E$  dos frutos *in natura* embalados a vácuo inicial de 3,8 e final de 12,52, esta variação pode estar relacionada ao escurecimento de acordo com Kluge *et al.* (2001), níveis demasiadamente baixos de  $O_2$  levam os frutos a respiração anaeróbica, resultando em formação de acetaldeído e etanol, modificando o sabor e escurecendo os tecidos dos frutos. O fato das médias do  $\Delta E$  das amostras desidratadas (em estufa a 60 °C e por liofilização) não serem significativas, mostra que as técnicas de secagem são vantajosas para manter a qualidade visual do fruto, trazendo, assim, benefícios para a comercialização.

Tabela 4. Efeito dos métodos de conservação na cor ao longo de 150 dias de armazenamento.  
Manaus - Amazonas 2018

Tempo (dias)	Liofilizado		<i>In natura</i>		<i>Desidratado</i>	
	L*	$\Delta E$	L*	$\Delta E$	L*	$\Delta E$
padrão	87,15 <sup>a</sup>	0,00	51,96 <sup>a</sup>	0,00	44,06 <sup>a</sup>	0,00
30	67,52 <sup>a</sup>	20,72 <sup>a</sup>	48,94 <sup>a</sup>	3,98 <sup>b</sup>	41,19 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>
60	73,94 <sup>a</sup>	13,22 <sup>a</sup>	50,97 <sup>a</sup>	0,81 <sup>c</sup>	41,24 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>
90	69,3 <sup>a</sup>	17,86 <sup>a</sup>	47,01 <sup>a</sup>	4,36 <sup>b</sup>	42,02 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>
120	65,24 <sup>a</sup>	21,90 <sup>a</sup>	49,68 <sup>a</sup>	4,25 <sup>b</sup>	42,17 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>
150	70,59 <sup>a</sup>	16,68 <sup>a</sup>	39,19 <sup>a</sup>	12,52 <sup>a</sup>	42,43 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). L\* = luminosidade;  $\Delta E$  = Distância entre duas cores no espaço Lab.

Quanto aos atributos sensoriais e aceitabilidade, dos frutos do camapu desidratados (em estufa 60 °C e liofilizados) podemos observar na Figura 4 que houve uma margem alta de indecisão 8% para a amostra liofilizada e 7% para a desidratada a 60 °C, esta última alcançou o mesmo valor percentual em gostei extremante e gostei moderadamente.

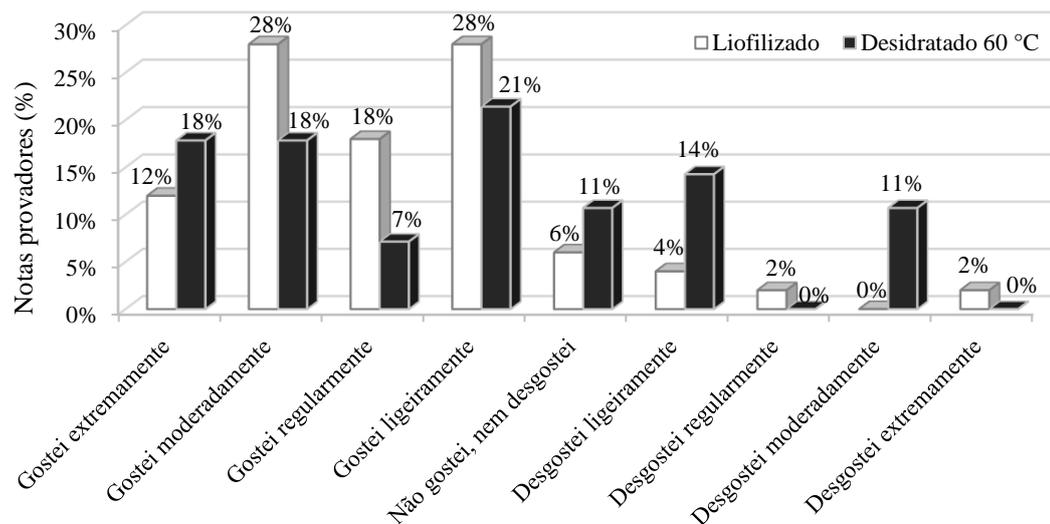


Figura 4. Frequência das respostas do teste da escala hedônica frutos desidratado em estufa a 60 °C e liofilizados

Foi feita a análise estatística (Tabela 3) com o cálculo das médias das notas de cada parâmetro e não houve diferença estatística entre as médias ( $p < 0,05$ ) de todos os atributos testados, no entanto a amostra liofilizada foi escolhida como favorita na opinião dos provadores, recebendo 68% dos votos contra apenas 32% do desidratado a 60 °C. As notas para os atributos relacionados aos aspectos gerais, sabor e textura tiveram uma pequena variação de 6,16 e 6,92, isto é, permaneceram em gostei regularmente. A amostra liofilizada também obteve maior índice de aceitabilidade (Figura 5) na opinião dos provadores.

Tabela 5. Média das notas do teste preferência dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizado. Manaus - Amazonas 2018

Amostras	Aspecto geral	Sabor	Textura	Favorito
<b>Liofilizado</b>	6,80a	6,60a	6,92a	68%
<b>Desidratado</b>	6,32a	6,30a	6,16a	32%
<b>CV%</b>	28,01	29,65	32,04	

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$

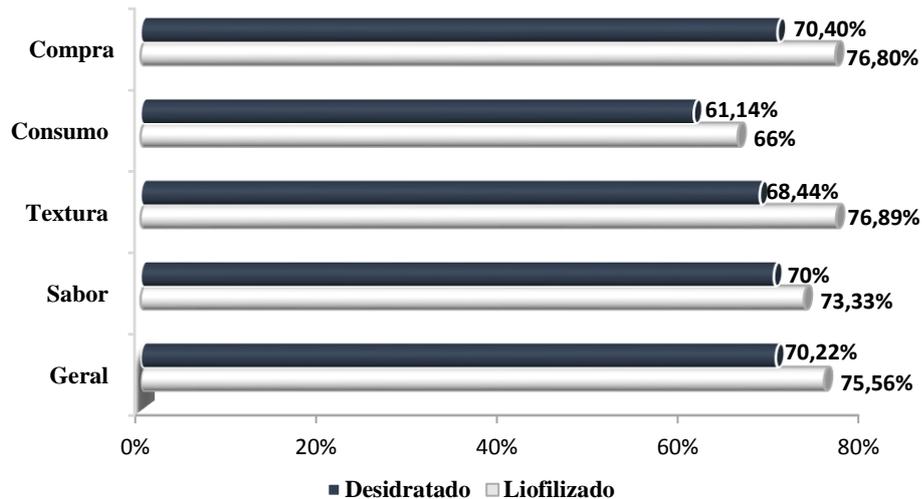


Figura 5. Índice de aceitabilidade dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizados. Manaus - Amazonas 2018

Quanto a intenção de compra os resultados encontram-se na Figura 6, pelo gráfico percebe-se que a maioria dos provadores certamente comprariam as amostras liofilizadas, esse resultado reflete alguns comentários dos provadores sobre a textura, a qual acharam a da amostra liofilizada mais agradável, porém não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para este parâmetro, portanto as duas formas de secagem são válidas para o comércio, sendo a desidratação em estufa um método mais barato, portanto mais acessível.

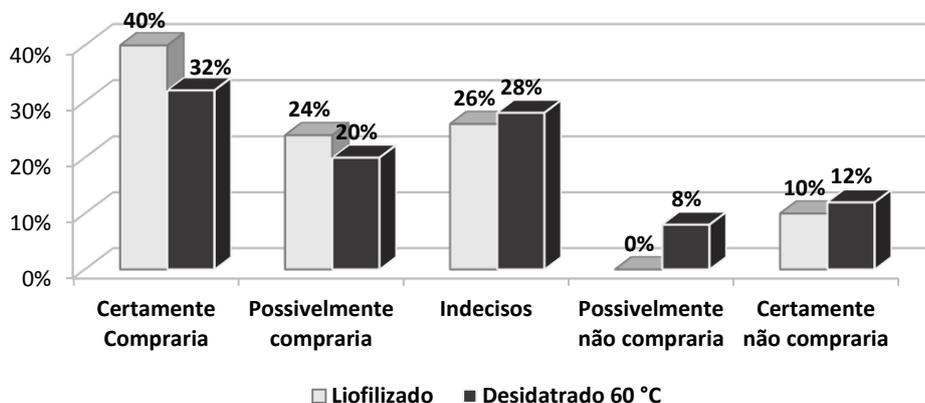


Figura 6. Intenção de compra dos frutos do camapu desidratado a 60 °C e liofilizados. Manaus - Amazonas 2018

## CONCLUSÃO

O uso da embalagem em atmosfera modificada promoveu a efetiva conservação dos frutos *in natura* até o quarto mês, dentre os processos de secagem testados o método da liofilização apresentou as melhores respostas para as características físico-químicas e conservação dos frutos ao final de 150 dias de armazenamento, obteve maior índice de aceitabilidade em comparação aos frutos desidratados em estufa a 60 °C, porém este resultado não foi significativo ( $p < 0,05$ ), assim sendo a desidratação em estufa além de ser um método de baixo custo também viável a comercialização. Espera-se que estas informações venham a contribuir para valorização da espécie e expansão do consumo deste fruto tão especial na alimentação brasileira e principalmente amazonense, e sirvam de subsídios básicos para pesquisas relacionadas com a cultura do gênero *Physalis* e da espécie *Physalis angulata*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LFQA – INPA), ao Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Zona Leste (IFAM - CMZL), Laboratório Temático de Solos e Plantas do (INPA), ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido PPG-ATU, a FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

## BIBLIOGRAFIAS CITADAS

- Abdi, N. *et al.* 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 14:29-39.
- Azeredo, H. M. C.; Brito, E. S. 2004. Tendências em Conservação de Alimentos. In: Azeredo, H. M. C. Fundamentos de Estabilidade de Alimentos. Fortaleza: *Embrapa Agroindústria Tropical*, (6):135-150.
- Azeredo, H.M.C. de. 2009. Nanocomposites for food packaging applications. *Food Research International* 42: 1240–1253.
- Brasil. Resolução CNNPA n. 12, de 1978. Normas Técnicas Especiais. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de julho de 1978. ([https://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12\\_78\\_frutas\\_secas.htm](https://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_frutas_secas.htm)). Acesso em 13/08/2018.
- Mionistério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria no 27 de 13 de janeiro de 1998: Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

Carvalho, G.B.De.; Machado, C.M.M.; Moretti, C.L.; Fonseca, M.E.de. 2006. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira*, (24):397-404.

Celestino, S.M.C. 2010. Princípios de Secagem de Alimentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 276, 49p.

Chaves, J. B. P. Avaliação Sensorial de Alimentos. 1981. *Imprensa Universitária*, U.F.V. Viçosa, MG

Chim, J.F. Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléia convencional e light. 2008. 86f. *Tese* (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. 1990. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEFE, p. 320.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. 2005. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. Lavras: UFLA, p. 786.

Church, I. J.; Parsons, A. L. 1995. Modified atmosphere packaging technology: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (67):143-152.

Cocozza, F. 2003. *Maturação e conservação de manga Tommy Atkins submetida a aplicação pós colheita de –metilciclopropeno*. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP. Campinas,198p.

Ferreira, D. F. 2000. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 66p.

Ferri, V.C. Controle da maturação e conservação de caqui (*Diospyrus kaki*), cultivar Fuyu. Pelotas, 2000, 103f. *Tese* (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Food Ingredients Brasil N° 26. 2013. (<http://www.revista-fi.com>). Acesso em: 08/06/2018.

Floros, J. D.; Matsos, K. I. *Introduction on modified atmosphere packaging*. In: HAN, J. H. *Innovations in food packaging*. 2005.

Freibughauss, F.; Kaminsky, R.; Nkunga, M. H.; Brun, R.; J. 1996. *Ethnopharmacol*, 55(1).

Garcia, L. P. *Liofilização aplicada a alimentos*. 2009. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 45p.

Gava, A. J. 2008. *Princípios de tecnologia de alimentos*. São Paulo: Nobel, 284 p.

Guilheme, D.; Greco, D. 2008. A Resolução CNS 196/1996 e o Sistema CEP/CONEP. *Ética em Pesquisa: Temas globais*. Brasília, p. 87.

Galvis, J.A.; Fischer, G.; Gordillo, M. 2005. Cosecha e poscosecha de la uchuva. In: *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva Physalis peruviana L.* Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.165-188.

Instituto Adolfo Lutz. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 1. ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 919p.

Johnston, M. R.; Lin, R. C. 1987. Fda views on the importance of water activity in good manufacturing practice. In: *Water Activity: Theory and Applications to Food*. Chicago: *Institute of Food Technologists*.

Kastelein, P.; Camargo, E. P.; Mem. Inst. 1990. *Oswaldo Cruz*, 85, 413.

Kluge, R.A. *et al.* *Distúrbios Fisiológicos em Frutos*. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58 p.

Matos, E. H. S. F. 2005. Sistema de Brasileiro de Respostas Técnicas. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, p 1-4.

Mcguire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Alexandria, 27:1254-1255.

Medina, P.V.L. 1984. 1984. Alguns aspectos da fisiologia pós-colheita e a qualidade dos produtos perecíveis. In: Congresso brasileiro de olericultura, 24., Jaboticabal, *Palestras*. Brasília: Embrapa/DDT, 150-158.

Muniz, J., Kretzschmar, A.A., Rufato, L., Pelizza, T.R., Marchi, T., Duarte, A.E., Lima, A.P.F. & Garanhan, F. 2011. Conduction systems for *Physalis* production in southern Brazil. *Rev. Bras. Frutic.* 33(3):830-838. (<http://dx.doi.org/10.1590/S010029452011005000083>). Acesso em 05/07/2018.

Neves Filho, L.C. 1991. *Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos*. Instituto Brasileiro de Frio e ABRAVA-SINDRATAR, São Paulo, 186p.

OAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20ed. Gaithersburg, MD, USA, 2016.

Osho, A.; Adetunji, T.; Fayemi, S.O.; Moronkola, D.O. 2010. Antimicrobial activity of essential oils of *Physalis angulata* L. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines* 7: 303–306.

Pedrero, A.L.; Pangborn, R.M. 1997. *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*. México: Alhambra, 346p.

Rao, T. C.; Lakshminarayana, G.; Prasad, N. B. L.; Rao, S. J. M.; Azumodin, G.; Ramayya, D. A.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1984, 61, 1472.

Rodriguez-Amaya, D.; Kimura, M. 2004. Harvest plus handbook for carotenoid analysis. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 58p

- Rufato, L.; Rufato, A. R.; Schelemper, C.; Lima, C. S. M.; Kretzschmar, A. A. A. 2008. *Aspectos técnicos da cultura da physalis*. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel. 100p.
- Meira, C. S.; Guimarães E. T.; Santos, E. T.; Moreira, D. R. M; Nogueira, R. C.; Tomassini T.C.B.; Ribeiro, T.C.B.; Souza, C. V. C.; Santos, R. R.; Soares, M.B.P. 2015. In vitro and in vivo antiparasitic activity of *Physalis angulata* L. concentrated ethanolic extract against *Trypanosoma cruzi*, *Phytomedicine*, 22(11):969-974. (<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.07.004>).
- Silva, P.R. Mercado e comercialização de pequenas frutas. 2007. In: Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas, 4, 2007, Vacaria/RS. *Resumos...* Vacaria. Embrapa uva e vinho, 45-48.
- Shami, N.J.I.E.; Moreira, E.A.M. 2004. Lycopene as an antioxidant agent. *Revista de Nutrição* 17: 227–236.
- Sacilik, K.; Elicin, A.K. 2006. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of Food Engineering*, 73:281-289.
- Stone, H.; Sidel, J. L. 1985. *Sensory Evaluation Practices*. London: Academic Press, 338p.
- Stringheta, P. C.; Nachtigall, A. M.; Oliveira, T. T.; Ramos, Afonso Mota; Santana, Helena Maria Pinheiro; Gonçalves, M. P. J. C. 2006. Luteína: Propriedades Antioxidantes e Benefícios à Saúde. *Alimentos E Nutrição*, 17:229–238.
- Oliveira, F. I. P. *Estudo do processo de produção de jambo desidratado sob aplicação de ultrassom*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Ceará. 91p.
- Oliveira, L.M.; Oliveira, P.A.P.L.V. 2004 Revisão: principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. *Brazil Journal of Food Technology*, 7(2):161-165.
- Park, K. J.; Antonio, G. C. 2006. Análises de MATERIAL Biológicos. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Disponível em ([http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise\\_matbiologico.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise_matbiologico.pdf)). Acesso/08/2018.
- Tehrani, M.; Chandran, S.; Sharif Hossain, A.B.M.; Nasrulhaq-Boyce, A. 2011. Postharvest physico-chemical and mechanical changes in jambu air (*Syzygiumaqueum alston*) fruits. *Australian Journal of Crop Science*, 5(32):38.
- Tomassini, T.C.B.; Barbi, N.S.; Ribeiro, I. M; Xavier, D. C. D. 2000. Gênero *Physalis*-Uma revisão sobre os vitaesteróides. *Qím. Nova*, 23:(1)21-23.
- Yamauchi, N.; Watada, A. E. 1991. Regulates chorophyll degradations in Spinach leaves during storage. *Journal American Society of Horticultural Science*, Alexandria, 116(1):58-62

Valderrama, P.; Marangoni, F.; Clemente, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). *Ciênc. Tecnol. Alim.*, Campinas, v.21, n. 3, p. 321-325, 2001.