

LILIANE MARQUES DE SOUSA

CURVA DE CRESCIMENTO E MATURIDADE HORTÍCOLA DE FRUTOS DE *Litchi chinensis* cv. BENGAL PARA EXPORTAÇÃO CULTIVADOS NA MICRORREGIÃO DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRASIL

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

Orientador: Wellington Souto Ribeiro

Coorientador: Jackson Mirellys A. Souza

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Sousa, Liliane Marques de, 1994-
S725c Curva de crescimento e maturidade hortícola de frutos de
2023 *Litchi chinensis* cv. Bengal para exportação cultivados na
microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil / Liliane
Marques de Sousa. – Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (57 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Wellington Souto Ribeiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2023.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.488>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Lichia - Crescimento. 2. Amadurecimento. 3. Lichia -
Exportação - Belo Horizonte (MG : Microrregião). I. Ribeiro,
Wellington Souto, 1989-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 634.65

LILIANE MARQUES DE SOUSA

CURVA DE CRESCIMENTO E MATURIDADE HORTÍCOLA DE FRUTOS DE *Litchi chinensis* cv. BENGAL PARA EXPORTAÇÃO CULTIVADOS NA MICRORREGIÃO DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRASIL

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

APROVADA: 7 de julho de 2023.

Assentimento:

Liliane Marques de Sousa

Liliane Marques de Sousa
Autora



Documento assinado digitalmente
WELLINGTON SOUTO RIBEIRO
Data: 14/08/2023 21:17:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wellington Souto Ribeiro
Orientador

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me dado coragem e esperança nessa caminhada, e nas horas difíceis sempre mostrou um novo mundo de possibilidades à mim.

Aos meus pais Jacy Padilha de Sousa e Antônia Martins Marques, sem os quais este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam. Amo vocês!

Aos meus irmãos, sobrinhas, familiares e amigos que de muitas formas me incentivaram e ajudaram para que fosse possível finalizar mais esta etapa na vida. Amo vocês!

Ao meu amigo Fabrício Rainha e Carlos Gabriel pela ajuda, incentivos e amizade (in memoriam).

Ao meu orientador Professor Wellington Souto Ribeiro por sempre acreditar em mim.

À minha comunidade de origem Tatajuba, repleta de pessoas honestas, trabalhadoras que sempre torceram e me apoiaram nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Único e Soberano Deus, pelo dom da vida e por ter me dado coragem e esperança nessa etapa, e nas horas difíceis sempre mostrou um novo mundo de possibilidades a mim.

Aos meus pais, Jacy Padilha de Sousa e Antônia Martins Marques, por ter me concedido a vida, pelo apoio e amor incondicional, compreensão, carinho, dedicação, respeito, e por sempre acreditarem em mim. Agradeço eternamente, espero que Deus me ilumine para poder retribuir aos senhores, papai e mamãe, tudo que tem feito por mim. Amo muito vocês!

Aos meus queridos irmãos, Jaciane Marques, Luciane Marques, Adailton Marques e Arilson Marques, exemplos de luta, honestidade, caráter. Tudo o que fazem por mim está em meu coração, espero um dia poder retribuir. Amo demais vocês!

Às jóias de nossa família, meus sobrinhos Ávila Cristina, Alexsandra Aymee, Rebecca Athayde, Ruanne Athayde, Ana Luiza, Alisson Cesar, embora esteja longe me alegram e motivam. Titia ama demais vocês!

Ao meu grande orientador Dr. Wellington Souto Ribeiro, pelo acolhimento, exemplo, comprometimento, ensinamentos, carinho e amor a mim dado no período do Mestrado. Agradeço à Deus por poder contar com seus valiosos conhecimentos nesses meus anos de mestrado. Professor, serei eternamente grata pelo carinho que sempre teve comigo e pela prontidão de sempre me ajudar e de acreditar em mim.

Ao meu coorientador Dr. Jackson Mirellys Azevêdo Sousa, por aceitar me coorientar, pela amizade, pela extrema competência nas orientações quando precisei. Obrigada pela amizade e carinho.

Ao professor Gener Augusto Penso por toda ajuda na montagem, coleta e avaliações do experimento, pela disposição em sempre me ajudar.

Ao professor Paulo Roberto Cecon pelo carinho, aconselhamentos e ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigos e integrantes do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Fisiologia Pós-Colheita de Produtos hortícolas da Universidade Federal de Viçosa, Nicolas Araújo, Paulo Victor, João Victor Martins, André Dutra, Márcio Górdio, Marlene Bretas, André Timóteo Silveira, Fernanda Araújo, Anderson Meirelles e Marília Bitencourt.

Aos professores, técnicos da Universidade Federal Rural da Amazônia,

(Campus Capanema), que no início dessa etapa me incentivaram, apoiaram e ajudaram financeiramente.

Agradeço especialmente ao professor Mariano, Pedro Moreira, meus amigos lego Sampaio, Franklin Brum e Tany Marim, Dona Luzia e Isabel Oliveirapor me ajudarem por me ajudarem financeiramente na minha vinda para viçosa. Enfim, agradeço todos que de seja com uma palavra, um gesto, dinheiro ou de outra forma me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço à Rayles Mayara, Letícia Pinheiro e Cinthia Freitas pelarecepção e acolhimento em minha chega em Viçosa, pelo carinho e incentivo. Também agradeço a Carla Larissa por conseguir este lar para mim, por me ajudar mesmo sem me conhecer. Obrigada meninas por tudo!

Também gostaria de deixar registrado meu agradecimento especial a Paula Coelho Nunes por ter sido meu porto seguro, minha amiga inseparável, especialmente no início dessa jornada, por me apoiar, incentivar e acreditar emmim em todos os momentos. Obrigada pela amizade e por você ser esse ser humano ímpar.

Agradeço aos integrantes do grupo Açaí, Magda Nascimento, Júnior Rocha e Adaíla Silva pelo carinho, incentivo e ajuda pessoal desde de quando chegaram em Viçosa. Obrigada por me acolherem, pelos almoços, gargalhadas e momentos compartilhados.

Aos integrantes da República das Winx Adaíla Oliveira e ao Darwin, Paula Coelho, Maria Eduarda Oliveira e Jesonel, Monique Armond, Luna Moreirae Géris de Cássia Cupertino pelos favores, momentos alegres, de desesperos e de medo compartilhados esses anos, por sempre estarem ao meu lado. Obrigada por me darem um lar e contribuir para a realização do meu sonho!

Agradecimento especial a Maria Eduarda, também conhecida como” coberta de razão” por sempre me apoiar, acreditar e proteger, pelo carinho dadoa mim e por ser essa pessoa prestativa. Obrigada por tudo amiga!

Meus sinceros agradecimentos à Adíla pela amizade, companheirismo, conversas, favores e ajuda durante esse período, por nunca medir esforços quando eu precisei, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, por ter acapacidade de me deixar calma e fazer acreditar que tudo daria certo! Você foi um anjo em minha vida. Obrigada a Adíla, espero um dia retribuir a você!

Particularmente gostaria de agradecer ao João Victor Martins, pela ajudanos gráficos, escrita, pela disposição, amizade, carinho e por ter a capacidade de me fazer

rir mesmo no desespero, por nos fazer sorrir e nos alegrar sempre, pelas conversas, fofocas, cafés e momentos juntos deixando esse processo menos desesperador. Muito obrigada amigo!

Agradecimento especial aos meus amigos Adaíla Oliveira, Nicolas Araújo, João Victor e Dreice Gonçalves por me darem luz nos momentos de desespero, pela ajuda nas análises, escrita, estatísticas, por não deixarem desistir e por sempre estarem presentes. Obrigada por me fazerem acreditar que seria capaz, abrigada pela paciência, dedicação e ajuda na vida pessoal e acadêmica. Amo vocês!

Aos meus amigos Ozires Neto Aguiar e Luís Fernando Siqueira por me ajudarem com os gráficos.

Agradecimento aos meus amigos Mateus Oliveira, mais conhecido como o filho do Einstein e ao Francisco Raylan Barbosa, pelo carinho, amizade e ajuda na formatação desse trabalho. Obrigada amigos!

Agradeço aos porteiros e funcionários do mundial amarelo, em especial, Ana Paula, Tales, Simone, Gilson e Fábio por sempre agirem com educação e me tratar bem, pelos cafés e as fofocas do dia a dia.

À todos os professores da Universidade Federal de Viçosa pelos conhecimentos, incentivo e amizade durante esse período.

Aos Técnicos José Maurício; Mariana e Jamilton pela ajuda e disposição quando precisei, nunca mediram esforços para me ajudar.

Aos funcionários do departamento de Agronomia, em especial ao Júlio, Roberta e as secretárias do programa de fitotecnia Lídia e Tatiane pelo carinho e ajuda nos processos acadêmicos. Enfim a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação. Muito obrigada!

A todos os meus amigos que Viçosa me deu e que vou levar para a vida, André Junior, Adaíla Oliveira, Paula Coelho e Valter Azevedo, Mayane Barbosa e Iran, Paulo Victor, André Dutra, Marcio Górdio, Tainá Mamede, João Victor, Evangelina Bastos e João Paulo, Cinthia Freitas, Nicolas Araújo, Genáina Souza, Bruna Sterfani; Dreice Gonçalves, Samíria Pinheiro, Camila Sena, Maricélio Souza, Jennifer Ramos, Ney Albuquerque, Amanda Ramos, Cleidiane Rodrigues, Augusto Limão, Marlene Bretas, Magda Farias e Junior Rocha, Carolina Resende, Diana Jhulia Eliara Silva, Brenda Milagres, Thais Hashimoto Arlan e Lila, Francisco e Mateus. Enfim por tornarem o caminho mais leve enquanto estive aqui.

Agradeço meus amigos da faculdade e da vida, Alasse Oliveira, Roberta

Carvalho, Iego Sampaio, Danilo Sidney, Larissa Lima e Elane Cristina, Aline Oliveira, Cynthia Teles, Thamires Freitas, Raylan Oliveira, Tainara Lino, Alane Oliveira, Wellerson Bruno Farias, Amanda Suely, Elen Sales, Alice Lima, Lene Silva que mesmo longe sempre estiveram por pertos, me fazendo acreditar que seria capaz. Vocês sabem que eu carrego vocês no meu coração aonde quer que eu vá. Amo Vocês Demais!

Aos integrantes do LAR pela parceria, ensinamentos, companheirismo, motivação, carinho, amor, obrigada por me fazerem acreditar que seria capaz, abrigada pela paciência, dedicação e ajuda na vida pessoal e acadêmica, obrigada por estarem ao meu lado não só nos momentos felizes, mas também nos momentos de desespero e dor, obrigada por me ajudarem a realizar meu sonho. Amigos, sou muito grata à Deus pela vida de vocês, por serem meus anjos da guarda. Amo vocês demais! Guardarei-os no coração.

À Família Monteiro Athayde, por ter me incentivado, motivado e auxiliado desde o início. Em especial ao meu cunhado Gefferson Athayde e seu pai Gedielson de Sousa, por todos os conselhos, carinho e ajuda nesses anos.

À comunidade rural de Tatajuba, local do meu nascimento e onde passei minha infância e adolescência, obrigada por torcerem, acreditarem e me apoiarem nessa caminhada. Espero um dia retribuir através dos conhecimentos todo carinho e amizade. Quero que saibam que tenho orgulho de ser do Tatajubense, uma comunidade carismática e humilde cheia de pessoas boas, trabalhadoras e prestativas.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar a pós-graduação nesta instituição de excelência.

À empresa Red Lychee, especialmente a Patrícia Rabelo Eustachio Nogueira por ceder a infraestrutura da Fazenda Olhos d'água para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES),

pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos e provimento de recursos para realização desta pesquisa.

“Porque ele ordenou a seus anjos que guardem você em todos os seus caminhos. Eles o conduzirão na palma da mão, para que não tropecem nas pedras”.

(Salmo 91, vers. 11)

RESUMO

SOUSA, Liliane Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Curva de crescimento e maturidade hortícola de frutos de *Litchi Chinensis* cv. Bengal para exportação cultivados na microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.** Orientador: Wellington Souto Ribeiro. Coorientador: Jackson Mirellys Azevêdo Souza.

A cor do pericarpo assim como os sólidos solúveis totais são atributos de qualidade que determinam o ponto de colheita. No entanto, esses índices são influenciados por condições edafoclimáticas e agronômicas na pré-colheita. Desta forma, a determinação da maturidade hortícola, balizada pelo entendimento da curva de crescimento e maturação do fruto é essencial para garantir a qualidade e a durabilidade dos frutos após a colheita. Além disso, a colheita no momento correto pode influenciar diretamente no rendimento e na produtividade da cultura, porque reduz perdas em função do não atraso na colheita. Portanto, o objetivo é cinzelar a curva de crescimento de frutos de *L. chinensis* cv. Bengal considerando as condições edafoclimáticas e os tratos culturais do contexto produtivo da microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Ramos produtivos foram marcados em 5 plantas distribuídas aleatoriamente em 6 setores e avaliados até o final da colheita. Os dados para a determinação de acúmulo de calor foram coletados da estação meteorológica. O intervalo de emergência das estruturas florais e o florescimento (IDEF) assim como para o dia plena floração (DPF) foram determinados. Dezoito dias após antese (DAA) procedeu-se à colheita dos frutos e semanalmente foram feitas as avaliações de diâmetro tolar (DP), diâmetro equatorial (DE), massa fresca (MF), massa seca (MS%) e Taxa de crescimento relativo de massa fresca (TCRMF) e seca (TCRMS). Sessenta e sete dias após a antese, frutos foram coletados para as análises de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e ratio (SST/AT). As médias obtidas foram submetidas a análise de regressão e o modelo de ajuste da equação foi escolhido considerando o coeficiente de determinação da equação e o comportamento fisiológico dos frutos. Cinco fluxos de floração foram determinados. O IDEF e o DPF não diferiram. O acúmulo de calor em Graus-dia foi de 460°GDD para os fluxos de florescimento. O comportamento do DE e DP foi crescente em dias e

Graus-dia até a maturação dos frutos. A MF, no início das avaliações apresentou comportamento inversamente proporcional aos valores de diâmetros, em dias e Graus-dias, seguido de aumento até a maturação dos frutos. Por outro lado, a MS foi maior nas primeiras semanas de avaliações, tanto em dias quanto em Graus-dia, seguida de redução gradual até a maturação fisiológica dos frutos. ATCRMF e TCRMS ambas as variáveis apresentaram um comportamento decrescente até aos 95 DAA. O teor de SST, pH e Ratio aumentou o desenvolvimento dos frutos. Em contraste, a AT foi decrescente à colheita dos frutos. A maturidade hortícola de frutos de lichia cv. Bengal cultivados na microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ocorre a partir dos 102 dias após antese.

Palavras-chave: Maturidade. Lichia. Hortícola.

ABSTRACT

SOUSA, Liliane Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2023. **Curve and horticultural maturity of Litchi *chinensis* cv. Bengal fruits for export cultivated in the microregion of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Wellington Souto Ribeiro. Co-adviser: Jackson Mirellys Azevêdo Souza.

The color of the pericarp, as well as the soluble solids are quality attributes that determine the point of harvest of lychee fruits. However, these indices are influenced by edaphoclimatic and agronomic conditions in the post-harvest. In this way, the determination of the horticultural maturity point, guided by the understanding of the growth and maturation curve of the fruit after harvest. In addition, harvesting at the correct time can directly influence the yield and productivity of the crop, because it reduces losses as a result of not delaying the harvest, meaning better quality and better utilization of the fruits. Therefore, the objective is to chisel the growth curve of *L. chinensis* cv. Bengal considering the edaphoclimatic conditions and the cultural practices of the productive context of microregion of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Productive branches were marked at five flowering times. The data for the determination of heat accumulation were collected from the meteorological station. Eighteen days after anthesis (DAA) the fruits were harvested and weekly were made the evaluations of the polar diameter (DP), equatorial diameter (DE), fresh mass (MF), dry mass (MS%) and relative growth rate of fresh mass (TCRMF) and dry (TCRMS). Sixty-seven days after anthesis, fruits were collected for analysis of total soluble solids (SST), titratable acidity (AT), hydrogen potential (pH) and ratio (SST/AT). The averages obtained were submitted to regression analysis and the equation adjustment model was chosen taking into consideration the determination coefficient of the equation and the physiological behavior of the fruits. For the five flowering times, there was a difference, in days, between the interval of emergence of floral structures and flowering (IDEF) as well as for the full flowering day (DPF). In the accumulation of heat in degree-days, the average was 460°GDD for all epochs. The behavior of (DE) and (DP) increased in days and degree-days until fruit maturation. The MF, at the beginning of the evaluations, presented behavior inversely proportional to the values of diameters, in days and Degree-days, followed by an increase until the maturation of the fruits. On

the other hand, DM was higher in the first weeks of evaluations, both in days and in Degree-days, followed by a gradual reduction until the physiological maturation of the fruits. The TCRMF and TCRMS both variables showed a decreasing behavior up to 95 DAA. TSS content, pH and Ratio increased fruit development. In contrast, AT decreased with fruit harvest. The horticultural maturity of lychee cv. Bengal cultivated in the microregion of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil occurs from 102 days after anthesis.

Keywords: Maturity. Lychee. Horticultural.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Distribuição dos setores do pomar de Litchi chinensis cv. Bengal, microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil23
- Figura 2 - Corte longitudinal de gema apical de lichia em estágio indiferenciado em aumento de 4x (A) e em 10x (B) e em estágio de diferenciação floral em 10x (C). Seta vermelha indicando a porção apical da gema, com células pequenas de baixo conteúdo celular, indicando elevada atividade meristemática. Setas pretas indicando as estruturas florais e ramificações das panículas em formação25
- Figura 3 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função dos dias31
- Figura 4 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’32
- Figura 5 - Evolução do Diâmetro polar de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função dos dias após antese33
- Figura 6 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’34
- Figura 7 - Evolução da Massa fresca de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função dos dias após antese36
- Figura 8 - Evolução da Massa fresca de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’37
- Figura 9 - Evolução da Massa seca de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% e * 5% pelo teste ‘t’39
- Figura 10 - Evolução da Massa seca de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’40
- Figura 11 -Evolução da taxa de crescimento relativo de massa fresca de frutos de lichieira cv. “Bengal” em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% e * 5% pelo teste ‘t’41
- Figura 12 - Taxa de crescimento relativo de massa seca, de frutos de lichieira cv. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de * 5% e ° 10% pelo teste ‘t’42
- Figura 13 - Evolução de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos L. chinensis var. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’44
- Figura 14 - Evolução do pH da polpa de frutos L. chinensis var. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste ‘t’45

Figura 15 - Evolução da acidez titulável de frutos de lichieira, cv. Bengal em função dos dias pós antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'	46
Figura 16 - Evolução do ratio (D), de frutos de lichieira, cv. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'	47
Figura 17 - Análise de Componentes Principais (ACP) com Agrupamento de Cluster para variáveis qualitativas de <i>L. chinensis</i> var. Bengal produzidos na microrregião de Belo Horizonte, MG, Brasil. Taxa crescimento relativo massa fresca (TCRMF); Taxa de crescimento relativo de massa seca (TCRMS); Massa fresca (MF); Diâmetro equatorial (DE); Diâmetro polar (DP); Graus-dia de desenvolvimento (GDD); Sólidos solúveis (SS); potencial hidrogeniônico (pH); Acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio)	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disposição dos setores, espaçamento das plantas, área, número de plantas do pomar de Litchi chinensis cv. Bengal, Mateus Leme, Minas Gerais, Bras24

Tabela 2 - Fluxos de florescimento de L. chinensis cv. Bengal (FF), dia da plena floração (DPF); dias entre o início Da brotação e o pleno florescimento (DBF) e acúmulo calor (ACC) necessário entre o surgimento das estruturas florais e o pleno florescimento29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%MS	Porcentagem da matéria seca dos frutos.
°GDD	Graus-dia de Desenvolvimento.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ACC	Necessidade de calor necessária até a abertura floral.
BBCH	Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie.
DAA	Dias após antese.
DE	Diâmetro equatorial.
DP	Diâmetro polar.
DPF	Dia de plena floração.
DBF	Dia entre o início da brotação e o pleno florecimento
FF	Fluxo de florecimento
IDERF	Intervalo de dias entre a emergência das estruturas reprodutivas e o florecimento.
MF	Massa fresca.
MS	Massa seca.
ONU	Organização das Nações Unidas.
TCRMF	Taxa de crescimento relativo de massa fresca.
TCRMS	Taxa de crescimento relativo da massa seca.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1. Localização da área experimental	23
2.2. Determinação de acúmulo de calor (°GDD)	24
2.3. Identificação de ramos.....	25
2.4. Procedimento experimental	26
2.5. Análises físico-químicas dos frutos.....	26
2.5.1 Diâmetro polar, diâmetro equatorial, massa fresca, massa seca e taxa de crescimento relativo.....	26
2.5.2. Sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e ratio.....	27
2.5. Delineamento experimental e análise de dados	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A *Litchi chinensis* Sonn subsp. *chinensis* (Sapindales: Sapindaceae) está entre as espécies com frutos de maior valor agregado e economicamente importantes do mundo, sendo a cultivar Bengal predominantemente cultivada no Brasil (PAXTON, 1986; PÉREZ, 2006; SANTOS, 2009; MENZEL; KUMAR *et al.*, 2012; KUMAR *et al.*, 2017). Originária da China, a lichieira apresenta melhor desempenho produtivo quando cultivada em condições subtropicais com limites de produção comercial estando entre 12 e 35° latitude (RIVERA-LÓPEZ *et al.*, 1999).

A lichia é muito apreciada no mercado consumidor nacional e internacional, apresenta grande valor comercial e potencial para gerar renda e empregos devido à demanda por mão-de-obra especialmente durante a colheita (MENZEL, 2002; TAKATA *et al.*, 2011). Entretanto, apesar de encontrarmos grandes produtores no exterior, ainda é uma cultura pouco explorada e carente de informações para as condições brasileiras, que são favoráveis ao desenvolvimento desta cultura (SANTOS *et al.*, 2021).

No entanto, as práticas de manejo adotadas no Brasil, muitas vezes reproduzem aquelas utilizadas em outras regiões produtoras do mundo, como China, Austrália e África do Sul, sem considerar devidamente as condições edafoclimáticas e os tratos culturais das regiões brasileiras (MARTINS; BASTOS; SCALOPPI-JUNIOR, 2001). Esse cenário pode resultar em problemas como fissuras e microfissuras no pericarpo, que podem ser causadas pela baixa resistência das células à expansão de tecidos (HUANG, 2005; MARBOH *et al.*, 2017; WANG *et al.*, 2021).

Embora as prováveis causas e mecanismos fisiológicos ainda não sejam completamente conhecidos, alguns pesquisadores descrevem que isto pode ocorrer em função do manejo nutricional associado às características da cultivar e fatores climáticos entre outros (UNDERHILL; CRITCHLEY, 1993; UNDERHILL; SIMONS, 1993; BRETAS, 2022). Conseqüentemente, essas pequenas microfissuras no pericarpo podem coalescer e formar rachaduras, acelerando a perda de água pós-colheita e levando à desidratação e dessecação do pericarpo (UNDERHILL.; CRITCHLEY, 1992; UNDERHILL; CRITCHLEY, 1995). Esse processo desencadeia o escurecimento enzimático e não enzimático, resultando na perda do principal atributo

de qualidade dos frutos (ZHANG, QUANTICK; GRIGOR, 2000; FREITAS, 2015;). Além disso, essas rachaduras podem atrair pragas e doenças, resultando em perdas de produção em campo (BRETAS, 2022).

A cor característica do pericarpo dos frutos da cultivar Bengal, que varia de vermelho rosado a vermelho intenso, juntamente com sólidos solúveis totais superior a 18 (°Brix), são atributos de qualidade essenciais que determinam o ponto de colheita. Além disso, outros índices podem ser considerados como tamanho, peso, acidez e o ratio (HOLCROFT; MITCHAM, 1996; NAKASONE; PAULL, 1998; KUMAR *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*; 2017, BRETAS, 2022). Porém, normalmente a coloração do pericarpo é a principal característica associada à maturação dos frutos (UNDERHIL; COATES; SAKS, 1997; NAKASONE; PAUL, 1998, MENZEL; WAITE, 2005, MOTA, 2009; FREITAS, 2015).

Portanto, visando evitar ou reduzir as perdas decorrentes das práticas genéricas e inadequadas de manejo de lichia no Brasil, é fundamental adotar estratégias que levem em consideração a inexistência de faixas de suficiência nutricional e outros protocolos de manejo para essa cultura (AGUILA, 2010; CAVALLARI, 2009; FREITAS, 2015; BRETAS, 2022) .Uma abordagem eficaz é compreender a fenologia da planta e a curva de crescimento dos frutos nas condições específicas de cultivo brasileiras, dividindo-as em fases e estabelecendo parâmetros preditivos para cada estágio (PÉREZ, 2006; CAVALLARI, 2009; FERREIRA *et al.* 2017;).

Dessa forma, é essencial adotar práticas de manejo adequadas e personalizadas para cada ambiente, levando em consideração as particularidades de cada cultivar e o ambiente de cultivo. Sendo assim, os frutos no início da safra, recém-amadurecidos (vermelho rosado), com teor de sólidos solúveis adequado e sem fissuras no pericarpo, devem ser priorizados para a exportação, enquanto frutos do meio da safra, totalmente maduros (vermelho vivo), podem ser exportados com algumas ressalvas, pois já apresentam fissuras.

Ao estabelecer essa estratégia de seleção e priorização dos frutos com base em suas fases de maturação, é possível minimizar as perdas e otimizar o valor comercial dos frutos de lichia no mercado brasileiro. Com isso, mesmo na ausência de diretrizes nutricionais específicas, é possível adotar práticas mais adequadas, visando maximizar a qualidade e a rentabilidade da produção de lichia (SCOTT *et al.*,

1982). Por isso, é de extrema importância estabelecer o ponto de maturidade hortícola adequado para os frutos de *L. chinensis*, levando em consideração uma série de fatores, como regime de chuvas, manejo da adubação, época de colheita e controle de temperatura (GRIERSON, 1995). Essa abordagem visa evitar danos pós-colheita e garantir a preservação da qualidade e do valor comercial dos frutos.

Na fruticultura, a curva de crescimento dos frutos são representações gráficas do crescimento e desenvolvimento dos frutos que representam e caracterizam os diferentes estágios, como o crescimento inicial, a fase de expansão, a maturação e a maturidade hortícola (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 1993; GRIERSON, 1995; RADUNZ *et al.*, 2015). No ínterim entre estas fases ocorrem alterações na taxa de crescimento, evolução do tamanho e massa de fruto, mudança na composição química e na coloração, entre outros fatores que resultam na formação dos atributos de qualidade (HOLCROFT; MITCHAM, 1996; NAKASONE; PAULL, 1998). Estas alterações são influenciadas por diferentes fatores edafoclimáticos e agrônômicos, como a disponibilidade de água e nutrientes, a intensidade luminosa, a temperatura, a umidade relativa do ar, poda e outros (CAVALLARI, 2009, REICHEL *et al.* 2017).

Portanto, o conhecimento das curvas de crescimento dos frutos permite ao fruticultor prever a maturidade hortícola e associar esta informação ao momento de maior e/ou menor oferta de frutos no mercado e, assim, planejar a produção e a comercialização de forma mais eficiente e compatível com a demanda do mercado nacional e internacional (GRIERSON, 1995). No entanto, a predição da maturidade hortícola, ainda que para mesma espécie, não deve ser generalista, devendo considerar a influência das condições ambientais, práticas culturais, características da cultivar, demanda de mercado, entre outros, visto que esses fatores influenciam diretamente o ponto de colheita em campo (GRIERSON, 1995).

Para isso, o fruticultor deve utilizar as informações das curvas de crescimento como uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão, mas também deve considerar outras variáveis e sua experiência prática. A determinação precisa do ponto de maturidade hortícola, balizada pelo entendimento da curva de crescimento e maturação do fruto é essencial para garantir a qualidade e a durabilidade dos frutos após a colheita (PÉREZ, 2006; MARTINS *et al.*, 2001; WEI *et al.*, 2013. Além disso, a colheita no momento correto pode influenciar diretamente no rendimento e na produtividade da cultura, porque reduz perdas em função do não atraso na colheita,

significando maior qualidade e aproveitamento dos frutos e, conseqüentemente, aumenta o rendimento da cultura (FERREIRA *et al.*, 2017).

Portanto, o objetivo é determinar a curva de crescimento de frutos de *L. chinensis* cv. Bengal para as condições de cultivo de Minas Gerais, Brasil e estabelecer parâmetros preditivos para cada fase de maturação dos frutos, a fim de otimizar a seleção e priorização para exportação, mercado local ou processamento, maximizando assim a rentabilidade da produção de lichia no mercado brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

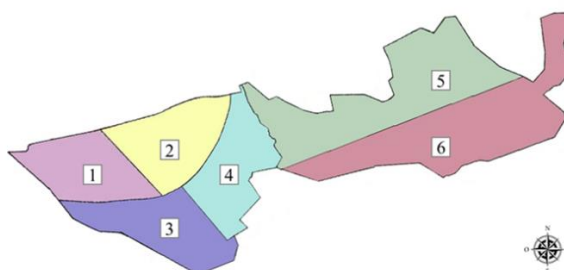
2.1. Localização da área experimental

O estudo foi realizado em pomar comercial, na microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (20° 01' 52" S e 44° 26' 05" O). O clima predominante da região é seco e quente com regime de chuvas de verão e, eventualmente, veranicos. As temperaturas oscilam entre 23 e 36 °C e 10 e 20 °C no verão e inverno, respectivamente. A precipitação total anual é de 1.564 mm, concentrada entre outubro e abril. O sistema de irrigação usado é o de microaspersão localizada, a necessidade e o manejo de irrigação é realizado com base em dados meteorológicos da área de cultivo, uso de tensiômetros e aberturas de trincheiras no solo, no período de menor precipitação e principalmente durante o florescimento até fase final de desenvolvimento dos frutos e conforme a necessidade da cultura.

A Topografia da área é irregular e está em uma altitude média de 830 m com manchas de solo e predominância de latossolo distrófico.

O pomar é formado por plantas *Litchi chinensis* cv. Bengal com 12 anos de idade, originadas a partir de mudas produzidas pelo método de alporquia. As plantas estão distribuídas em uma área de 26,41 ha dividida em seis setores (Figura 1) conforme a idade das plantas e espaçamento adotado (Tabela 1).

Figura 1 - Distribuição dos setores do pomar de *Litchi chinensis* cv. Bengal, microrregião de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil



Fonte: Sousa (2023).

Tabela 1 - Disposição dos setores, espaçamento das plantas, área, número de plantas do pomar de *Litchi chinensis* cv. Bengal, Mateus Leme, Minas Gerais, Bras

Setor	Espaçamento		Área (ha)	Nº de plantas
	Linhas	plantas		
1	9,0	6,0	3,08	571
2	9,0	6,0	3,32	615
3	9,0	6,0	3,30	611
4	9,0	6,0	3,23	599
5	9,5	9,5	6,61	733
6	9,5	9,5	6,87	761

Fonte: Sousa (2023).

2.2. Determinação de acúmulo de calor (°GDD)

O acúmulo de calor foi calculado na pré-floração, desde o início do lançamento das estruturas reprodutivas até abertura floral, correspondendo de maio a julho de 2022. Posteriormente, da antese até o amadurecimento dos frutos, correspondendo aos meses de outubro de 2022 a janeiro de 2023. O acúmulo de calor foi determinado utilizando a metodologia proposta por Arnold (1959) que considera apenas a temperatura basal inferior (T_b) no cálculo dos graus-dia (Equação 1).

$${}^{\circ}\text{GDD} = \sum_{i=1}^N (T - T_b) \quad \text{Equação 1}$$

Em que,

GDD = graus-dia de desenvolvimento, °C; T_M = temperatura máxima do dia, °C;

T_b = temperatura basal inferior, °C.

A temperatura basal é a temperatura na qual a planta é submetida e seu metabolismo é nulo, ou seja, a planta não apresenta ganho de energia. Com base na literatura, a temperatura basal para a cultura da lichia em geral é de 10 °C. Os dados ambientais para a determinação de acúmulo de calor foram coletados diariamente da estação meteorológica automática localizada na fazenda Olhos D'Água, (<https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IMATEU3>).

2.3. Identificação de ramos

Ramos produtivos de *L. chinensis* cv. Bengal foram previamente identificados no estágio de pré-floração, tomando-se como base o estágio 503 (milheto esbranquiçado) da escala BBCH para a lichia descrita por Weit *et al.*, 2013. Este estágio é caracterizado pelo intumescimento dos primórdios das gemas florais, fase em que as estruturas florais estavam visíveis, caracterizando o início do estágio de florescimento (Figura 2). Foram marcados quatro ramos por planta, sendo selecionadas, aleatoriamente, cinco plantas por setor, perfazendo um total de 30 plantas e 120 ramos avaliados.

Figura 2 - Corte longitudinal de gema apical de lichia em estágio indiferenciado em aumento de 4x (A) e em 10x (B) e em estágio de diferenciação floral em 10x (C). Setavermelha indicando a porção apical da gema, com células pequenas de baixo conteúdo celular, indicando elevada atividade meristemática. Setas pretas indicando as estruturas florais e ramificações das panículas em formação



Fonte: Sousa (2023).

Ao longo de um mesmo período de florescimento, que dura em média 60 dias, a lichieira pode emitir mais de um fluxo de florescimento, de modo que em uma mesma planta, serão observadas panículas florais com diferentes idades e estágios de desenvolvimento. Durante a instalação deste experimento, foram identificadas e avaliadas panículas resultantes de cinco fluxos de florescimento, para os quais avaliaram-se as seguintes características: data da plena floração, número de dias entre o início da brotação e o pleno florescimento (DBF) e o acúmulo térmico (ACC) necessário entre o surgimento das estruturas florais e o pleno florescimento (metodologia descrita no item 2.2.). Dezoito dias após antese (DAA) procedeu-se com

início das avaliações da curva de crescimento dos frutos das panículas dos diferentes fluxos de florescimento identificados.

2.4. Procedimento experimental

O diâmetro polar (DP), diâmetro equatorial (DE), massa fresca (MF), massa seca (MS%) e taxa de crescimento relativo de massa fresca (TCRMF) e seca (TCRMS) dos frutos foram medidas semanalmente entre os dezoito dias após a antese (DAA) até o amadurecimento 102 DAA. Os sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e ratio (SS/AT) foram determinados a partir dos 68 DAA em intervalos semanais até a maturação dos frutos.

2.5. Análises físico-químicas dos frutos

2.5.1 Diâmetro polar, diâmetro equatorial, massa fresca, massa seca e taxa de crescimento relativo

O diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE) foram medidos utilizando um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetro (mm). A massa fresca foi determinada a partir da pesagem dos frutos em balança semi-analítica (precisão de 0,0001g) e os resultados expressos em gramas (g). Para massa seca os frutos frescos foram pesados em balança semi-analítica (precisão de 0,0001g). Em seguida, o material foi colocado em uma estufa de secagem com circulação forçada de ar por até atingir peso constante (72 horas). Decorrido esse tempo, pesou-se novamente. O resultado foi expresso em porcentagem de matéria seca (% MS), sendo calculado a partir da Equação 2.

$$\%MS = (MS/MF) * 100 \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

%MS = porcentagem da matéria seca dos frutos (%); MS = peso dos frutos após secagem (g);

MF = peso dos frutos frescos (g)

A taxa de crescimento relativo foi determinada com base no acúmulo de

matéria fresca e seca total por meio da Equação 3:

$$TCR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1) = \text{g dia}^{-1}, \quad \text{Equação 3}$$

Em que,

$\ln W_1$ e $\ln W_2$ = variação do logaritmo neperiano da massa seca e fresca entre dois períodos e T_1 e T_2 = variação de tempo entre os períodos.

2.5.2. Sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e ratio

Frutos de lichia foram comprimidos manualmente e o suco homogêneo da polpa obtido foi usado para a determinação dos sólidos solúveis por meio de refratometria, usando-se refratômetro digital (ATAGO PR-100) e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 1997). A acidez foi determinada por titulação de 5 mL de suco obtido extraído dos frutos e titulação NaOH 0,05 N tendo como indicador três gotas de fenolftaleína sendo anotado o volume gasto para composição do cálculo da acidez titulável (AOAC, 1997). A acidez titulável foi determinada por meio da equação 4:

$$AT = V \times f \times M \times 100 / P \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

AT= Acidez titulável: expressa em (g/mL) assumindo o ácido málico como ácido predominante no suco de lichia

V= volume gasto de NaOH;

M= molaridade da solução de NaOH utilizada;

P= massa de amostra utilizada;

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado utilizando um peagâmetro digital. O ratio foi calculado pela relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

2.5. Delineamento experimental e análise de dados

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com 5 tratamentos correspondentes a 5 fluxos de floração e 6 repetições. As médias obtidas foram submetidas a análise de regressão e o modelo de ajuste da equação foi escolhido levando em consideração o coeficiente de determinação da equação e o comportamento fisiológico dos frutos, considerando os níveis de significância de ° 10%; * 5% e ** 1% pelo teste 't'. As avaliações foram realizadas em intervalos de sete dias. O Sistema para Análises Estatísticas, Programa SAEG® versão 9.1 de 2007 foi usado para as análises estatísticas. O Sigma Plot® versão 14.0 foi utilizado para confecção dos gráficos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinco fluxos de florescimento foram identificados ao longo do período de floração. O intervalo de dias entre a emergência das estruturas reprodutivas e o florescimento (IDERF) foi distinto para cada um desses surtos. Todavia, o acúmulo de calor foi semelhante ($X= 469$) entre eles (Tabela 3).

Tabela 2 - Fluxos de florescimento de *L. chinensis* cv. Bengal (FF), dia da plena floração (DPF); dias entre o início Da brotação e o pleno florescimento (DBF) e acúmulo calor (ACC) necessário entre o surgimento das estruturas florais e o pleno florescimento

Fluxo de florescimento	Data de plena floração	DBF	ACC
1	09/set	67	466,98°
2	15/set	59	460,95°
3	26/set	56	490,68°
4	03/out	20	464,09°
5	17/out	41	467,28°

Fonte: Sousa, (2023).

Embora o número de dias entre a brotação e o pleno florescimento seja distinto entre os fluxos de florescimento observados, a demanda térmica entre eles é semelhante. Tal resultado é explicado pela demanda específica de acúmulo de temperatura da lichieira cultivada nas condições da microrregião de Belo Horizonte para iniciar a emergência das estruturas reprodutivas e atingir a plena floração, independentemente do fluxo de floração. Isso indica que, independentemente do momento em que ocorre o início do florescimento e o dia de plena floração, a quantidade de calor acumulado necessário para o florescimento é próxima entre todos os fluxos.

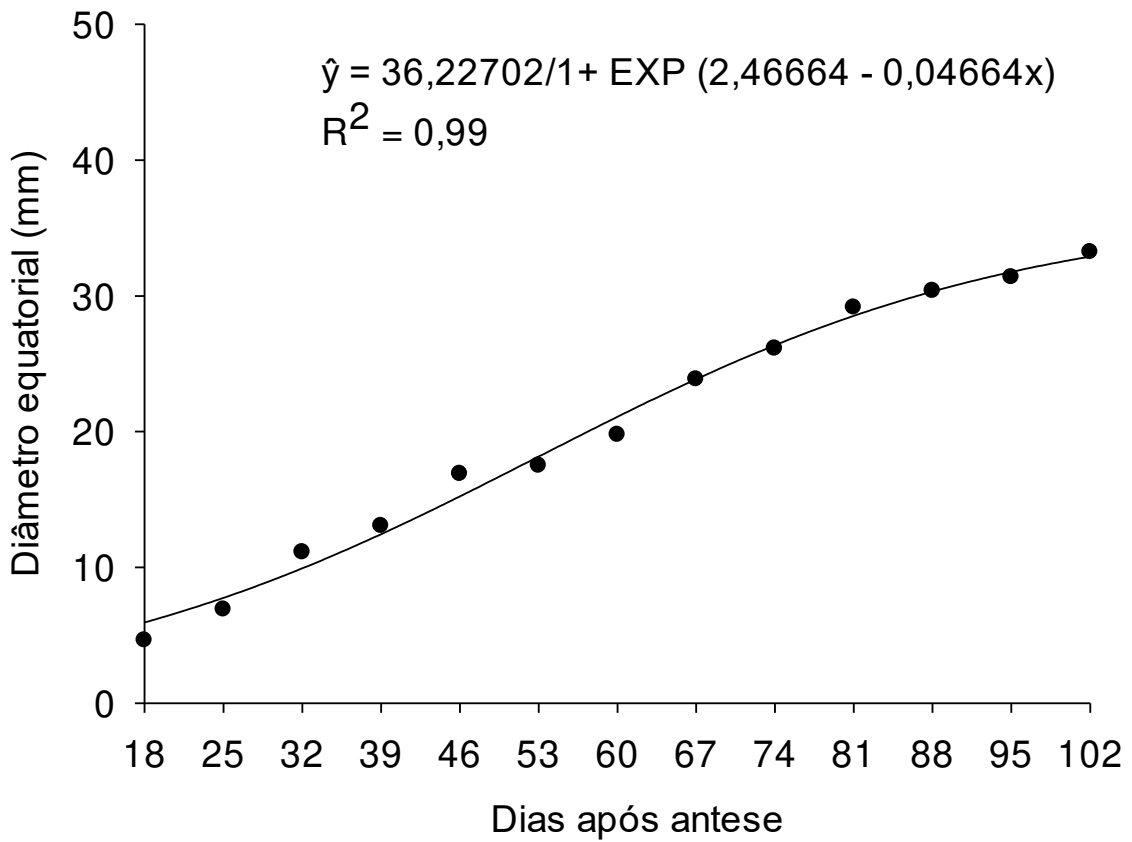
Esses resultados evidenciam a existência de variabilidade entre os fluxos de floração, principalmente entre os primeiros e últimos fluxos. Essas variações são influenciadas pelas condições ambientais, uma vez que os primeiros fluxos de floração ocorrem durante um período de temperaturas mais baixas, que tendem a retardar o desenvolvimento das estruturas florais (PÉREZ, 2006; CAVALLARI, 2009;). Todavia, os fluxos mais tardios, quando as temperaturas são mais elevadas, o tempo necessário para o florescimento é menor (NAKATA; WATANABE, 1966).

Entretanto, o desenvolvimento dos frutos pode ser menos influenciado pelas diferenças nos fluxos de floração e mais dependente de outros fatores, como o

ambiente pós-florescimento e o processo de maturação (NAKATA; WATANABE, 1966; PÉREZ, 2006; CAVALLARI, 2009;). Sendo que esses resultados podem estar relacionados a diferentes mecanismos fisiológicos e bioquímicos que regulam e sincronizam o amadurecimento dos frutos. Essa sincronização pode ser resultado de uma série de interações complexas entre os tecidos reprodutivos e os tecidos do fruto, envolvendo a comunicação celular, a transdução de sinais e a regulação hormonal. Além disso, os mecanismos de regulação interna da planta, como o equilíbrio hormonal, podem desempenhar um papel fundamental na sincronização do amadurecimento dos frutos (NAKATA; WATANABE, 1966).

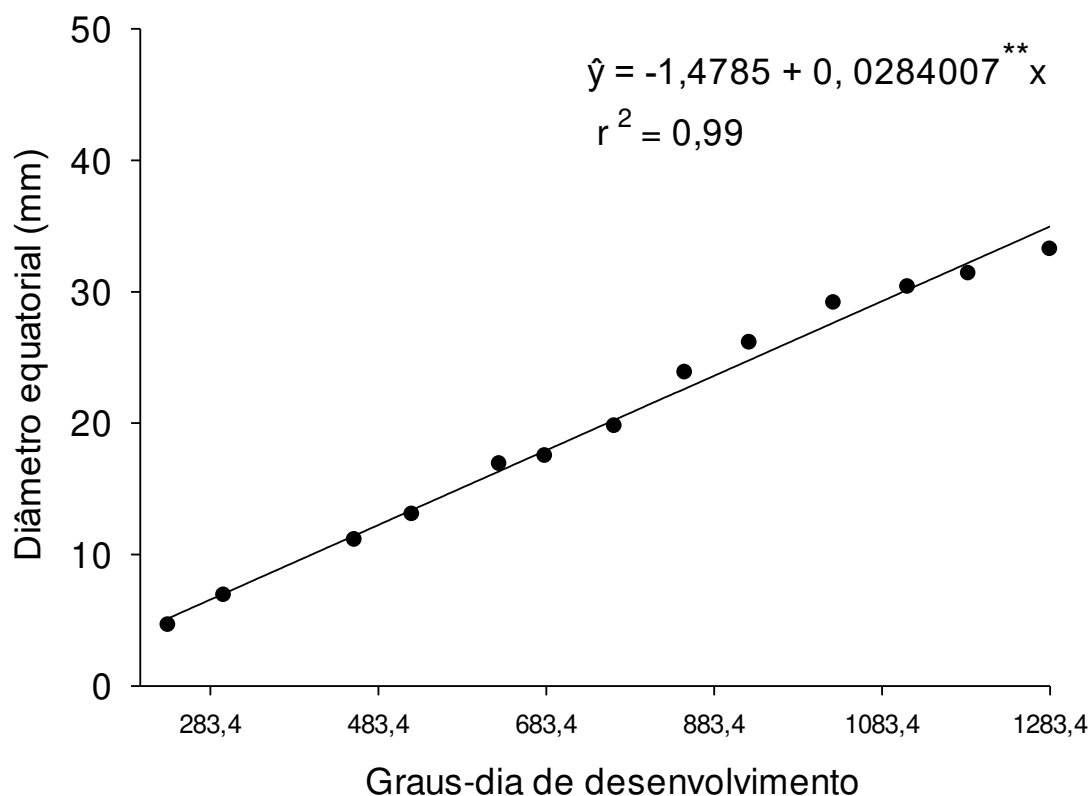
O comportamento do diâmetro equatorial dos frutos foi descrito por um modelo exponencial, apresentando um coeficiente de determinação de 0,99, indicando um ajuste adequado aos dados (Figura 3). Ao longo do tempo, observou-se um crescimento progressivo do diâmetro equatorial dos frutos, atingindo seu valor máximo próximo aos 102 dias após a antese. Nesse período, o diâmetro aumentou de 4,62 mm para 33,23 mm, ou seja, ocorreu um aumento de aproximadamente 7,2 vezes em relação ao valor inicial (Figura 3). De maneira semelhante, o comportamento dos Graus-dia foi analisado utilizando um modelo de regressão linear simples, que também apresentou um coeficiente de determinação de 0,99, indicando uma boa aderência aos dados (Figura 4). Os Graus-dia aumentaram progressivamente até atingir um ponto de estabilização após aproximadamente 102 dias após a antese (Figura 4).

Figura 3 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de lichieira cv. "Bengal" em função dos dias após antese



Fonte: Sousa, (2023)

Figura 4 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de lichieira cv. "Bengal" em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



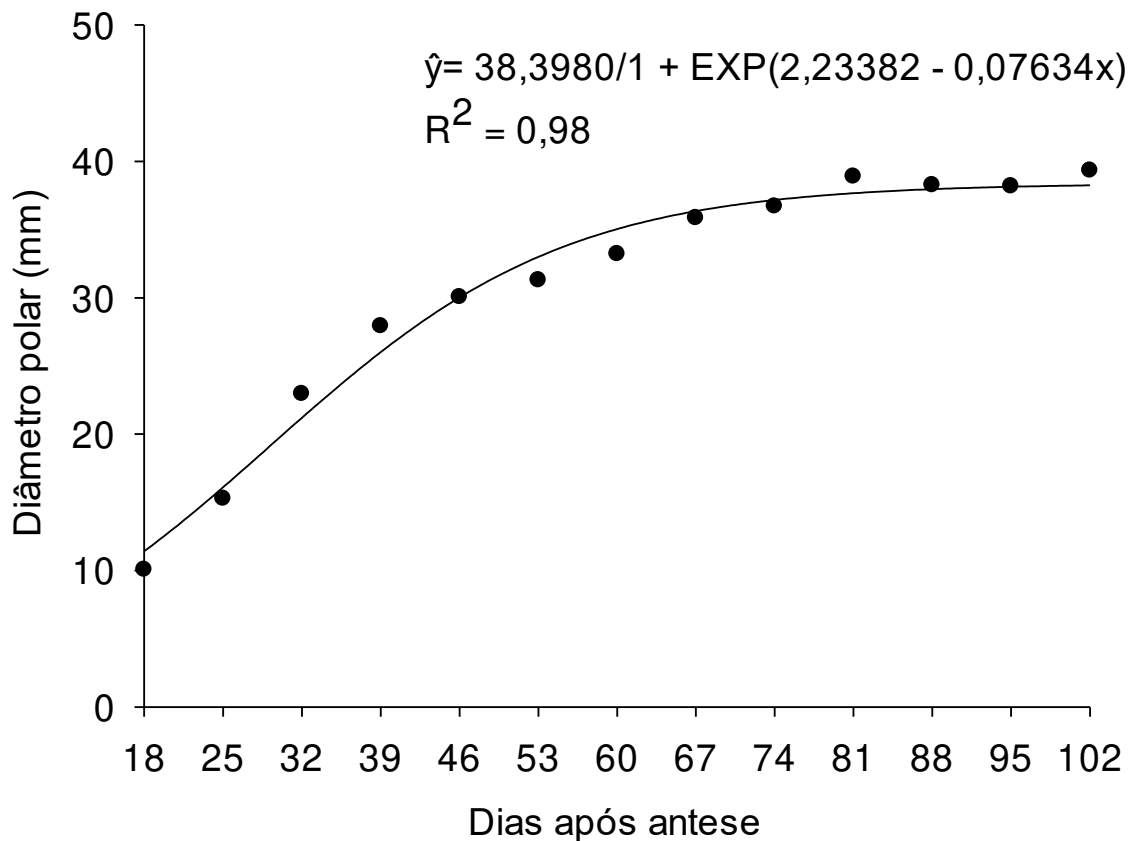
Fonte: Sousa, (2023).

Durante a fase inicial, ocorre um rápido crescimento do diâmetro e acúmulo de Graus-dia, seguido por uma estabilização desses parâmetros. Esse padrão indica que a fase de crescimento dos frutos é intensa durante o período analisado, e uma vez que atinge um ponto crítico de desenvolvimento, as dimensões e o acúmulo de calor necessário para a maturação dos frutos se estabilizam. Estes resultados são semelhantes aos descritos por Salomão *et al.*, 2006 em estudos de desenvolvimento de frutos de lichia 'Bengal'. Esses autores relatam que o crescimento do arilo é a principal característica responsável pelo crescimento dos frutos no sentido transversal.

O crescimento do diâmetro polar dos frutos ao longo do tempo foi descrito pelo modelo exponencial, com um coeficiente de determinação de 0,98 (Figura 5). Observou-se um aumento progressivo do diâmetro polar dos frutos até atingir o valor máximo aos 88 dias após a antese (Figura 5). Ao considerar a relação entre o diâmetro polar dos frutos e o acúmulo de calor em Graus-dia, utilizou-se o modelo de raiz

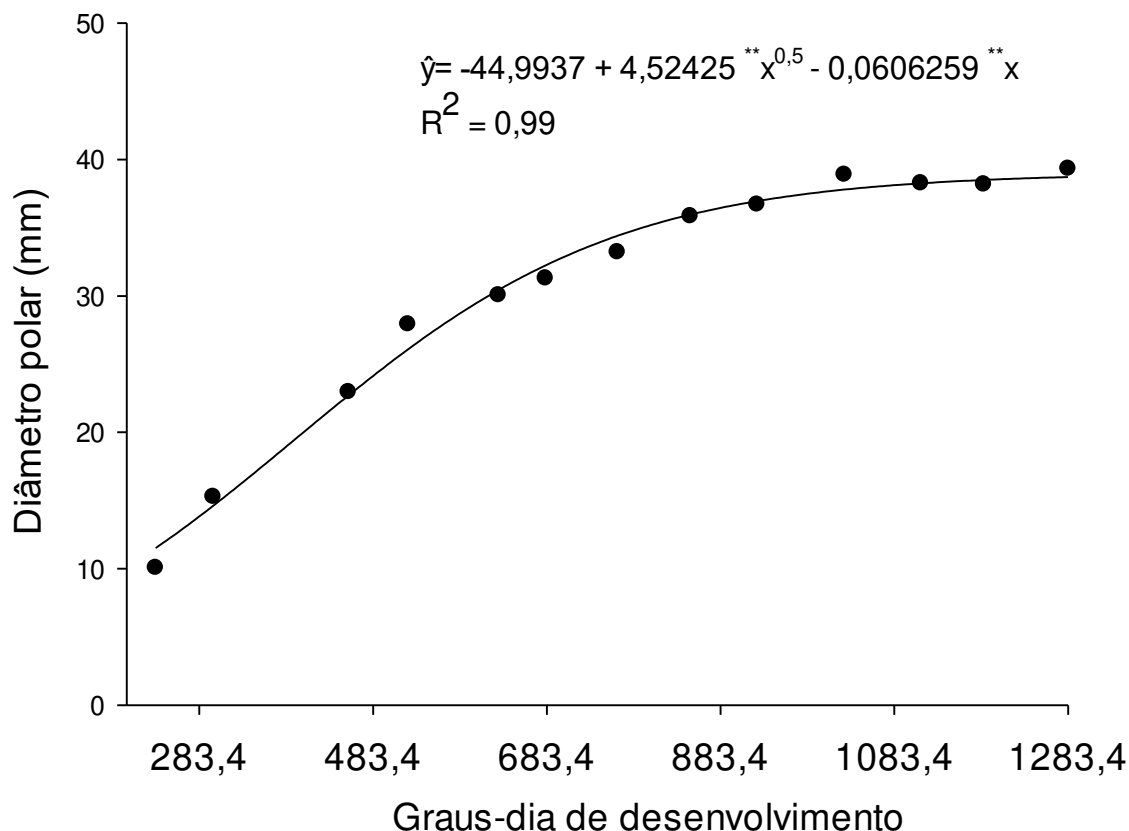
quadrada, que apresentou o melhor ajuste com um coeficiente de determinação de 0,99 (Figura 6). Nesse caso, o diâmetro polar dos frutos aumentou progressivamente até atingir aproximadamente 1083,4° Graus-dias após a antese (Figura 6).

Figura 5 - Evolução do Diâmetro polar de frutos de lichieira cv. "Bengal" em função dos dias após antese



Fonte: Sousa, (2023).

Figura 6 - Evolução do Diâmetro equatorial de frutos de licheira cv. "Bengal" em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



Fonte: Sousa, (2023).

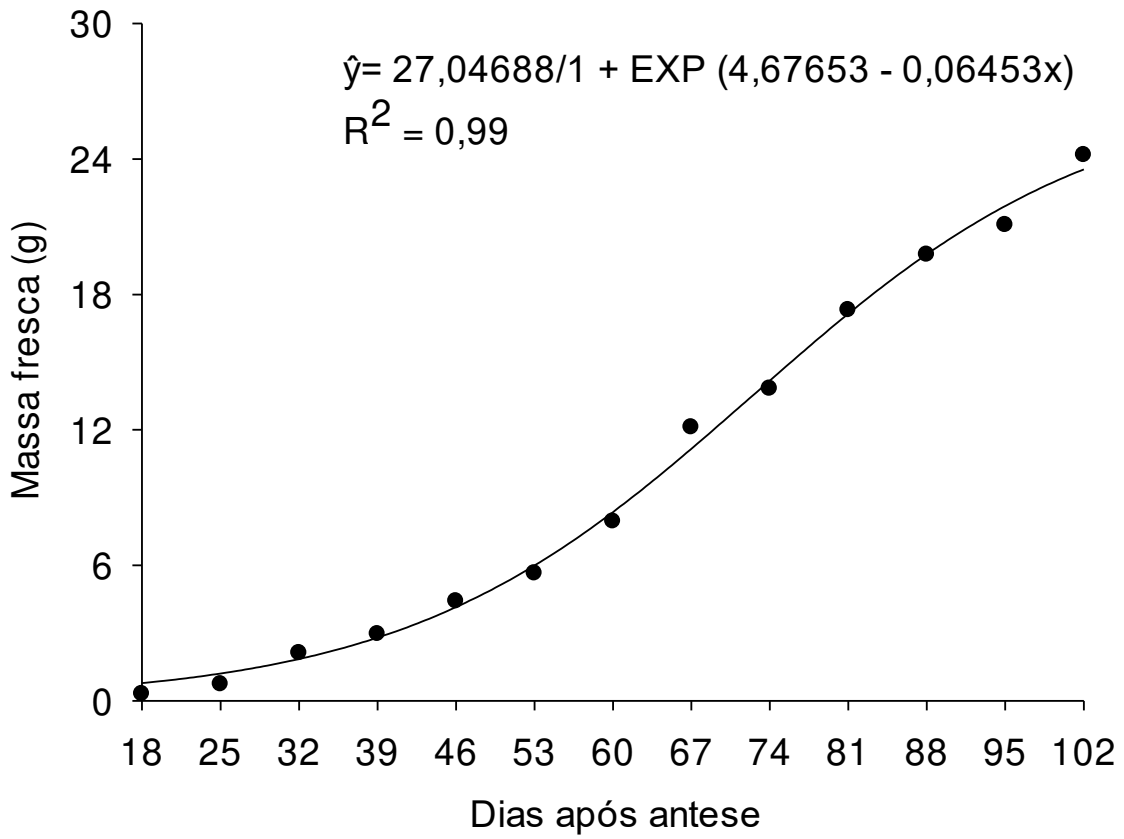
Esses resultados evidenciam a relação entre o desenvolvimento do diâmetro polar dos frutos e o acúmulo de calor em Graus-dia. O crescimento do diâmetro polar foi observado até determinados períodos de tempo e acúmulo de calor, sugerindo uma fase de crescimento ativa. Após esses pontos críticos, houve uma estabilização do diâmetro polar, indicando que o crescimento dos frutos se encerrou nesse estágio de desenvolvimento.

O fruto de *L. chinensis* origina-se de panículas terminais (cimosas) ou mistas e conforme seu desenvolvimento, o pericarpo diferencia-se morfológicamente em três zonas distintas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo (COSTÉS, 1988; NACIF *et al.*, 2002). Durante o desenvolvimento inicial, o epicarpo consiste em uma cutícula contínua e espessa, que se afina, em parte, devido à rápida expansão do pericarpo e do arilo (BRETAS, 2022). A Lichia é uma drupa (NACIF, 1997) que completa seu desenvolvimento fisiológico entre 77 e 112 dias após o florescimento, ou seja, seu

ponto médio de amadurecimento fisiológico (MENZEL; SIMPSON, 1994; SALOMÃO *et al.*, 2006), ou cerca de 2,5 meses após a frutificação (WEI *et al.* 2013). Na literatura, o padrão de desenvolvimento dos frutos para várias cultivares, incluindo a cultivar Bengal, considera duas fases bem distintas: primeiramente ocorre o crescimento do pericarpo, seguido da semente, e posteriormente do crescimento rápido do arilo (JAISWAL *et al.*, 1982; HUANG *et al.*, 1983; HIEKE *et al.*, 2002; HUANG, 2004; PEREIRA; MITRA, 2004; WEI *et al.*, 2013). Com isso, este aumento de diâmetros dos frutos de lichia até próximo à colheita ocorre em função do desenvolvimento do conjunto desses tecidos (FERREIRA *et al.*, 2017; SALOMÃO *et al.*, 2006).

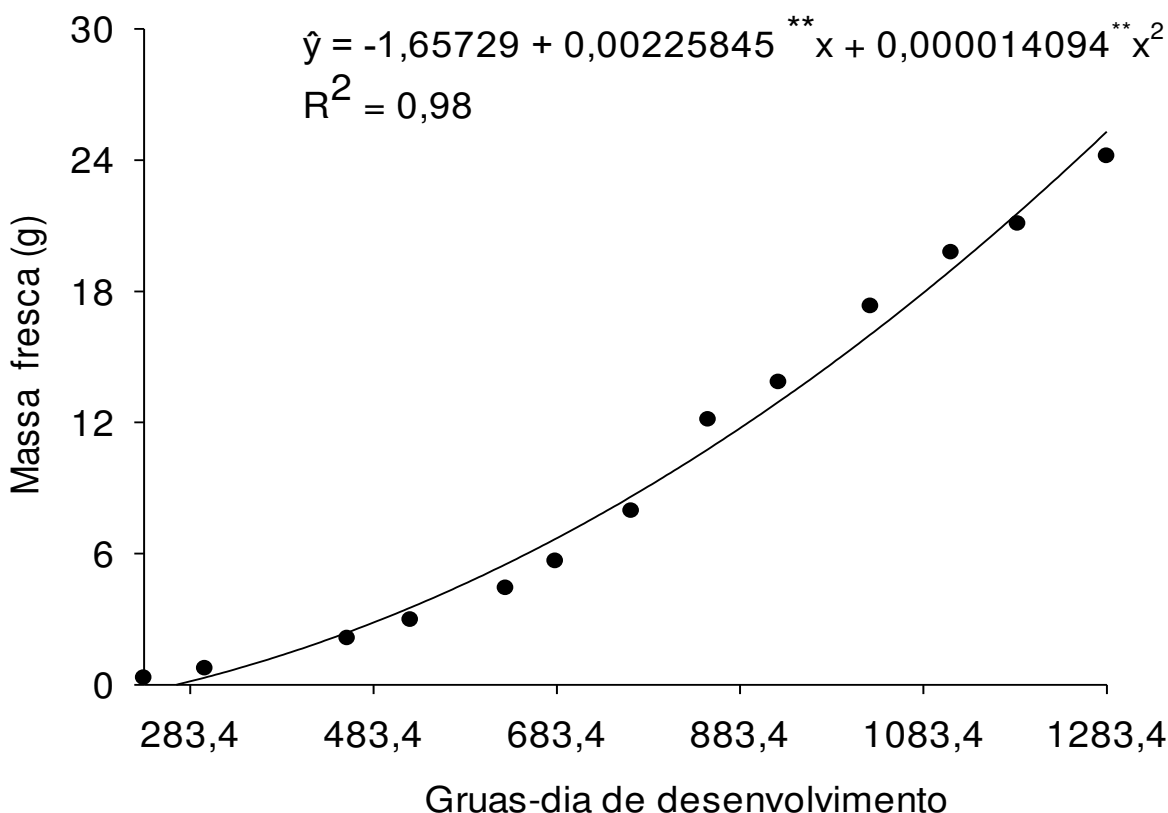
A massa fresca dos frutos ao longo do tempo foi descrita pelo modelo exponencial, apresentando um coeficiente de determinação de 0,99 (Figura 7). Observou-se que a massa fresca dos frutos aumentou progressivamente até atingir valores próximos à maturação. Ao considerar a relação entre a massa fresca dos frutos e o acúmulo de calor em Graus-dia, utilizou-se o modelo de raiz quadrada, que obteve o melhor ajuste com um coeficiente de determinação de 0,98 (Figura 8). Nesse caso, a massa fresca inicialmente apresentou um comportamento inversamente proporcional aos valores de diâmetro, com valores próximos de zero, cerca de 0,3 g, tanto em dias quanto em Graus-dia (Figura 7). Em seguida, ocorreu um aumento gradual da massa fresca dos frutos até próximo ao estágio de maturação.

Figura 7 - Evolução da Massa fresca de frutos de licheira cv. "Bengal" em função dos dias após antese



Fonte: Sousa, (2023).

Figura 8 - Evolução da Massa fresca de frutos de licheira cv. "Bengal" em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

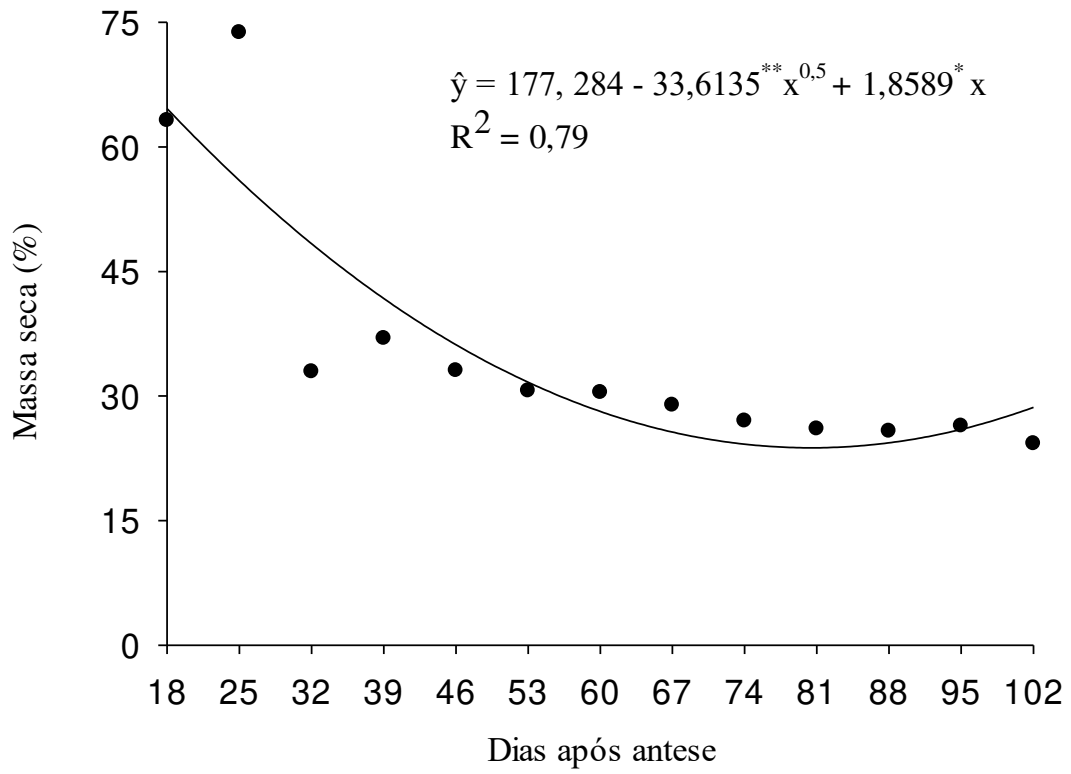
Esses resultados evidenciam a relação entre o crescimento da massa fresca dos frutos, o tempo e o acúmulo de calor em graus-dia. A massa fresca dos frutos aumentou conforme o tempo avançava, indicando um crescimento contínuo até próximo à maturação. Além disso, a relação entre a massa fresca e o diâmetro dos frutos sugere uma interação complexa entre essas variáveis durante o processo de crescimento e desenvolvimento dos frutos. Esse menor acúmulo logo após a antese pode ser atribuído ao fato de que, naturalmente, no estágio inicial os frutos estão em formação e expansão do pericarpo, arilo e semente, por isso apresentam menor massa fresca. Além disso, esses frutos apresentam um menor teor de água, resultando em um ganho de massa fresca reduzido. No entanto, à medida que o tempo avança e ocorre o desenvolvimento dos frutos, espera-se um aumento progressivo na matéria fresca, chegando ao pico de crescimento próximo à maturação fisiológica. Em contraste, nossos resultados divergem dos encontrados por Ferreira *et al.*, (2017), que observaram um aumento intenso na matéria fresca dos frutos ao longo de todo o

ensaio, com valores de 0,51 e 0,13 g 15 dias após o vigamento nas duas regiões de estudo. Essas discrepâncias no padrão de desenvolvimento dos frutos podem ser atribuídas às características da cultivar (FERREIRA *et al.*, 2017).

Outro fator que pode estar associado a esta diminuição da massa fresca é a presença de frutos com sementes abortadas também chamados “língua de galinha”, os quais possuem sementes pequena e murchas que posteriormente será envolvida por um maior volume do arilo, mas que nesse momento o volume ainda é pequeno, pois os frutos estão em processo de desenvolvimento (HUANG, 2005; MOTTA, 2009). Esta característica é desejável pelos produtores e consumidores em função do maior percentual de polpa dos frutos. Existem alguns cultivares com altos índices de sementes abortadas, alguns até quase sem sementes, e frequentemente, devido a maior quantidade de arilo, atingem preços mais altos no mercado. No entanto, esta característica particular de cada cultivar, varia a cada colheita e de pomar para pomar, bem como torna a fruta mais suscetível à seca em função da maior demanda por água, mais também é dependente do manejo e das condições ambientais (HUANG, 2005; MOTTA, 2009).

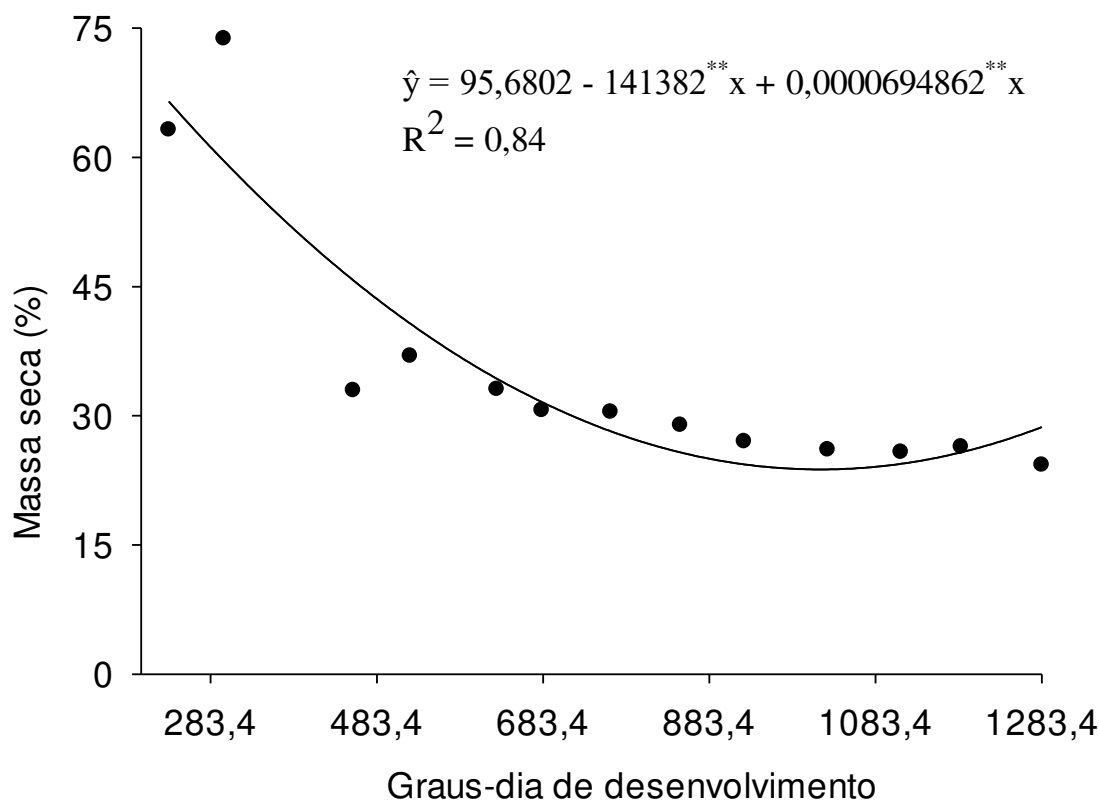
O modelo de raiz quadrada foi o que melhor se ajustou para descrever o comportamento fisiológico de crescimento da matéria seca dos frutos, tanto em dias (coeficiente de determinação de 0,79) quanto em graus-dia (coeficiente de determinação de 0,84) (Figuras 9 e 10). Esses coeficientes de determinação indicam que o modelo utilizado é capaz de explicar uma parte significativa da variação observada na matéria seca dos frutos ao longo do tempo e em relação ao acúmulo de calor. Observou-se que a porcentagem de matéria seca apresentou valores elevados nas primeiras semanas de avaliação, tanto em dias quanto em graus-dia, com médias de 63% e 73%, respectivamente. Isso indica um maior acúmulo de matéria seca nos frutos durante as fases iniciais de crescimento. No entanto, em seguida, ocorreu uma redução gradual na porcentagem de matéria seca dos frutos até atingir a maturação fisiológica (Figuras 9 e 10)

Figura 9 - Evolução da Massa seca de frutos de licheira cv. "Bengal" em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% e * 5% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

Figura 10 - Evolução da Massa seca de frutos de lichieira cv. "Bengal" em função do acúmulo de calor. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



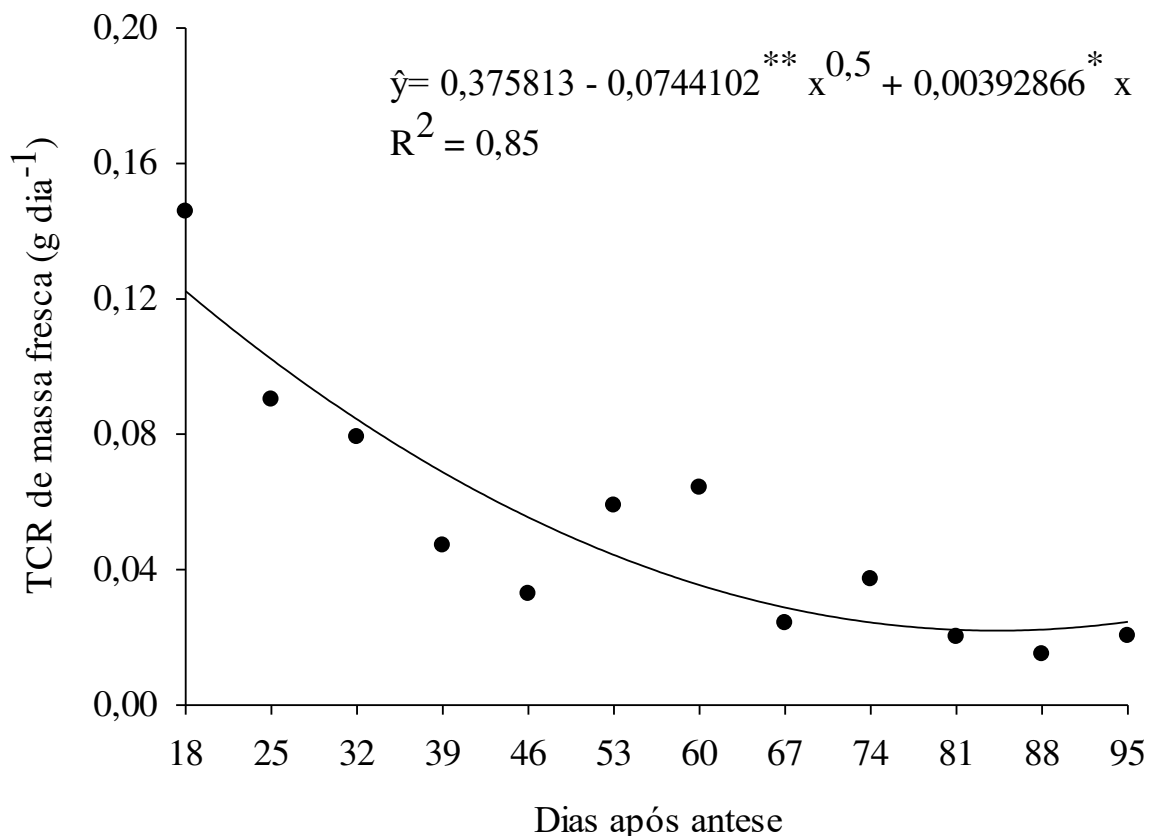
Fonte: Sousa (2023).

Esses resultados sugerem que o acúmulo de matéria seca nos frutos não é contínuo ao longo de todo o período de crescimento, mas sim sujeito a variações ao longo do tempo. Possivelmente, fatores como a taxa de fotossíntese, translocação de nutrientes e metabolismo dos tecidos dos frutos desempenham um papel importante na dinâmica da matéria seca durante o seu desenvolvimento. Este comportamento de percentagem de matéria seca inicial se dá pela relação da menor quantidade inicial de massa fresca e aumento do teor de matéria seca nos frutos, com isso há aumento dos valores de matéria seca. Tal resultado difere dos encontrados por Salomão *et al.* (2006), que dividiram em três fases o desenvolvimento dos frutos, onde observaram um lento acúmulo de massa seca na primeira fase.

O modelo de raiz quadrada foi o que apresentou melhor ajuste para descrever o comportamento de crescimento da taxa de crescimento relativo de massa fresca e seca dos frutos, com coeficientes de determinação de 0,85 e 0,58, respectivamente (Figuras 11 e 12). Esses coeficientes indicam que o modelo utilizado é capaz de

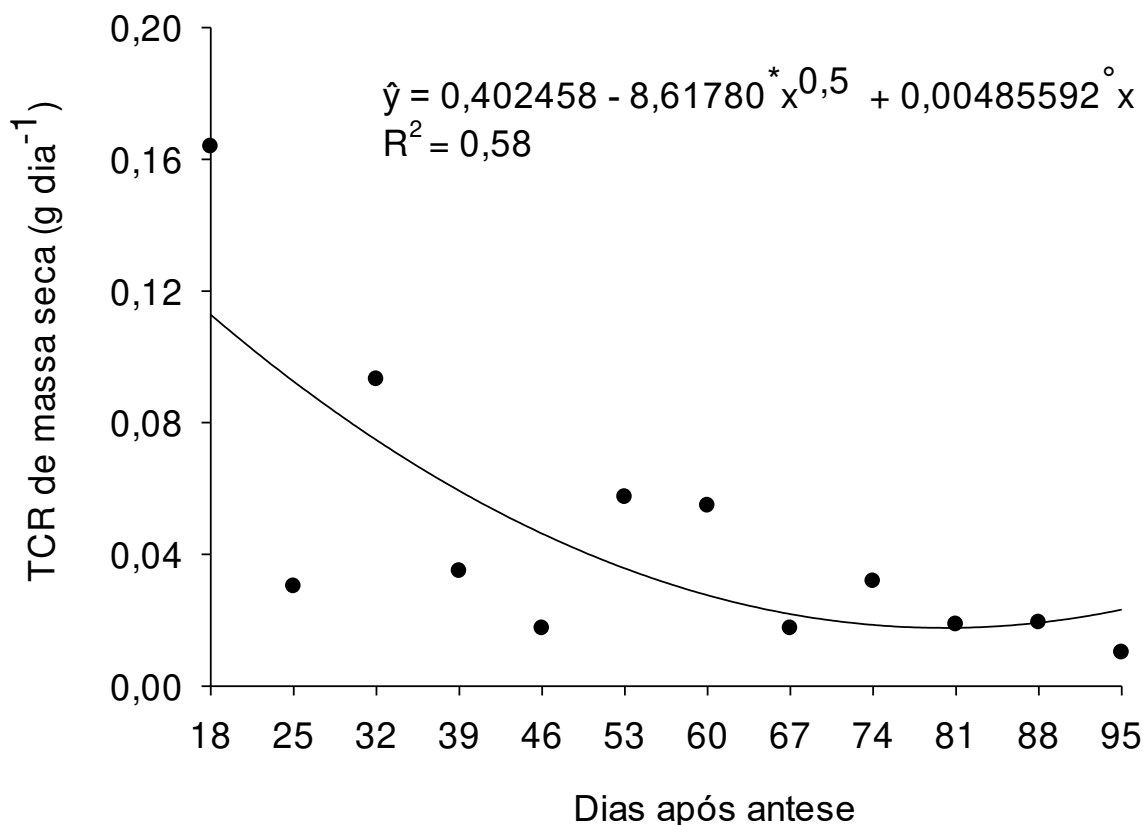
explicar uma parte significativa da variação observada na taxa de crescimento relativo dessas variáveis ao longo do tempo. Tanto a taxa de crescimento relativo de massa fresca quanto a taxa de crescimento relativo de massa seca apresentaram um comportamento decrescente ao longo do tempo, atingindo seu menor valor aos 95 dias após a antese (Figuras 11 e 10). Isso indica uma desaceleração no ganho de peso dos frutos conforme o tempo avança. É interessante notar que o maior ganho em massa fresca e seca dos frutos ocorreu nos primeiros 39 dias de desenvolvimento, seguido por uma redução gradual até próximo aos 95 dias após a antese (Figuras 11 e 12). Com base nessas informações os produtores podem realizar uma adubação mais eficiente, sabendo quais as fases de maior demanda de nutrientes e água pelas plantas.

Figura 11 -Evolução da taxa de crescimento relativo de massa fresca de frutos de licheira cv. “Bengal” em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1%e * 5% pelo teste ‘t’



Fonte: Sousa (2023).

Figura 12 - Taxa de crescimento relativo de massa seca, de frutos de lichieira cv. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de * 5% e ° 10% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

Esses resultados sugerem que o período inicial é caracterizado por um crescimento mais rápido dos frutos, enquanto a taxa de crescimento diminui à medida que os frutos se aproximam da maturação fisiológica. As taxas de crescimento relativo de massa fresca e seca fornecem informações importantes sobre o ganho real de peso dos frutos e sua velocidade de crescimento ao longo do tempo. Esses parâmetros são úteis para entender a dinâmica do crescimento dos frutos e podem ser úteis no manejo agrícola para otimizar a produção. Na fase inicial, é quando ocorre, portanto, o real ganho de massa relativa dos frutos. Após esse período, a taxa de crescimento se mantém estável, indicando que ocorre apenas o enchimento dos frutos (HUANG, 2004; WEI *et al.*, 2013).

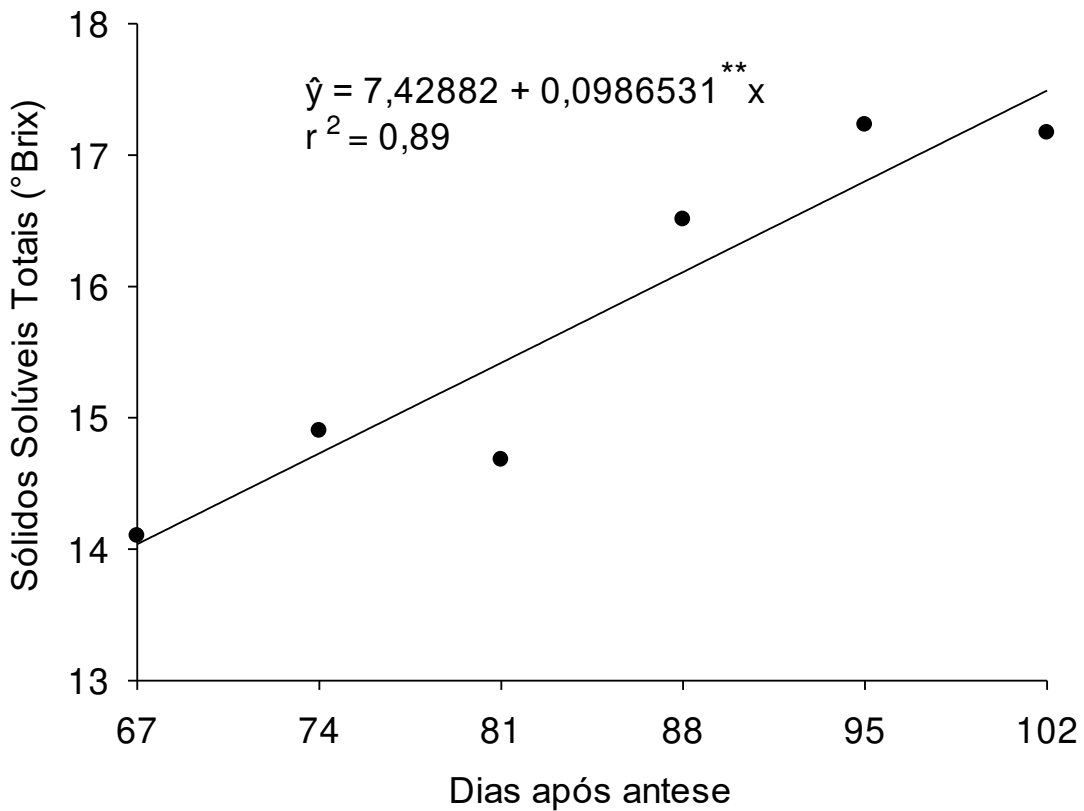
O modelo de regressão linear simples foi o que apresentou melhor ajuste para explicar o comportamento das variáveis de sólidos solúveis totais (°Brix), pH de polpa, acidez titulável e ratio de frutos de lichieiras, com coeficientes de determinação de

0,89, 0,96, 0,81 e 0,81, respectivamente. Isso significa que esses modelos foram capazes de descrever uma parte significativa da variação observada nessas variáveis ao longo do tempo. Desde o início das avaliações, foi observado um aumento progressivo no teor de sólidos solúveis totais, partindo de 14,1 °Brix e atingindo o valor máximo de 18 °Brix aos 95 dias após a antese (Figura 13). Isso indica um aumento na concentração de açúcares solúveis nos frutos ao longo do desenvolvimento. O pH da polpa também sofreu alterações ao longo do tempo, passando de 2,97 aos 67 dias após a antese para cerca de 4,08 no momento de máxima maturação (Figura 14). Essa mudança indica uma diminuição na acidez da polpa dos frutos durante o amadurecimento. Em contraste, a acidez titulável apresentou uma tendência decrescente durante o desenvolvimento dos frutos, diminuindo de 41,4 g/ml para 11,89 g/ml próximo à maturação fisiológica (Figura 15). Isso indica uma redução na concentração de ácidos presentes nos frutos à medida que eles amadurecem. Por outro lado, a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável apresentou um aumento significativo até cerca de 102 dias após a antese (Figura 16). Essa relação é importante para a avaliação do equilíbrio entre açúcares e ácidos nos frutos e pode afetar diretamente a percepção sensorial de sabor e qualidade.

Os frutos de *L. chinensis* no início do desenvolvimento são de coloração verde, no entanto, ao longo do processo de maturação estes tornam-se avermelhados, isto ocorre devido a degradação das moléculas de clorofila e a síntese de antocianinas (WANG *et al.*, 2007; KUMAR *et al.*, 2012). O arilo, que é a parte carnosa na superfície da semente, é gelatinoso, translúcido, suculento e não aderente à semente, podendo compreender até 80 % dos frutos e apresentar sabor doce e aromático nas melhores cultivares (MENZEL, 2002). A qualidade dos frutos é atribuída às suas características físicas externas (coloração da casca, tamanho e forma do fruto), e internas conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos da polpa, responsáveis pelo sabor, aroma e valor nutritivo (LIMA *et al.* 2010.; DEMBITSKY *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*; 2012). Esses resultados destacam a dinâmica das propriedades físico-químicas dos frutos durante seu desenvolvimento. Isto ocorreu, porque ao longo da maturação, os ácidos orgânicos dos frutos são quebrados e transformados em açúcares solúveis, aumentando os sólidos solúveis e o pH do arilo em mesma proporção (Figura 13 e 14), alterando o sabor doce em relação ao ácido da fruta próximo do ponto de colheita (Figura 16) (LIMA *et al.*, 2010.; DEMBITSKY *et al.*, 2011; WEI *et al.*, 2013). Naturalmente na fase de maturação dos frutos, os teores de sólidos

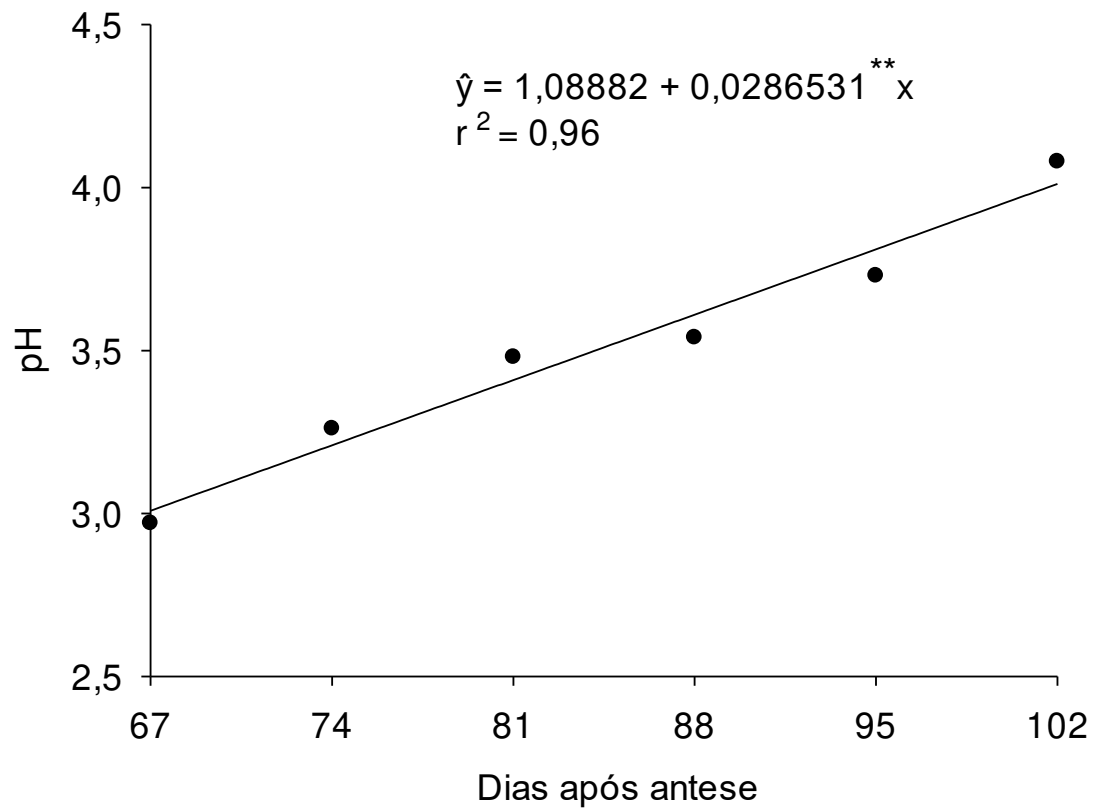
solúveis aumentam e a acidez titulável reduz. Esta redução acontece em função da sua transformação em açúcares ou devido ao uso como substrato no processo respiratório durante a maturação (FERREIRA *et al.*; 2017).

Figura 13 - Evolução de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos *L. chinensis* var. Bengalem função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



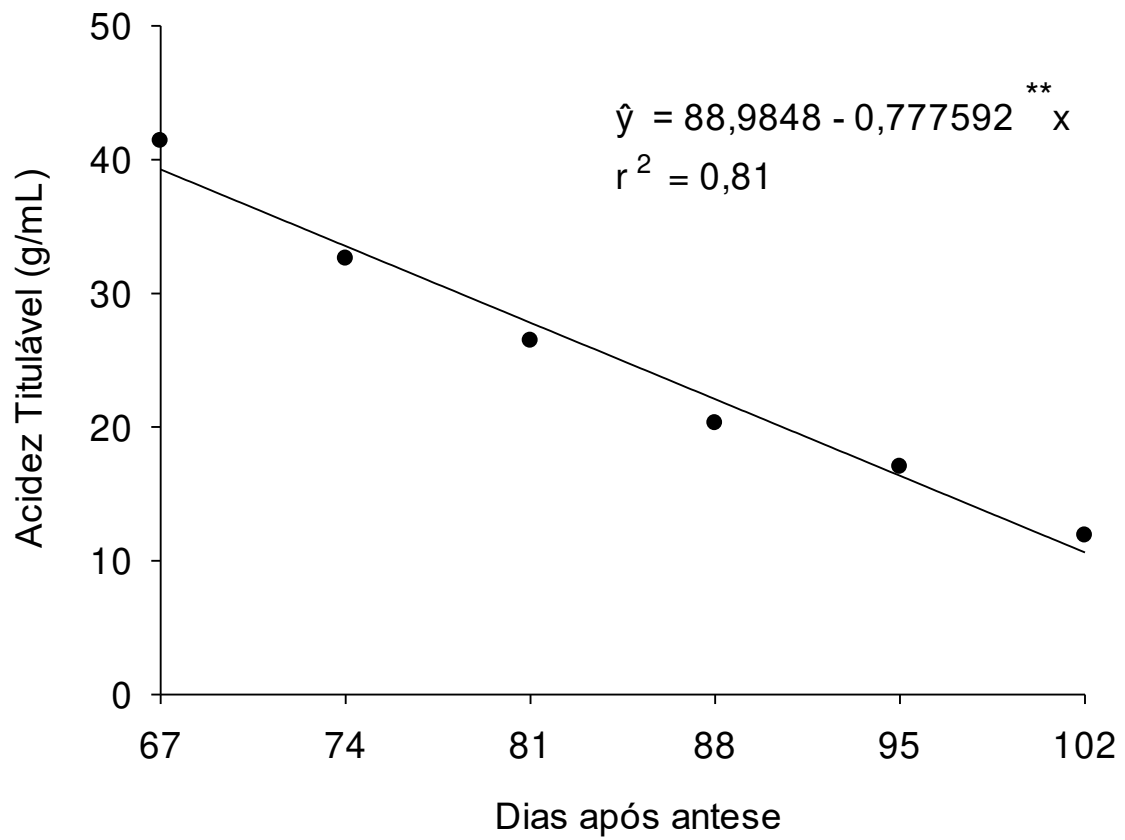
Fonte: Sousa (2023).

Figura 14 - Evolução do pH da polpa de frutos *L. chinensis* var. Bengal em função dos dias após antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

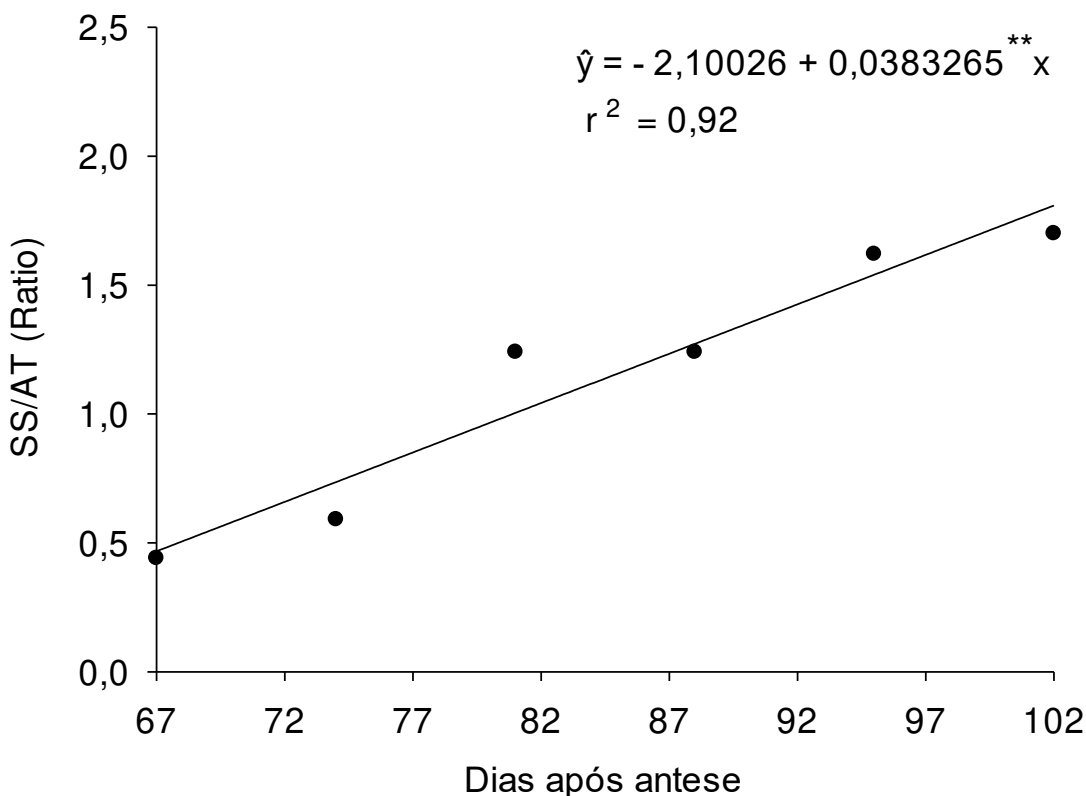
Figura 15 - Evolução da acidez titulável de frutos de lichieira, cv. Bengal em função dos dias pós antese. Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

Figura 16 - Evolução do ratio (D), de frutos de licheira, cv. Bengal em função dos dias após antese.

Significativo ao nível de ** 1% pelo teste 't'



Fonte: Sousa (2023).

A diminuição dos valores médios de acidez titulável também foram decrescentes nos ensaios de Casa Branca-SP e Monte Belo-MG estudos de Ferreira *et al.*, (2017); Santos *et al.*, (2009). O valor máximo de sólidos solúveis é relatado por Ferreira *et al.*, (2017) que obtiveram uma média de 18,27° Brix aos 86 dias após o vingamento para os dois períodos e por Martins (2006) para o município de Taquaritinga-SP que relataram valores médios variando entre 17,75 e 19,33°Brix. Segundo Ferreira *et al.*, (2017), à medida que reduz a concentração do ácido o fruto torna-se mais doce devido à acidez influenciar menos na percepção da doçura. Pode-se considerar que as alterações de tamanho, massa e principalmente os atributos químicos dos frutos sofreram uma transformação muito rápida até a maturação dos frutos. Essas variáveis são altamente afetadas por condições climáticas, em especial as condições de temperatura que irão interferir no processo de respiração de fruto, aumentando a taxa de conversão de ácidos orgânicos em açúcares. Isto pode porque a época de amadurecimento dos frutos é quente e úmida causando intensa respiração

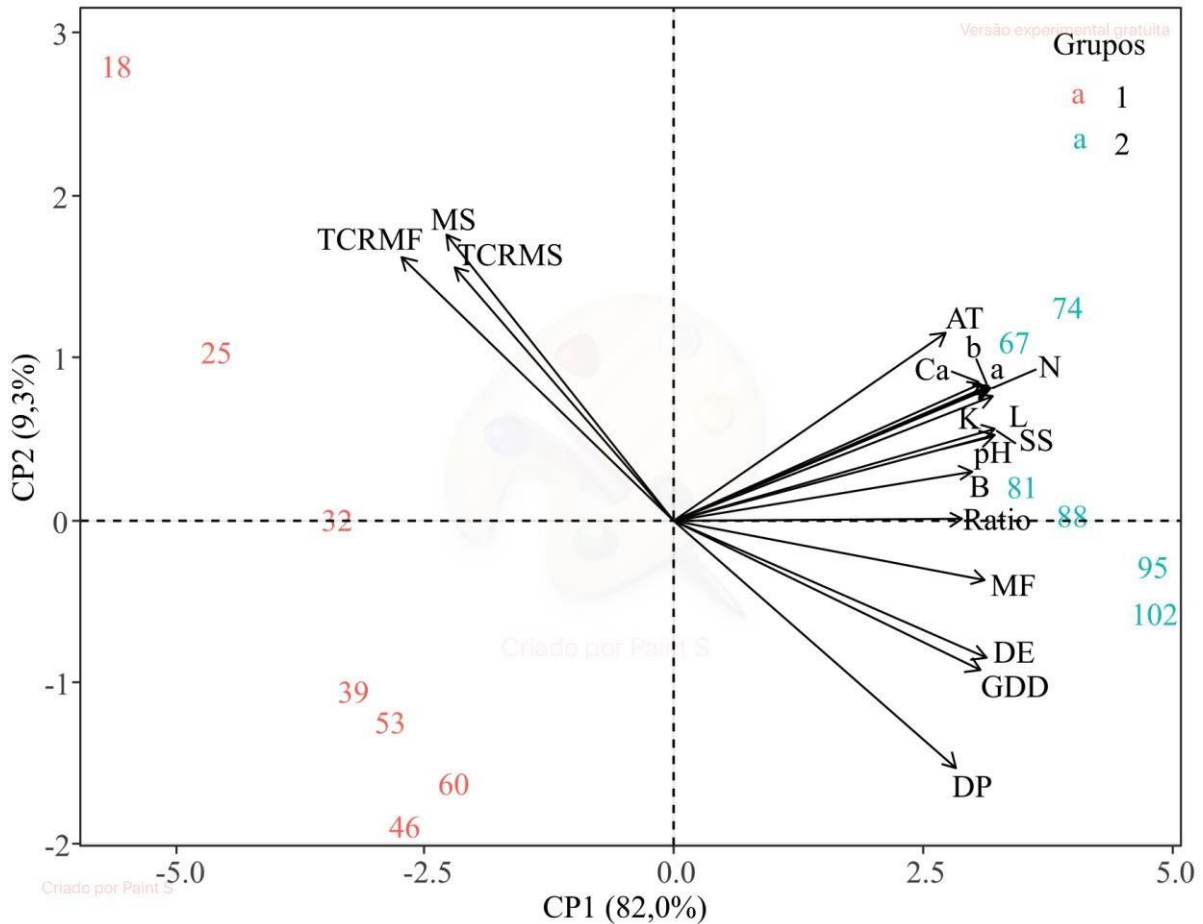
dos frutos (CHEN; HUANG, 2001).

Por outro lado, a relação sólido solúveis/acidez titulável obteve-se um aumento significativo em consequência do amadurecimento dos frutos, isto ocorreu porque em função da maturação houve um aumento dos sólidos solúveis e do pH e diminuição da acidez titulável (Figura 13 e 14), alterando o sabor doce em relação ao ácido da fruta, e, portanto, aumentando o ratio dos frutos (LIMA *et al.*, 2010.; DEMBITSKY *et al.*, 2011). A relação de sólido solúveis/acidez titulável é um índice importante para a determinação da maturação hortícola e da palatabilidade de frutos, pois indica o equilíbrio entre os teores de ácidos orgânicos e de açúcares (CHITARRA; CHITARRA`S, 2005; DEMBITSKY *et al.*, 2011).

Para obter uma previsão de data de maturação, existem vários métodos possíveis, sendo necessário o ajuste de um modelo preciso, de fácil execução e que possa ser realizado da maneira mais antecipada possível. É possível que apenas o uso das variáveis de qualidade de fruto, como coloração, Brix °, acidez titulável, ratio seja insuficiente para a predição da maturação de frutos. No entanto, essas variáveis podem se complementar para determinar o ponto de colheita mais preciso, observando as condições climáticas da região de cultivo, especialmente o acúmulo de calor em graus-dia necessário para a maturação dos frutos.

A análise de componentes principais (ACP) explicou 91,3% da variabilidade dos dados, considerando a contribuição dos componentes CP1 e CP2 (Figura 9). Após o agrupamento, as variáveis foram divididas em 2 grupos. Cada grupo exibiu uma relação específica com diferentes variáveis. O grupo 1 separou a MS, TCRMF e TCRMS com forte relação entre os 18 aos 25 dias que foram inversamente proporcionais a MF, DE, GDD e DP dos 64 aos 102 dias. Essas características neste intervalo de tempo indicam claramente o crescimento dos frutos. Já o grupo 2 associou as demais variáveis dos 60 aos 102 dias. Tendo maior relação aos 95 e 102 dias. Isto sugere que a partir destas datas os atributos de qualidade e elementos nutricionais estão fortemente associados a coloração do fruto.

Figura 17 - Análise de Componentes Principais (ACP) com Agrupamento de Cluster para variáveis qualitativas de *L. chinensis* var. Bengal produzidos na microrregião de Belo Horizonte, MG, Brasil. Taxa crescimento relativo massa fresca (TCRMF); Taxa de crescimento relativo de massa seca (TCRMS); Massa fresca (MF); Diâmetro equatorial (DE); Diâmetro polar (DP); Graus-dia de desenvolvimento (GDD); Sólidos solúveis (SS); potencial hidrogeniônico (pH); Acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio)



Identificando as características que estão mais fortemente correlacionadas com diferentes fases do crescimento do fruto (MS, TCRMF e TCRMS nos primeiros 25 dias, e MF, DE, GDD e DP de 64 a 102 dias), os produtores podem monitorar essas variáveis para determinar a maturidade hortícola. Isso pode ajudar a garantir que os frutos atinjam a maturação ideal para a exportação evitando que os mesmos sejam colhidos excessivamente maduros podendo deteriorar e escurecer mais rapidamente. Isto é corroborado pela forte associação entre os atributos de qualidade e os elementos nutricionais dos frutos e a sua coloração a partir dos 95 aos 102 dias, indicando que os dias após a antese pode ser utilizado como índice de colheita e, portanto, de sua aceitabilidade para exportação, considerando que após esse período

a coloração do fruto diminui. Os frutos colhidos a partir desta desses DAA podem ser destinados ao processamento.

Além disso, esses resultados podem ser úteis para o desenvolvimento de práticas agronômicas destinadas a otimizar a qualidade dos frutos para exportação. Por exemplo, se identificar que certas condições edafoclimáticas estão associadas a melhorias nos atributos de qualidade dos frutos, os produtores podem ajustar suas práticas de cultivo de acordo para criar essas condições ideais. Finalmente, a compreensão dos fatores que contribuem para a qualidade do fruto pode informar o desenvolvimento de padrões para a indústria de exportação de frutos, ajudando a garantir que apenas os frutos da mais alta qualidade sejam enviados para mercados internacionais. Isso pode ajudar a melhorar a reputação da indústria de frutas do Brasil no cenário mundial e potencialmente abrir novos mercados para a exportação.

4. CONCLUSÕES

O Ponto de colheita comercial dos frutos, caracterizado pela coloração do pericarpo e outros parâmetros de colheita ocorreram a partir dos 102 dias e 1283, 4º Graus-dias após antese.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.74, p.430-445, 1959.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. Arlington: Patrícia Cuniff (Ed.), p.37-10,42-2, 44-3, 45- 16. 1997.

APARECIDO, Lucas Eduardo de Oliveira *et al.* Nonlinear agrometeorological models for estimating lychee fruit growth. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, p.2-14, 2017.

BRETAS, Marlene Souza. **Fatores pré e pós-colheita no escurecimento do pericarpo de *Litchi chinensis* 'Bengal'**. 29 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2022.

CARVALHO, Carlos Miranda.; SALOMÃO, Luiz Carlos Chamhum. **Cultura da licheira**. Boletim de Extensão 43. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. p. 38, 2000.

CAVALLARI, Ludmilla de Lima. **Florescimento e frutificação em licheiras**. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Área de concentração Produção Vegetal- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2009.

CHEN, Po-An; HUANG, Xu-Ming. China litchi industry: development, achievements and problems. Proc. **Acta Horticulture**, v.558, p. 31-39, 2001.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA'S, Adimilson Bosco. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, p.2783, 2005.

CORTÉS-FLORES, Jorge *et al.* Flowering phenology, growth forms, and pollination syndromes in tropical dry forest species: Influence of phylogeny and abiotic factors. **American Journal Botany**, n.104, v. 1, p. 39 – 49, 2017.

DEMBITSKY, Valery. M *et al.* The multiple nutrition properties of some exoticfruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, Amsterdam, v.44, p.1671-701, 2011.

FERREIRA, Rafael Barreto *et al.* Desenvolvimento fenológico de frutos delichia (*Litchi chinensis*) em diferentes regiões. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 397-404, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIO - FAO. **Comissão do Codex Alimentarius**, em sua 21^a reunião, 1995.

FREITAS, Raphaeli Nascimento de. **Conservação pós-colheita de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) utilizando revestimentos comestíveis e refrigeração**. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2015.

GALAN, Saúco Victor; MENINI, U.G. El litchi y su cultivo. Estudo FAO, **Producción y protección vegetal**, Roma, v.83, p.205, 1987.

GARCÍA-PÉREZ, Eliseo; MARTINS, Antonio Baldo Geraldo. Florescimento e frutificação de lichieiras em função do anelamento de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 14-17, 2006.

GRIERSON, William. Fruit development, maturation, and ripening. *In*: PESSARAKLI, M. (Ed.). Handbook of plant and crop physiology. New York:Marcel Dekker, p.419-35, 1995.

HIEKE, S. *et al.* Effects of leaf, shoot and fruit development on photosynthesis of lychee trees (*Litchi chinensis*). **Tree Physiology**, Victoria, v.22, n.13, p.955-961, 2002.

HOLCROFT, Deirdre M.; MITCHAM, Elizabeth J. Post-harvest physiology and handling of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p. 265-281, 1996.

HUANG, Huibai; XU, Jiankai. The developmental patterns of fruit tissues and their correlative relationships in *Litchi chinensis* Sonn. **Scientia Horticulturae**, v. 19, n. 3-4, p. 335-342, 1983.

HUANG, Xu. Production of sapindaceae fruits in China development and challenges. *In: Seminário internacional de lichia no Brasil, Limeira-SP. Brasil, 2005.*

JAISWAL, B.P *et al.* Characteristics of fruit growth and development in litchi cultivars. **Indian Journal of-Plant Physiology**, New Delhi, v.25, n.4, p. 411-414, 1982.

KUMAR, Manoj *et al.* The Lychee Biotechnology. **Springer Nature**, 2017.

KUMAR, Sanjeev *et al.* Inhibition of pericarp browning and shelf-life extension of litchi by combination dip treatment and radiation processing. **Food Chemistry**, v. 131, n. 4, p. 1223-1232, 2012.

LIMA, Rafaella Araújo Zambaldi *et al.* Embalagens e recobrimento em lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) armazenadas sob condições não controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.914-921, 2010.

MARBOH, Evening Stone *et al.* Fruit cracking in litchi (*Litchi chinensis*): An overview. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 87, p. 3-11, 2017.

MARTINS, Antonio Baldo Geraldo *et al.* Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.). Jaboticabal-SP. Frutas Potenciais. **Sociedade Brasileira de Fruticultura**. 48 p, 2001.

MENZEL, Christopher Michael. The Lychee crop in Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Regional office for Asia and the pacif**, p. 115, 2002.

MENZEL, Christopher Michael.; PAXTON, B.F. Effect of cincturing on growth and flowering of lychee: preliminary observations in subtropical Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 26, p. 255-259, 1986.

MENZEL, Christopher Michael.; SIMPSON, Dale. R. Lychee. *In*: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Boca Raton: CRC, v.2, p.123-45,1994.

MOTTA, Eduardo Lopes de. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). **Avaliação da composição nutricional e atividade antioxidante de *Litchi chinensis* Sonn. ("Lichia") cultivada no Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro 2009.

NACIF, Stela Roberto. **Aspectos anatômicos e fisiológicos do desenvolvimento do fruto de *Litchi chinensis* Sonn. cv. Brewster** (lichia –Sapindaceae). 89 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro- SP, 1997.

NAKASONE, H. K.; PAULL, R. E. **Tropical fruits**. Wallingford: CABInternational, p. 132-148, 1998.

NAKATA, Shigeru; WATANABE, Yoshio. Effects of photoperiod and night temperature on the flowering of *Litchi chinensis*. **Botanical Gazette**, v.127, n.2-3, p.146-152, 1966.

PEDRO-JR, Mário José *et al.* Caracterização fenológica da videira 'NiagaraRosada' em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, v. 52, n. 2, p. 153-160,1993.

PEREIRA, L.S.; MITRA, S.K. Studies on fruit growth and development of litchi cultivar Bombai, China, Deshi and Early Large Red. **Horticultural Journal**, Mohanpu, v.17, n.2 p.115-124, 2004.

RADUNZ, André Luiz *et al.* Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.626- 632, 2015.

REICHEL, Mareike *et al.* Postharvest control of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp browning by cold storage at high relative humidity after enzyme-inhibiting treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 125, p. 77-90, 2017.

RIVERA-LÓPEZ, Javier; ORDORICA-FALOMIR, César; WESCHE-EBELING, Pedro. Changes in anthocyanin concentration in Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during maturation. **Food Chemistry**, v. 65, n. 2, p.195-200, 1999.

SAAVEDRA DEL AGUILA, Juan. **Conservação pós-colheita de lichia** (*Litchi chinensis* Sonn). 162 p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2010.

SALOMÃO, Luiz Carlos Chamhum.; SIQUEIRA, Dalmo Lopes de.; PEREIRA, Danielle Fabíola da Silva. Fruit development in 'Bengal' *Litchi chinensis* Sonn. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 11-13, 2006.

SANTOS, Carlos Eduardo Magalhães dos *et al.* Raleio de frutos em lichieira 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 588-592, 2009.

SANTOS, Karina Petri dos *et al.* Cultivo de lichia. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 5, p. 1-3, 2021.

SCOTT, Kevin J. *et al.* The control of rotting and browning of litchi fruit by hotbenomyl and plastic film. **Scientia Horticulturae**, v. 16, n. 3, p. 253-262, 1982.

SOUSA, Poliana Brito de *et al.* Avaliação físico-química de lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) comercializadas em Teresina-Piauí. In: VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

TAKATA, William Hiroshi Suekane *et al.* Alporquia em Lichieira, *Litchi chinensis* (Sapindaceae), submetida a diferentes doses de ácido naftaleno acético. **Acta Biológica Paranaense**, v. 40, n. 1-4, 2011.

UNDERHILL, Steven Jon Rees; CRITCHLEY, C. Cellular localisation of polyphenol

oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. pericarp. **Functional Plant Biology**, v. 22, n. 4, p. 627-632, 1995.

UNDERHILL, Steven Jon Rees; CRITCHLEY, C. Physiological, biochemical and anatomical changes in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during storage. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 3, p. 327-335, 1993.

UNDERHILL, Steven Jon Rees; CRITCHLEY, C. The physiology and anatomy of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during fruit development. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, n. 4, p. 437-444, 1992.

UNDERHILL, Steven Jon Rees; SIMONS, David H. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 4, p. 287-294, 1993.

UNDERHILL, Steven JR; COATES, L. M.; SAKS, Y. Litchi. *In: Postharvest physiology and storage of tropical fruit*. CAB International, p. 191-208, 1997.

WANG, Huicong; HUANG, Huibai; HUANG, Xuming. Differential effects of abscisic acid and ethylene on the fruit maturation of *Litchi chinensis* Sonn. **Plant Growth Regulation**, v. 52, p. 189-198, 2007.

WANG, JUN *et al.* RNA-Seq Provides New Insights into the Molecular Events Involved in "Ball-Skin versus Bladder Effect" on Fruit Cracking in Litchi. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 1, p. 454, 2021.

WEI, Yongzhan Zan *et al.* Phenological growth stages of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) using the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**, Zhejiang, v.161, p.273-277, 2013.

ZHANG, Donglin; QUANTICK, Peter C.; GRIGOR, John M. Changes in phenolic compounds in Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, n. 2, p. 165-172, 2000.