

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**



Dissertação

**Acúmulo de compostos funcionais e ácido abscísico durante o  
crescimento e desenvolvimento de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*)  
(Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi**

Jessica Paula Aparecida Costa Fonseca

Pelotas, 2021.

**Jessica Paula Aparecida Costa Fonseca**

**Acúmulo de compostos funcionais e ácido abscísico durante o crescimento e o desenvolvimento de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*) (Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Comitê de orientação: Prof<sup>a</sup> Vanessa Galli; Prof. Cesar Valmor Rombal

Pelotas, 2021.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

F677a Fonseca, Jessica Paula Aparecida Costa

Acúmulo de compostos funcionais e ácido abscísico durante o crescimento e o desenvolvimento de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*) (Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi / Jessica Paula Aparecida Costa Fonseca ; Vanessa Galli, orientadora ; Cesar Valmor Rombaldi, coorientador. — Pelotas, 2021.

91 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Metabolismo especializado. 2. HPLC-MS/MS. 3. Maturação. 4. Frutos nativos. I. Galli, Vanessa, orient. II. Rombaldi, Cesar Valmor, coorient. III. Título.

CDD : 664

**Jessica Paula Aparecida Costa Fonseca**

**Acúmulo de compostos funcionais e ácido abscísico durante o crescimento e o desenvolvimento de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*) (Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi**

Data da Defesa: 26 de agosto de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi.

Doutor em Biologia Molecular

Ensat-Toulouse-France.

Prof. Dra. Vanessa Galli.

Doutora em Biologia Celular e Molecular

Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Dra. Jessica Fernanda Hoffmann

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Helen Cristina dos Santos Hackbart

Doutora em Química e Doutora em Engenharia de Alimentos

Universidade Federal de Pelotas.

Dedico essa dissertação- e tudo que eu fizer  
para os responsáveis por tudo que sou,  
meus amados pais.

## **Agradecimentos**

Nesses dois anos e meio de mestrado, de muito estudo, esforço e desafios, gostaria de agradecer algumas pessoas que foram fundamentais para realização deste sonho. Primeiramente o agradecimento mais importante, agradeço a Deus, a Nossa Senhora e a Jesus Cristo, por estarem sempre ao meu lado, me iluminando, abençoando e guiando cada passo meu. Obrigada pela fé e força, para enfrentar cada obstáculo que surgiu nesse caminho. Obrigada por me abençoarem com tantos presentes divinos, que talvez nem fosse digna de merecer. Obrigada por tudo de bom que tenho e sou. Agradeço a todos os santos e anjos, que sempre estão intercedendo e olhando por mim. Sem a intercessão divina nada disso seria possível. Agradeço aos meus pais Doroty e Eliseu; as minhas irmãs Larissa, Fabiana e Tatiane, pela compreensão, ao privá-los da minha companhia e atenção em muitos momentos importantes, e pelo grande apoio, me estimulando nos momentos mais difíceis. Obrigada por sempre desejarem o melhor pra mim, pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar cada desafio para chegar até esse momento, e pelo imenso amor que sempre demonstraram por mim. A essa família tão amada, sou eternamente grata por tudo que sou, por tudo que consegui conquistar e pela alegria que tenho. Minha gratidão especial ao Dr. Cesar Valmor Rombaldi e a Dra. Vanessa Galli, meus orientadores, pela pessoa e profissionais excelentes que vocês são. Obrigada pela dedicação, que fez, por muitas vezes, deixarem de lado momentos de descanso para me ajudar e orientar. Sem a orientação, apoio e confiança de vocês, não só neste trabalho, mas em todo caminho percorrido para chegarmos até aqui seria possível. Um obrigada especial, as minhas amigas e amigos que realmente considero como irmãs/irmãos, Adelina, Carol, Dalvana, Paolo e Maicon, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e torcendo por mim, independente da distância entre nós. As colegas de laboratório, Lauren, Uli, Paula e Giovana e as colegas que fizeram parte desse projeto de estudo (Rosane, Tatiane), e a todos aqueles envolvidos nos projetos da linha de frutas do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA-UFPel), cujo os esforços e auxílio tornaram possível a realização deste projeto. Um agradecimento especial, aos colegas que se tornaram amigos além do laboratório, Bruna, Pedro, Miguel e Vicente, com quem pude compartilhar,

problemas aflições e muito trabalho, e também muitas descobertas e conquistas durante esta caminhada e que não mediram esforços para me ajudar, mesmo sendo fim de semana ou pandemia. Sem vocês muita coisa não seria possível, obrigada por compartilharem conhecimentos importantes comigo, e me ensinarem coisas importantes, e estarem sempre ao meu lado, prontos para ajudar. Obrigada pela amizade e atenção, sou imensamente grata a vocês. Agradeço ao Movimento dos Focolares e a Chiara Lubich por todo ideal doado ao movimento, por me ajudarem a me manter no caminho e superar os momentos com Jesus Abandonado, obrigada a todos os irmãos e irmãs de ideal que fiz dentro do movimento Alen, Raquel, Lyl, Carlor, Vitor, Carol, Barbara, Lazaro, Ani, Simone, Belén, Eli, Gero, Franco e Diego e todos Focolarinos (as) e Voluntários (as) e demais membros do movimento. Obrigada por me acolherem, e estarem sempre ali para dar o suporte necessário e mostrar que Deus sempre está cuidando de tudo. Agradeço também a Dra. Jessica Fernanda Hoffmann e a Dra. Helen Cristina dos Santos Hackbart, mesas da banca de Mestrado, por aceitarem tão prontamente o convite para contribuir e enriquecer este trabalho. Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste sonho.

*“Nada do que é feito por amor é pequeno”*

*Chiara Lubich*

## Resumo

Fonseca, Jessica Paula Aparecida Costa. **Acúmulo de compostos funcionais e ácido abscísico durante o crescimento e o desenvolvimento de frutos de butiazeiro (*Butia odorata*) (Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi, 2021. 98p.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O Butiá encontra-se entre os frutos de espécie nativa encontrados na América do Sul (Argentina, Brasil e Uruguai), pertencendo a família das Aracaceae. Esses frutos, são ricos com compostos resultantes do metabolismo especializado das plantas. Porém, os mecanismos envolvidos no acúmulo destes compostos ainda não foram elucidados. Dessa forma, o objetivo inicial do estudo foi descrever como se dá a síntese e o acúmulo de carotenoides durante o crescimento e o desenvolvimento de frutos de butiás, e sua provável relação com a síntese de ácido abscísico (ABA) e a abscisão dos frutos. Entretanto durante a execução do projeto, viu-se a necessidade de realizar adaptações à proposta original. O objetivo desse trabalho foi então caracterizar três eventos relevantes durante o crescimento e desenvolvimento de butiás: as alterações nos compostos fenólicos, no ácido L-ascórbico (AsA) e no ABA e seus derivados, em frutos colhidos de três diferentes acessos e cinco estádios de crescimento e desenvolvimento. Com os resultados obtidos, foi possível observar as mudanças fenotípicas que ocorreram durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos, incluindo cor, massa, diâmetro e altura. Foram identificados 13 compostos fenólicos, sendo que a maioria apresenta redução na concentração ao longo dos estádios avaliados; apenas cinco (ácido siringico, ácido ferrulico, hesperetina, pinocembrina e metilsiringina,) apresentaram o comportamento oposto. Por outro lado, os picos de concentração de AsA foram observados em estádios intermediários e no último estágio avaliado. Além do AsA, dois outros ácidos foram detectados nos frutos de butiá: ácido málico e ácido cítrico, sendo o primeiro de maior concentração nestes frutos. O ABA parece ser um fitohormônio importante na maturação destes frutos, visto que sua concentração foi detectada nos estádios intermediários, atingindo o pico nos estádios de completa maturação e abscisão dos frutos. Embora estas alterações tenham se diferido entre os acessos, de acordo com a análise de componentes principais, a maior parte das alterações (69%) é explicada pelos estádios de crescimento desenvolvimento dos frutos. O estudo contribuiu para se ter um prévio conhecimento dos eventos que envolvem o processo de crescimento e desenvolvimento dos frutos, através da perspectiva de mudanças na concentração de alguns compostos do metabolismo especializado. Entretanto, se faz necessário o estudo de novas rotas metabólicas, bem como estudos genéticos direcionados.

Palavra-chave: metabolismo especializado, HPLC-MS/MS, maturação; frutos nativos.

## Abstract

Fonseca, Jessica Paula Aparecida Costa. **Accumulation of functional compounds and abscisic acid during the growth and maturation of fruits of *Butia odorata* (Barb.Rodr.) Noblick & Lorenzi, 2021.** Dissertation (Masters in Food Science and Technology) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Butiá is among the native fruits species found in South America (Argentina, Brazil and Uruguay), belonging to the Aracaceae family. These fruits are rich with compounds resulting from the specialized metabolism of plants. However, the mechanisms involved in the accumulation of these compounds have not yet been elucidated. Thus, the initial objective of the study was to describe how the synthesis and accumulation of carotenoids occurs during the growth and development of butiá fruits, and its likely relationship with abscisic acid (ABA) synthesis and fruit abscission. However, during the execution of the project, it was necessary to make adjustments to the original proposal. The objective of this work was then to characterize three relevant events during the growth and development of butiás: changes in phenolic compounds, L-ascorbic acid (AsA) and ABA and its derivatives in fruits harvested from three different genotypes and five growth and development stages. With the results obtained, it was possible to observe the phenotypic changes that occurred during the growth and development of the fruits, including color, mass, diameter and height. Thirteen phenolic compounds were identified, most of which showed a reduction in concentration throughout the evaluated stages; only five (syringic acid, ferulic acid, hesperetin, pinocembrin and methylsyringin) showed the opposite behavior. On the other hand, AsA concentration peaks were observed in intermediate stages and in the last stage evaluated. In addition to AsA, two other acids were detected in butiá fruits: malic acid and citric acid, the first with the highest concentration in these fruits. ABA seems to be an important phytohormone in the maturation of these fruits, since its concentration was detected in the intermediate stages, reaching its peak in the stages of complete maturation and abscission of the fruits. Although these changes differed among accessions, according to the principal component analysis, most changes (69%) are explained by the development and maturation stages of the fruits. The study contributed to having a previous knowledge of the events that involve the process of growth and maturation of the fruits, through the perspective of changes in the concentration of some compounds of specialized metabolism. However, it is necessary to study new metabolic routes, as well as targeted genetic studies.

**Keyword:** specialized metabolism, HPLC-MS/MS, maturation; native fruits.

## Lista de Abreviaturas e Siglas

Ácido abscísico – ABA

Ácido faseico - PA

Ácido dehidrofaseico - DPA

Ácido abscísico glicosil-éster - ABA-GE

Ácido L-ascórbico – AsA

Detector de arranjo diodo – DAD

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (do inglês: *HighPerformance Liquid Chromatography*)– HPLC

Espectrometria de massas (do inglês: *mass spectrometry*) - MS

Análise de Variância – ANOVA

Via citoplasmática do mevalonato - MVA

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução.....                      | 14 |
| 2. Referências bibliográficas.....      | 18 |
| 2.1. Butiá .....                        | 18 |
| 2.2. Carotenoides .....                 | 22 |
| 2.3. Ácido Abscísico .....              | 25 |
| 2.4. Compostos Fenólicos .....          | 28 |
| 3. Projeto de pesquisa.....             | 30 |
| 4. Relatório de Trabalho de Campo ..... | 43 |
| 5. Artigo .....                         | 56 |
| 6. Considerações finais .....           | 84 |
| 7. Referencial teórico.....             | 85 |
| 8. Anexos.....                          | 91 |