

## COMPORTAMENTO DA MATURAÇÃO DE FRUTOS DE *Physalis angulata* SOB CULTIVO EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Joice Simone dos Santos<sup>1\*</sup>, Angela Maria Bento Alves<sup>2</sup>, Victor Emanuel de Souza Gomes<sup>3</sup>,  
Tiago Lima do Nascimento<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Docente, Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Ouricuri-PE. \*E-mail do autor correspondente: [joyce.simone@ifsertaope.edu.br](mailto:joyce.simone@ifsertaope.edu.br)

<sup>2</sup> Graduanda, Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Crateús-CE.

<sup>3</sup> Graduando, Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Crateús-CE.

<sup>4</sup> Doutor em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA.

Recebido: 21/01/2021; Aceito: 05/02/2022

**RESUMO:** *Physalis angulata*, é um a espécie cujo a parte aérea e os frutos, detém atributos de importância medicinal e com excelentes qualidades nutricionais. Para o máximo aproveitamento das propriedades nutracêuticas e aumentar a vida útil pós-colheita dos frutos, é necessário conhecer o ponto adequado de colheita. Este trabalho objetivou caracterizar físico-quimicamente os frutos de *Physalis angulata* em diferentes estádios de maturação, visando estabelecer o ponto adequado de colheita. Diariamente três plantas cultivada em sistema agroflorestal, foram acompanhadas quanto à antese da flor e todas as flores abertas no dia foram identificadas com etiquetas. Aos 40 dias após o início da etiquetagem, os frutos foram colhidos em onze estádios de maturação (EM), sendo 13, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31 e 32 dias após a antese (DAA). O delineamento foi em blocos casualizado, com onze tratamentos (EM), com três repetições. Para cada EM dez frutos por repetição foram analisados quanto a: massa de fruto com cálice e sem cálice; sólidos solúveis; taxa de retenção do fruto; e clorofila total (Cl), carotenoides totais (Ct) e razão Cl/Ct, no fruto e no cálice. Houve efeito significativo da época de colheita em todas as características avaliadas, evidenciando a mudança dessas características com a evolução da maturação. Nas condições do presente experimento, o ponto de colheita para *Physalis angulata* é dos 25 a 30 DAA, período em que os frutos apresentam elevada massa de fruto, maiores sólidos solúveis e reduzido teor de clorofila, características que definem melhor estágio de maturação para o consumo ou processamento. No entanto, deve-se ter atenção a partir dos 21 DAA, no qual podem ocorrer perdas por queda dos frutos.

**Palavras-chave:** Hortaliça não-convencional. Sistema agroflorestal. Maturação. Pós-colheita.

## BEHAVIOR OF MATURATION OF *Physalis angulata* FRUITS UNDER CULTIVATION IN AGROFORESTRY SYSTEM

**ABSTRACT:** *Physalis angulata*, is a species whose shoot and fruits hold attributes of medicinal importance and excellent nutritional qualities. For maximum use of nutraceutical properties and to increase the postharvest useful life of the fruits, it is necessary to know the most appropriate point of harvest. His work aimed to characterize physicochemical the fruits of

*Physalis angulata*, in different maturation stage, aiming to establish the appropriate point of harvest. Three plants, cultivated in an agroforestry system, were daily monitored for anthesis of the flower and all flowers opened on the day were identified with tags. At 40 days after the start of labeling, the fruits were harvested at eleven stages of maturation (EM), being 13, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31 and 32 days after anthesis (DAA). The design was in randomized blocks, with eleven treatments (ME), with three replications. For each EM ten fruits per repetition were analyzed regarding: fruit mass with calyx and without calyx; soluble solids; fruit retention rate; and total chlorophyll (Cl), total carotenoids (Ct) and Cl / Ct ratio, in the fruit and the calyx. There was a significant effect of the harvesting season on all evaluated characteristics, showing the change of these characteristics with the evolution of maturation. Under the conditions of the present experiment, the harvest point for *Physalis angulata* is from 25 to 30 DAA, a period in which the fruits present high fruit mass, higher soluble solids and reduced chlorophyll content, characteristics that define the best stage of maturation for consumption or processing. However, attention should be paid from 21 DAA, in which losses due to fruit drop may occur.

**Key words:** Non-conventional vegetable. Agroforestry system. Maturation. Postharvest.

## INTRODUÇÃO

A Fisális é uma fruta exótica pertencente à família das solanáceas, com crescente procura no país. Somente no ano de 2017 foram comercializados na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo 73,33 toneladas de frutos de *Physalis peruviana* (COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP, 2020), espécie mais comercializada para consumo no Brasil. Embora algumas espécies como a *P. angulata* seja considerada como erva daninha, por ser frequente nas lavouras (SANTIAGO, 2016), pode constituir uma excelente alternativa de produção em função do elevado valor nutracêutico do fruto.

É conhecida como camapú, mullaca ou juá-de-capote e os frutos apresentam desenvolvimento peculiar por permanecer dentro do cálice durante todo o período de desenvolvimento e maturação. Por ser uma espécie rustica, o camapú pode ser cultivada sem uso de maiores tecnologias, além de poder ser consumida *in natura*, e atender a demanda das indústrias farmacêuticas, e de cosméticos, sendo uma fonte alternativa de renda para a agricultura familiar (OLIVEIRA, 2018).

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) também conhecidos como Agrofloresta, é uma forma de uso da terra que combina a produção de culturas agrícolas e ou animais, com espécies florestais, simultaneamente ou em sequência, na mesma área (FRANCO *et al.*, 2015). Segundo esses mesmos autores, nesses sistemas, cada cultura ou espécie é plantada de acordo com seus requerimentos ecológicos, possibilitando desta forma, seu desenvolvimento normal, atendendo a necessidade de nutrientes, água, luz e espaço (altura, diâmetro e tipo de copa), sendo todas essas características cuidadosamente combinadas.

O cultivo de vegetais em Sistema de Agrofloresta é muito interessante para a agricultura familiar, pois visa conciliar vantagens econômicas, pelo aumento de produtividade e

diversidade de produtos, e a proteção ambiental, melhorando dessa forma a qualidade de vida dessas populações rurais. Nas áreas de cultivo de agricultores familiares ou quintais produtivos, na região de Crateús-CE é comum encontrar o camapú, crescendo de forma espontânea, o que faz desse vegetal, um dos elementos potenciais para compor os Sistemas Agroflorestal familiar. Esse sistema quando bem conduzido, pode aumentar a produtividade das culturas, melhorar a absorção de nutrientes pelas plantas, mas pode tornar o processo de maturação dos frutos mais tardio (GONZATTO, 2009). Isso se deve as interações ecológicas existente nos diferentes componentes do sistema, por isso faz-se necessário a realização de estudos que visem compreender o comportamento das plantas arranjadas em sistema agroflorestal, especialmente no caso das hortaliças, que possuem o ciclo curto, para estabelecer o momento mais adequado para a colheita dos frutos.

Neste sentido, conforme Chitarra e Chitarra (2005), as curvas de maturação possibilitam o estabelecimento do melhor e mais correto ponto de colheita, em que a maturação do fruto na planta é acompanhada por meio de medições físicas (tamanho, massa média, etc) e determinações químicas dos principais compostos, os quais, variam de acordo com a espécie. Segundo esses mesmos autores, em função da época e de acordo com a evolução que é apresentada, observa-se a concentração máxima ou mínima exigida para alguns componentes químicos, ou são realizadas relações entre eles, como indicativas do grau de maturidade. Assim, pode-se indicar, com precisão, a época ideal para a colheita do fruto.

Em *Physalis* spp. diversos métodos podem ser adotados para estabelecer a época mais adequada para a colheita dos frutos. No entanto, a coloração do cálice é a característica mais utilizada pelos produtores e comerciantes. Rufato *et al.* (2008) recomendam que a colheita dos frutos de *Physalis* spp., para o consumo humano, deve ocorrer quando o cálice apresenta coloração amarela, por se constituir uma opção para obtenção de frutos de melhor qualidade, e a colheita na época adequada pode prolongar a vida de prateleira do fruto (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Segundo Ávila *et al.* (2006) o cálice além de ser importante para determinar o ponto ideal de colheita, também pode aumentar a vida útil pós-colheita do fruto em até 2/3. Isso devido o mesmo proteger o fruto, sendo importante evitar o seu desprendimento (RUFATO *et al.*, 2008). Entretanto, a coloração do cálice por si só não permite o conhecimento das características físico-química dos frutos, o que pode resultar em colheitas equivocadas, com frutos de baixa qualidade, resultando em perdas ao produtor.

Considerando que o ambiente influencia muito no florescimento, que existe uma dificuldade na identificação do estágio de maturação ideal da *Fisális*, e que esta repercute diretamente no grau de conservação pós-colheita dos frutos, este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente os frutos de *Physalis angulata*, em diferentes estádios de maturação, visando estabelecer o ponto adequado de colheita dos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor Produtivo de Horticultura do IFCE campus Crateús-CE, de setembro a novembro de 2019, com uma temperatura média de  $33,7 \pm 2,0$  C° e

umidade relativa média do ar (UR) de  $54,5 \pm 1,8\%$ . Três plantas de *Physalis angulata*, crescidas naturalmente em sistema agroflorestal, foram acompanhadas diariamente quanto ao seu desenvolvimento e início da floração. O sistema Agroflorestal onde as plantas se desenvolveram consiste numa área de, aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, composto pelas seguintes espécies vegetais: Acerola, Ata, Graviola, limão, laranja, Ipê, Moringa, Tamarindo, Angico, Pitomba, Caju, Gliricidia, Mogno, Umburana, Juca, Pereiro, Seriguela, Amora, Jatobá, Paineira, Banana, cebolinha, tomate, couve, folha, Alface, Seriguela, mamão e fisális, obedecendo o espaçamento exigido por cada cultura.

Quando mais de 50% da planta de Fisális estava em floração iniciou-se o acompanhamento da antese (abertura) das flores. Para isso, durante 40 dias, diariamente realizava-se a observação das flores abertas no dia e todas eram identificadas com a data da antese, considerando esta como a data de fecundação. Nesta ocasião as etiquetas e frutos etiquetados caídos ao chão eram recolhidos para quantificar a taxa de pegamento de frutos ao final do experimento.

Posteriormente, aos 40 dias após o início do monitoramento da floração das plantas, os frutos previamente marcados, foram colhidos e levados ao laboratório de Biologia geral do IFCE *campus* Crateús, onde foram classificados em onze estádios de maturação: 13, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31 e 32 dias de desenvolvimento após a antese (DAA). Para cada estágio de maturação, dez frutos dentro de cada repetição foram analisados quanto as seguintes característica físico-químicas: massa de fruto, sólidos solúveis, taxa de retenção do fruto, clorofila total e carotenoides totais.

Para determinação da massa os frutos, logo após a colheita, foram pesados com cálice e sem cálice, com uso de uma balança analítica, com capacidade de 1000 g. Os sólidos solúveis foram determinados utilizando-se uma gota do extrato da polpa do fruto, para leitura em um refratômetro digital, modelo HI96801, Hanna® com correção de temperatura para 22°C, e expresso em °Brix. A taxa de retenção dos frutos, refere-se aos frutos que permaneceram na planta na ocasião da colheita, sendo determinada em cada estágio de maturação, pela relação entre a contagem total das etiquetas colocadas e os frutos que permaneceram fixados as plantas na época da colheita, sendo expresso em porcentagem.

Os parâmetros de clorofila e carotenoides foram determinados por espectrofotometria, conforme metodologia proposta por Porra (2002), adaptado. Para tanto, amostras do exocarpo e mesocarpo dos frutos de *Physalis angulata* foram pesadas, obtendo-se 0,1g do material. Para determinação de clorofila e carotenoides nas brácteas, foi retirado um disco do tecido vegetal, com área de 0,7853cm<sup>2</sup>. Em ambas as situações, o material coletado foi rapidamente transferido para recipientes com tampa, previamente revestidos com papel alumínio para excluir luminosidade, contendo 2 ml de N,N dimetilformamida (DMF). Os frascos foram mantidos no escuro, em ambiente refrigerado com temperatura média de 10°C, por 24 horas. Antes da leitura, as amostras foram colocadas a temperatura ambiente. Em seguida procedeu-se a leitura dos extratos em espectrofotômetro, nas absorvâncias de 663,8 nm, 646,8 nm e 480 nm, e os resultados expressos em  $\mu\text{g g}^{-1}$  (frutos sem cálice) e  $\mu\text{g cm}^2$  (cálice dos frutos).

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, com onze tratamentos (estádios de maturação), três repetições e dez frutos por repetições. Os dados foram submetidos à análise

de variância e a evolução da maturação ajustada à regressão polinomial a 5% de probabilidade. Os dados referentes a taxa de retenção/pegamento de frutos foram analisados pelo teste  $X^2$  de independência. A análise estatística foi realizada com o programa SPSS®, versão 20.0 (STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES - SPSS, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do estágio de maturação em todas as características avaliadas (Tabela 1), evidenciando a mudança dessas características com a evolução da maturação. A massa de frutos sem cálice (F) e com cálice (F+C), a clorofila total do cálice (C) e os carotenoides totais do fruto, ajustaram-se ao modelo linear, enquanto os sólidos solúveis, a clorofila total do fruto (f) e a razão clorofila/carotenoides (Cl/Ct), melhor se ajustaram ao modelo quadrático.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da massa de frutos sem cálice (F) e com cálice (F+C), sólidos solúveis (SS), clorofila total do fruto (F) e do cálice (C), carotenoides totais do fruto e do cálice e razão clorofila total e carotenoides (Cl/Ct) do fruto e do cálice de *Physalis angulata* em diferentes estádios de maturação. *Summary of analysis of variance of fruit mass without calyx (F) and with calyx (F + C), soluble solids (SS), total chlorophyll of the fruit (F) and calyx (C), total carotenoids of the fruit and the calyx and total chlorophyll and carotenoid ratio (Cl / Ct) of the fruit and the calyx of Physalis angulata at different stages of maturation*

Fonte de G.L variação	Teste F									
	Massa Fresca de fruto (g)		SS (°Brix)	Clorofila total		Carotenoides totais		Razão Cl/Ct		
	F	F+C		F	C	F	C	F	C	
					( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	( $\mu\text{g cm}^2$ )	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	( $\mu\text{g cm}^2$ )		
Bloco	2	13,70**	100,00**	1,81 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	4,10*	0,43 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>
EM	10	60,07**	237,92**	12,43**	7,44**	3,86**	21,47**	5,92**	5,88**	5,64**
RPL	1	442,01**	1584,28**	97,10**	43,52**	33,04**	123,64**	0,49 <sup>ns</sup>	26,35**	36,64**
RPQ	1	0,01 <sup>ns</sup>	4,20 <sup>ns</sup>	17,64**	24,20**	3,74 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	27,96**	27,60**	16,96**
Desvio Reç		19,83**	98,84**	1,19 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	11,37**	3,85**	0,61 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV(%)	-	7,3	3,3	11,1	74,6	51,3	16,6	20,1	65,89	58,3

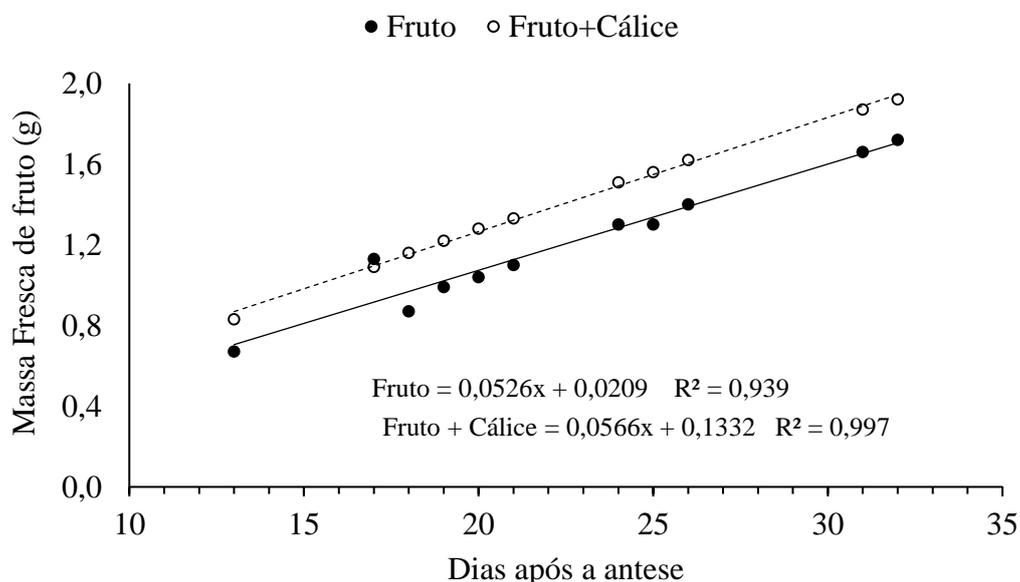
Nota: GL: grau de liberdade; <sup>ns</sup> não significativo e \*, \*\*significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. EM = Estádio de maturação; RPL = Regressão Polinomial Linear; RPQ = Regressão Polinomial Quadrática. GL: *degree of freedom*; <sup>ns</sup> *not significant and \*\* significant at the level of 5% e 1% probability, respectively by the F test*. EM = Maturation stage; RPL = Regression Polynomial Linear; RPQ = Polynomial Quadratic.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship*.

A massa de frutos é um caráter quantitativo que está diretamente relacionada ao tamanho dos frutos, e pode sofrer forte influência das condições ambientais, sistema de cultivo, bem como do espaçamento utilizado, refletindo em alterações na produção por planta. Em *P. angulata*, observou-se que a massa de frutos com bráctea e sem bráctea exibiram comportamento linear, com coeficiente de determinação  $r^2=0,939$  e  $r^2=0,997$ , respectivamente, mostrando que com o passar dos dias há aumento de 0,22g a 0,33g por fruto (Figura 1). As

brácteas representam cerca de 13% a 17% do peso dos frutos. Foi constatado peso máximo de 1,8g (sem bráctea) e 2,2g (com bráctea) após 30 dias da antese (DAA). Em café cultivado em sistema agroflorestal, observou-se redução na produção de frutos em virtude do sombreamento provocado pelas espécies arbóreas (TINTORI, 2014), sendo importante a escolha das espécies que irão compor o sistema para evitar tais problemas.

Corroborando com o presente trabalho, Rodrigues *et al.* (2012), também observaram aumento da massa do fruto sem bráctea com a maturação do fruto, mas não encontraram diferença na massa do fruto com bráctea. A massa de frutos com brácteas e sem brácteas exibiram esse comportamento no presente trabalho, provavelmente, porque estes tendem a aumentar o volume até atingir a completa maturação. Tanan (2015) encontraram para *P. angulata*, uma massa média de frutos de 2,5g no primeiro cultivo e 2,1g no terceiro cultivo. Em *P. angulata*, cultivado com diferentes tipos de adubos a massa média dos frutos com Cálice variou de 1,36 g a 1,50 g, enquanto que a massa dos frutos sem cálice variou de 1,33 a 1,35g (OLIVEIRA, 2018).



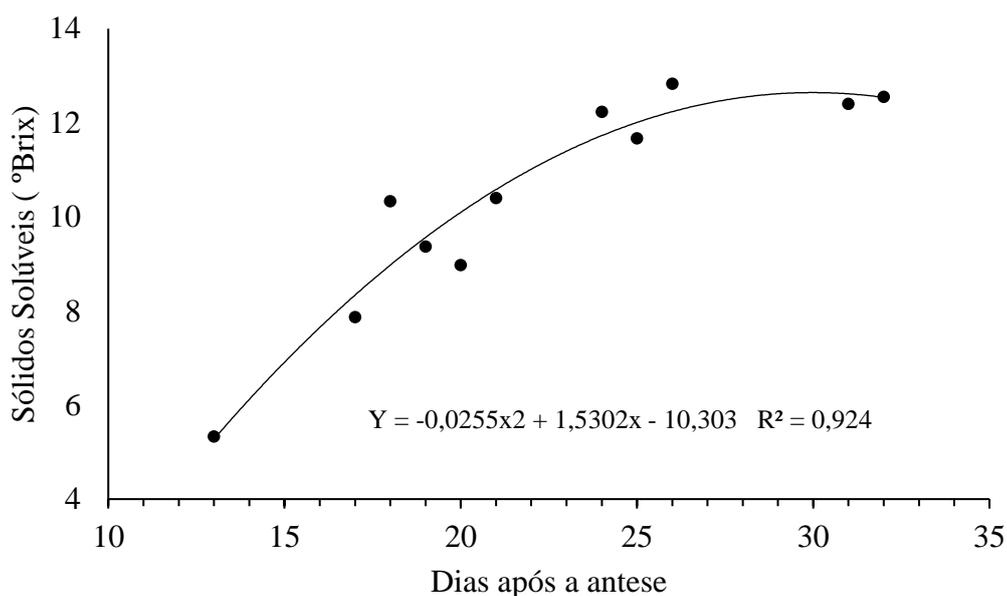
**Figura 1.** Massa fresca de frutos sem cálice e com cálice de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. *Fresh fruit mass without calyx and with calyx of Physalis angulata depending on the harvest date in days after anthesis.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Segundo Dias e Lima (2010), os sólidos solúveis constituem um grande e importante critério para avaliação da qualidade dos frutos, porque representa uma medida da concentração de açúcares e outros sólidos diluídos na polpa ou suco do fruto. No presente trabalho, verificou-se comportamento quadrático crescente dos sólidos solúveis com os dias após a antese, apresentando coeficiente de determinação de  $r^2=0,924$ . Constatou-se que a partir dos 25 dias foram observados valores superiores a 12 °Brix, com tendência a decréscimo a partir dos 31 DAA (Figura 2).

Esse comportamento dos sólidos solúveis pode ser observado, provavelmente, porque ao longo da maturação até o completo amadurecimento dos frutos, ocorre elevação nas

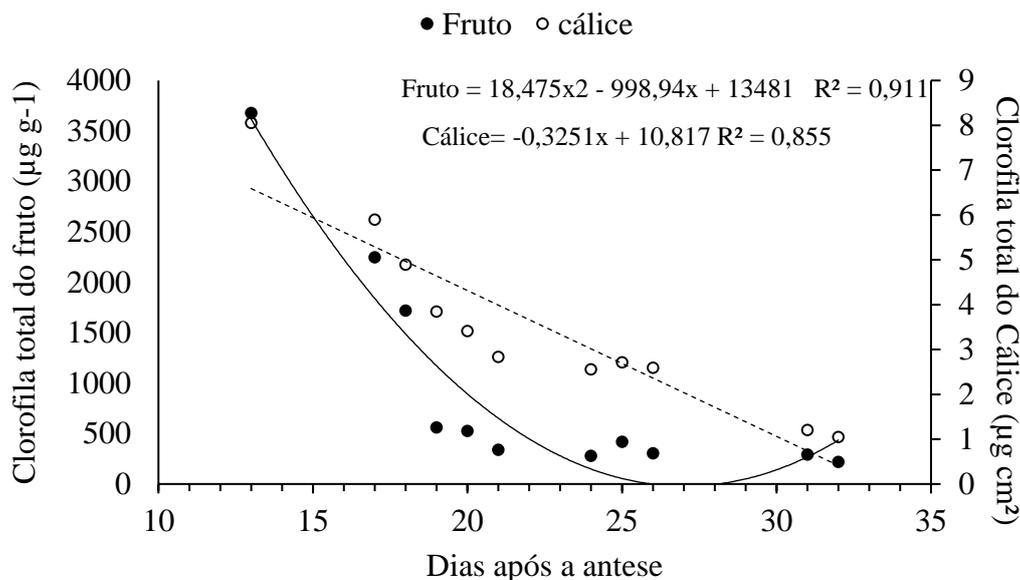
concentrações de açúcares simples, com declínio posterior em função da sua utilização como fonte de energia. Oliveira (2018) encontrou sólidos solúveis de *P. angulata* variando de 10,47 a 11,60 °Brix, em função do tipo de adubação. Adams *et al.* (2018), encontraram valores de sólidos solúveis variando de 5,8 a 11 °Brix em *P. peruviana*, enquanto em *P. angulata*, Oliveira *et al.* (2011), encontraram valor de 12 °Brix, sendo este resultado semelhante ao observado no presente trabalho. Em laranjeira ‘Monte Parnaso’, não houve influência do sistema de cultivo sobre os sólidos solúveis, mas o processo de maturação de frutos foi afetado pelo sistema de cultivo agroflorestal, onde, as plantas cultivadas sob SAF apresentam maturação interna mais tardia. Contudo a maturação externa dos frutos dessas plantas foi levemente acelerada em relação aos provenientes do sistema a pleno sol (KOVALESKI *et al.*, 2009).



**Figura 2.** Sólidos Solúveis de frutos de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. *Soluble solids of Physalis angulata* fruits depending on the harvest date in days after anthesis.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Observou-se que a degradação da clorofila aumentou com o avanço da maturação, sendo observado efeito quadrático decrescente para o fruto e linear decrescente para o cálice. Maiores teores de clorofila total, tanto no fruto (3750 a 4000  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) quanto no cálice (6 a 8  $\mu\text{g cm}^2$ ), foram observados em frutos ainda imaturos, aos 13 a 17 DAA (Figura 3). No entanto, a maior degradação de clorofila ocorreu a partir de 19 DAA indicando completo amadurecimento do fruto, enquanto que para o cálice ocorreu a partir dos 17 DAA (Figura 3).

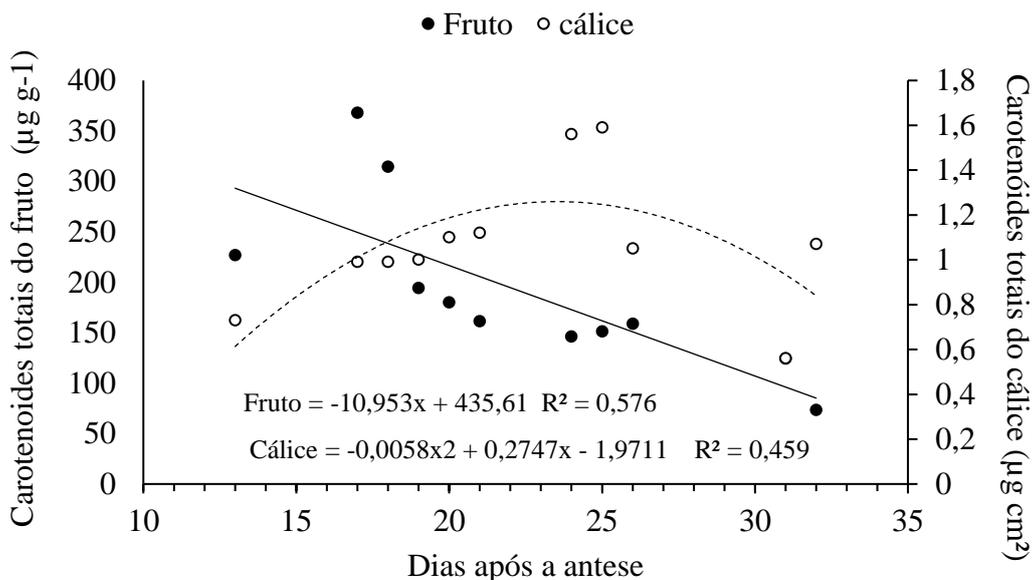


**Figura 3.** Clorofila total no fruto e no cálice de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. *Total chlorophyll in the Physalis angulata fruit and calyx depending on the harvest date in days after anthesis.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A degradação da clorofila e a síntese de novos pigmentos é um dos principais eventos que ocorrem durante a maturação do fruto. Corroborando com o presente trabalho, Tanan (2015) encontrou maiores teores de clorofila a e b nos frutos imaturos de *P. angulata*, apresentando  $3,1\text{mg g}^{-1}$  e  $2\text{mg g}^{-1}$  respectivamente. Semelhante ao observado para *P. angulata*, em frutos de *P. ixocarpa* também foi observado redução nos teores de clorofila a e b do cálice com a evolução da maturação do fruto, sendo contatado aos 55 DAA, valores mínimos de 0,09 e 0,26  $\text{mg.g}^{-1}$  de clorofila a e b do cálice, respectivamente (BARROSO *et al.*, 2017). Almeida e Freitas (2016) relacionaram o maior teor de sólidos solúveis com a coloração amarelo-esverdeado a amarelo-amarronzado, da *Fisális* e sugerem que a colheita deve ser realizada quando as brácteas exibirem tais coloração, mas, salientam que a colheita nessas colorações reduz o período de conservação pós-colheita dos frutos.

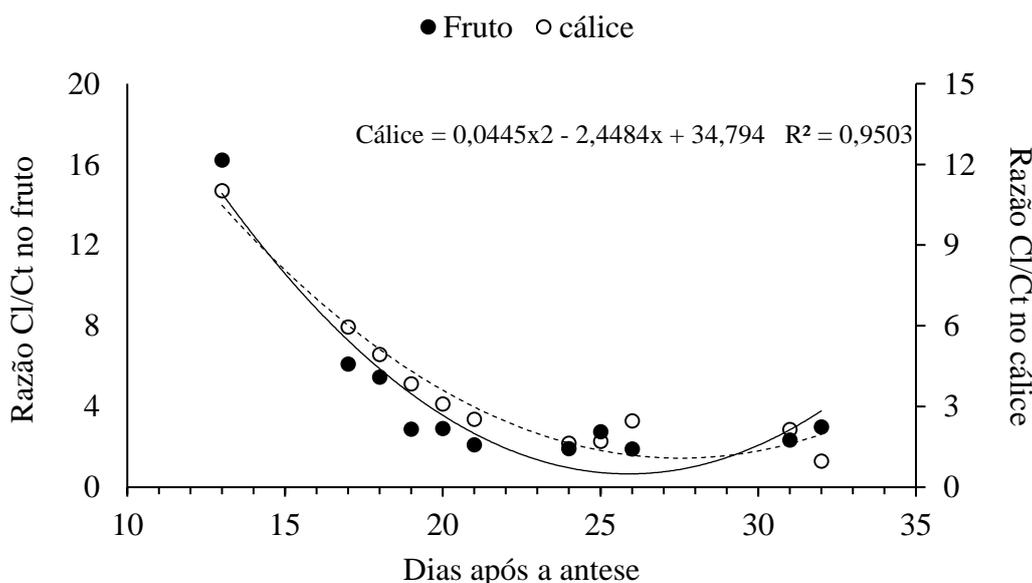
Os carotenoides totais nos frutos de *P. angulata* exibiram um decréscimo de  $300\ \mu\text{g g}^{-1}$  para  $70\ \mu\text{g g}^{-1}$ , com o avanço da maturação, enquanto que, no cálice dos frutos entre 23 a 25 DAA, houve aumento deste pigmento até  $1,2\ \mu\text{g cm}^2$ , decrescendo em seguida. Ao estudar as alterações físico-químicas em frutos de *P. peruviana*, Rodrigues (2018) observaram decréscimo no teor de carotenoides ao longo dos estádios de maturação, com variação de  $06\ \text{mg g}^{-1}$  para  $0,25\ \text{mg g}^{-1}$  aos 41 DAA. Frutos de *Physalis peruviana* podem apresentar teores médio de carotenoide de  $65,13\ \text{mg } 100\text{g}^{-1}$  de polpa (SANTOS; FLORES; MALCHER, 2017). Corroborando com o presente trabalho Etzbach *et al.* (2018), avaliando os carotenoides totais em *P. peruviana*, encontraram teores diferentes em função da parte do fruto analisada ( $270\ \mu\text{g g}^{-1}$  para cálice,  $330\ \mu\text{g g}^{-1}$  na exoderme e  $120\ \mu\text{g g}^{-1}$  na polpa) e em função dos estádios de maturação variando de  $20\ \mu\text{g g}^{-1}$  a  $200\ \mu\text{g g}^{-1}$ . No entanto, Oliveira *et al.* (2011) ao avaliar o teor de carotenoides totais em *P. angulata*, encontraram valor de  $3,99\ \mu\text{g g}^{-1}$ , inferior aos obtidos no presente trabalho.



**Figura 4.** Carotenoides totais no fruto e no cálice de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. *Total carotenoids in the Physalis angulata fruit and calyx depending on the harvest date in days after anthesis.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Informações sobre o balanço de pigmentos nos frutos podem ser obtidas pela relação entre a clorofila total e os carotenoides totais, e sua observação ao longo dos diferentes estádios de amadurecimento podem demonstrar a mudança de pigmentação nos frutos. Pode ser observado que a razão clorofila total/carotenoides totais nos frutos e nos cálices decresceram em função dos estádios de maturação, exibindo comportamento quadrático, demonstrando que ao tempo que ocorre uma redução no teor de clorofila, aumentam-se os teores de carotenoides com a evolução da maturação (Figura 5).



**Figura 5.** Razão clorofila total e carotenoides totais no fruto e no cálice de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. *Total chlorophyll and total carotenoid*

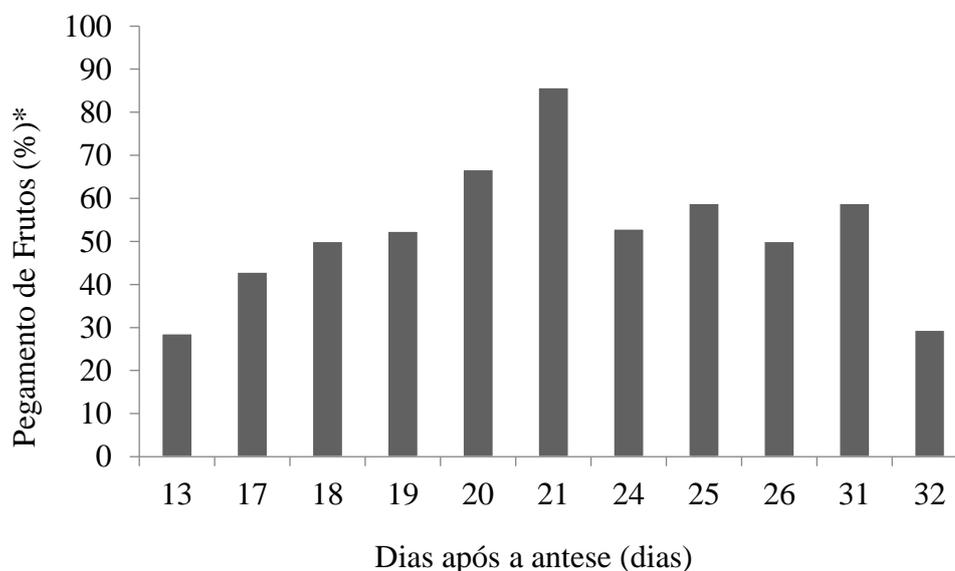
*ratio in the Physalis angulata fruit and calyx depending on the harvest date in days after anthesis.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Para os frutos colhidos imaturos aos 13 DAA essa razão é de aproximadamente 16x e 12x, para fruto e cálice, respectivamente. Enquanto que quando colhidos totalmente maduros a razão Cl/Ct é de aproximadamente 3x, para fruto e cálice. A redução da razão clorofila total/carotenoides com a evolução da maturação pode estar relacionada à tendência de declínio mais rápido das clorofilas em relação aos carotenoides quando as plantas estão sob condições de estresse ou durante a fase de senescência (CARVALHO *et al.*, 2007).

O teste de qui-quadrado de independência mostrou que existe uma associação entre a retenção/pegamento de frutos e o estágio de maturação destes na data da colheita ( $X^2(10) = 105,243$ ;  $p < 0,001$ ). A associação entre essas duas variáveis corresponde a 30,9% (V de Cramer;  $p < 0,001$ ). Maior pegamento de frutos foi observado entre 20 e 21 dias após a antese, sendo crescente até esse período e decrescendo a partir desses limites (Figura 6). Essa redução no número de frutos pegos pode ser atribuída ao aumento na produção de etileno, que resulta na abscisão de frutos, pois segundo Rufato *et al.* (2008) o *Physalis angulata* é um fruto climatérico.

Segundo Santiago *et al.* (2019), em *P. angulata* normalmente a abscisão dos frutos inicia após os 28 DAA, ocasião em que deve ser realizada a colheita dos frutos para evitar perdas para o produtor. No entanto, estes mesmos autores recomendam que se a finalidade da produção for para obtenção de sementes, as mesmas tornam-se fisiologicamente viáveis a partir dos 21 DAA, com maior potencial fisiológico aos 35 DAA. No presente trabalho, sob cultivo em Sistema Agroflorestal, a colheita pode ser realizada a partir dos 25 DAA, mas maior taxa de abscisão do *Fisális* foi constatado a partir de 24 dias após a antese.



**Figura 6.** Taxa de pegamento de frutos de *Physalis angulata* em função da data de colheita em dias após a antese. \*Significativo pelo teste  $X^2$   $p < 0,001$ . *Fixation rate of Physalis angulata fruit depending on the date of harvest days after anthesis. \* Significant by test  $X^2$   $p < 0,001$*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

## CONCLUSÃO

Nas condições do presente experimento, o ponto de colheita para *Physalis angulata* é dos 25 a 30 DAA, período em que os frutos apresentam elevada massa de fruto, maiores sólidos solúveis e reduzido teor de clorofila, características que definem melhor estágio de maturação para o consumo ou processamento. No entanto, deve-se ter atenção a partir dos 21 DAA, no qual podem ocorrer perdas por queda dos frutos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFCE campus Crateús, pelo apoio de infraestrutura e pessoal, para o desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. R.; BARICHELLO, E. C.; GEMELI, M. S.; BORTOLINI, A.; KLEIN, C. Ponto de colheita de physalis em condições climáticas do extremo oeste de Santa Catarina. **Revista da 15ª Jornada de Pós-graduação e Pesquisa, Congrega**, [s. l.], v. 15, n. 15, p.1390–1399, 2018.

ALMEIDA, P. F. P.; FREITAS, O. A. A. Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de São Mateus, ES. **Revista Univap**, [s. l.], v. 22, n. 40, p.579, 2016.

ÁVILA, A. J.; MORENO, P.; FISCHER, G.; MIRANDA, D. Influência de la madurez del fruto y del secado del cáliz isso uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. **Acta Agronômica Colombiana**, Palmira, v. 55, n. 1, p.29-38, 2006.

BARROSO, N. S.; SOUZA, M. O.; RODRIGUES, L. C. S.; PELACANI, C. R. Maturation of Fruits and Physiological seed Quality of *Physalis ixocarpa* Brot. Ex. Hormen. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 3, p.1-9, 2017.

CARVALHO, A. P. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KOZOVITS, A. R.; ASNER, G. P. Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas. **Revista Brasileira de Botânica**, Heidelberg, v. 30, n. 1, p.19-27, 2007.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO – CEAGESP. **Physalis**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/physalis/>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DIAS, R. C. S.; LIMA, M. A. C. (ed.). **Sistema de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistemas de Produção, 6). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/colheita.htm>. Acesso em: 01 jan. 2021.

ETZBACH, L.; PFEIFFER, A.; WEBER, F.; SCHIEBER, A. Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MSn, **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 245, n. 1, p.508-517, 2018.

FRANCO, F. S.; POLLI, K. C. T.; SILVA, F. N. **Bate papo com produtores rurais: sistemas agroflorestais**. 1 ed., v. 1. Sorocaba: Independente, 2015. 30 p.

GONZATTO, M. P. **Desenvolvimento e produção de citros em sistema agroflorestal**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES – SPSS. **Statistics for Windows**, Versão 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. 2011.

KOVALESKI, A. P.; GONZATTO, M.P.; CASAMALI, B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M.; ANDREAZZA, C. S.; BENDER, R. J.; SCHWARTZ, F. Comportamento da maturação de frutos da laranjeira monte parnaso sob cultivo agroflorestal. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMA AGROFLORESTAIS*, 7, 2009, Brasília. **Anais [...]** Brasília, 2009. p. 1-4. CD-ROM

OLIVEIRA, A. A. L. A. **Caracterização Agronômica do Camapu (*Physalis angulata* L.), qualidade pós-colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2018.

OLIVEIRA, J. A. R.; MARTINS, L. H. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; PENA, R. S.; CARVALHO, A.V. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 2, p.573-583, 2011.

PORRA, R. J. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 73, n.1-3, p.149-156, 2002.

RODRIGUES, M. H. B. S. **Caracterização fenológica, produtividade e maturação de frutos e sementes de *Physalis peruviana* L.** 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2018.

RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. S.; SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M. Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras, MG. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 28, n. 6, p.862-867, 2012.

RUFATO, L.; MUNIZ, J.; KRETZSCMAR, A. A.; RUFATO, A. R.; GATIBONI, L. C. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC, 2008, 100p.

SANTIAGO, W. R.; GAMA, J. S. N.; TORRES, S. B.; BACCHETTA, G. Maturidade fisiológica de sementes de *Physalis angulata* L. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 50, n. 3, p.431-438, 2019.

SANTIAGO, W. **Potencial fisiológico de sementes de *Physalis angulata* L. em função de fatores ecofisiológicos, promotores químicos e maturidade fisiológica.** 2016. 88 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2016.

SANTOS, K. S., FLORES, E. M., MALCHER, E. T. Caracterização química e atividade antioxidante (in vitro) do fruto do camapú (*Physalis peruviana* L.). **Revista Ciência e Sociedade**, Macapá, v. 1, n. 2, p.89-102, 2017.

TANAN, T. T. **Fenologia e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano.** 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

TINTORI, J. L. **Avaliação de *Coffea arabica* L. cultivado em Sistema Convencional e Dentro de um Fragmento Florestal no Sul do Espírito Santo.** 2014. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.