

Qualidade de frutas de seriguela (*Spondia purpurea* L.) submetidas a danos mecânicos

Quality of red mombin fruits (*Spondia purpurea* L.) subjected to mechanical damage

Calidad de frutos de ciruela (*Spondia purpurea* L.) sometidos a daños mecánicos

Recebido: 21/01/2025 | Revisado: 06/02/2025 | Aceitado: 07/02/2025 | Publicado: 11/02/2025

Maria Aparecida Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4913-2496>
Instituto Agronômico - Centro de Engenharia e Automação, Brasil
E-mail: maria.lima@sp.gov.br

Antônio Odair Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9465-2242>
Instituto Agronômico - Centro de Engenharia e Automação, Brasil
E-mail: aodairsan@gmail.com

Claudio Alves Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-4162>
Instituto Agronômico - Centro de Engenharia e Automação, Brasil
E-mail: cmoreira38@hotmail.com

Resumo

A escassez de mão de obra no cultivo da serigueleira é um problema para o desenvolvimento econômico da cultura. A mecanização da colheita pode alavancar o cultivo. Porém, para um projeto de máquina, é necessário o conhecimento da resistência da fruta a danos mecânicos. O objetivo desse estudo foi investigar a viabilidade da colheita mecanizada, através da avaliação do efeito de danos mecânicos aplicados às frutas em laboratório e da força de desprendimento do fruto avaliada a campo. Uma amostra de frutas foi liberada em queda livre, nas alturas de 1,0 e 1,3 metros, sobre três superfícies (plástico-bolha, piso cerâmico (sem proteção) e colchão de ar). Em seguida essas amostras foram armazenadas em condições ambiente e analisadas periodicamente, por 5 dias. Foram avaliados os parâmetros como: diâmetros longitudinal e transversal, perda de massa fresca, danos mecânicos, incidência de podridão e força de desprendimento dos frutos. Foi realizado análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey para comparar as médias de perda de massa fresca. Os resultados demonstraram que as superfícies plástico-bolha e colchão de ar reduziram os danos causados por impactos. Observou-se que a força de desprendimento diminuiu com o aumento do estágio de maturação. Os resultados demonstraram que a fruta da seriguela submetida a danos mecânicos provocados apresentou baixa incidência de podridão e boa manutenção da qualidade, apresentando características promissoras à colheita mecânica.

Palavras-chave: Agricultura de precisão; Fruticultura; Colheita; Fitotecnia.

Abstract

The labor shortage in the cultivation of rubber trees is a problem for the economic development of the crop. Harvesting mechanization can boost cultivation. However, for a machine design, it is necessary to know the resistance of the fruit to mechanical damage. The objective of this study was to investigate the feasibility of mechanized harvesting by evaluating the effect of mechanical damage applied to the fruits in the laboratory and the fruit detachment force evaluated in the field. A sample of fruits was released in free fall, at heights of 1.0 and 1.3 meters, onto three surfaces (bubble wrap, ceramic floor (without protection) and air cushion). These samples were then stored at room conditions and analyzed periodically for 5 days. The following parameters were evaluated: longitudinal and transverse diameters, loss of fresh mass, mechanical damage, incidence of rot and fruit detachment force. Analysis of variance (ANOVA) was performed, followed by the Tukey test to compare the means of fresh mass loss. The results demonstrated that the bubble wrap and air cushion surfaces reduced the damage caused by impacts. It was observed that the detachment force decreased with the increase in the ripening stage. The results demonstrated that the seriguela fruit subjected to mechanical damage presented a low incidence of rot and good quality maintenance, presenting promising characteristics for mechanical harvesting.

Keywords: Precision agriculture; Fruit growing; Harvest; Plant science.

Resumen

La escasez de mano de obra en el cultivo del caucho es un problema para el desarrollo económico del cultivo. La mecanización de la cosecha puede impulsar el cultivo. Sin embargo, para el diseño de una máquina es necesario conocer la resistencia de la fruta al daño mecánico. El objetivo de este estudio fue investigar la viabilidad de la

cosecha mecanizada, evaluando el efecto del daño mecánico aplicado a los frutos en el laboratorio y la fuerza de desprendimiento del fruto evaluada en campo. Se soltó una muestra de fruta en caída libre, a alturas de 1,0 y 1,3 metros, sobre tres superficies (plástico de burbujas, suelo de cerámica (sin protección) y colchón de aire). Luego, estas muestras se almacenaron en condiciones ambientales y se analizaron periódicamente durante 5 días. Se evaluaron los siguientes parámetros: diámetros longitudinal y transversal, pérdida de masa fresca, daño mecánico, incidencia de pudriciones y fuerza de desprendimiento del fruto. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de Tukey para comparar las medias de pérdida de masa fresca. Los resultados mostraron que las superficies de plástico de burbujas y de colchón de aire redujeron el daño por impacto. Se observó que la fuerza de desprendimiento disminuyó a medida que aumentaba el estadio de maduración. Los resultados demostraron que el fruto de seriguela sometido a daño mecánico presentó una baja incidencia de pudrición y buen mantenimiento de la calidad, presentando características promisorias para la cosecha mecánica.

Palabras clave: Agricultura de precisión; Fruticultura; Cosecha; Ciencia vegetal.

1. Introdução

A seriguela (*Spondia purpurea* L.) pertenece à família Anacardiaceae e gênero Spondias, é nativa das florestas tropicais do México, com distribuição que abrange toda a América tropical, América Central, Peru e Brasil. Devido à sua qualidade organoléptica e coloração atrativa, a seriguela tornou-se bastante apreciada, despertando interesse para seu cultivo comercial. O seu cultivo se adapta a diferentes temperaturas e tipos de solos, tanto nos bem drenados como nos secos. Sua comercialização tem se dado “*in natura*” e para processamento agroindustrial (Berni et al., 2019), sendo uma das espécies mais cultivada do gênero *Spondia* (Martins & Melo, 2003).

A fruta, do tipo drupa, que apresenta forma ovóide, coloração variando da amarela a vermelha intensa, com casca fina e lisa, polpa amarela, aroma e sabor agradáveis, possui uma semente branca, grande em relação ao seu tamanho (Di Stasi, 2002). A relação entre os diâmetros transversal e longitudinal, da fruta, é uma importante característica física, que indica o seu formato, sendo que, quanto mais próximo de um for o seu valor, mais arredondado é o mesmo (Lira Júnior et al., 2005).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a qualidade das frutas depende em geral das características morfológicas e físicas (cor, tamanho, firmeza) e da composição química (relação açúcar/acidez, conteúdo de vitaminas e minerais).

Bastos et al. (2014) estudaram as características físico-químicas das frutas de 35 plantas de serigueleira (*Spondia purpurea* L.), provenientes do Semiárido Baiano. Os autores encontraram valores médios de: massa 10,72g; pH 3,27; vitamina C 12,62 mg.kg⁻¹; acidez total 0,65 % de ácido cítrico e sólidos solúveis 17,75 °Brix. Já Álvarez-Vargas et al. (2017) observaram, no México, valores médios de: massa 20,66g; diâmetros longitudinal 35,95 mm e transversal 29,37 mm, e valores médios de sólidos solúveis de 16,87 °Brix. Villarreal-Fuentes et al. (2019), também no México, observaram dados médios de: peso 12,48 g; diâmetros longitudinal 31,1 mm e transversal 24 mm e teores de sólidos solúveis de 13,13 °Brix. A quantidade de SS é influenciada pela variedade e pelo estágio de maturação da fruta.

A perda de peso está associada à transpiração e deterioração das frutas; portanto, é fortemente influenciada pelas condições de armazenamento (temperatura, umidade relativa, tempo de armazenamento etc.); pelo estágio de maturação das frutas e pela presença de danos, entre outros fatores. Frutas de seriguela após quatro dias de armazenamento a 20°C, perderam até 17,6% da sua massa inicial e já apresentavam sintomas de murchamento a partir de 11% de perda de massa (Pérez et al., 2004).

A produção de seriguelas em São Paulo está em desenvolvimento, com cultivo de aproximadamente 3.000 pés já em efetiva produção. Essa produção vem de pequenos produtores, que se utilizam da mão de obra familiar na condução da cultura. A safra, no Estado de São Paulo, vai de fevereiro a abril, e proporciona abundância de frutas, pois apenas uma planta pode produzir cerca de 100 kg por safra. A escassez de mão de obra, principalmente durante a colheita, tem sido um obstáculo para o desenvolvimento econômico da cultura na região.

Essa cultura se tornou uma atividade econômica importante para a sustentabilidade da pequena propriedade na região de Campinas (SP). O fato da oferta de frutas ser menor do que a demanda, faz com que os preços praticados sejam muito

interessantes para o produtor do estado de São Paulo, pois a maior produção se concentra no nordeste e a longa distância, coloca os produtores locais em posição de vantagem na comercialização.

O seu cultivo tem grande potencial de exploração comercial devido às características da planta e à alta qualidade organoléptica das frutas (Sousa, 1998). Estudos com informações quanto aos sistemas de plantio, tratos culturais, colheita e pós-colheita ainda são incipientes para essa cultura (Lira Júnior et al., 2010).

A mecanização da colheita é uma opção para suprir a escassez de mão de obra e impulsionar o desenvolvimento econômico da cultura. No entanto, para a utilização dessa tecnologia, algumas questões deverão ser respondidas, como: adaptação da planta ao sistema de condução e a avaliação da sensibilidade das frutas.

Frutas e hortaliças são em geral sensíveis ao manuseio, sendo a aparência externa e ausência de defeitos importantes atributos na sua comercialização quando destinados ao consumo “in natura”. A colheita mecanizada de frutas destinadas à mesa, ou para indústria de processamento tem como desafio realizar a coleta sem danificar permanentemente a planta e a fruta, devendo ser rápida e economicamente viável (Ferreira, 2008).

Lichtemberg (1999) relata que os danos mecânicos ocorridos na colheita prejudicam a aparência da fruta e provocam perdas por cortes, rachaduras, esmagamento e posterior podridão.

Os danos mecânicos que podem se dar por impacto, compressão e corte, podem alterar as reações bioquímicas do produto, modificando-lhe a coloração e o sabor. Podem também ocasionar lesões irreparáveis, reduzindo sua vida útil e provocando sua desvalorização comercial (Ferreira, 2008).

Sistemas semi-mecânicos foram avaliados na colheita de mirtilo, tendo os autores utilizado agitadores pneumáticos e superfície macia para a coleta. A superfície de coleta reduziu o efeito da força de impacto sobre as frutas e os danos causados por hematomas. A colheita semi-mecânica demonstrou maior eficiência em comparação com a manual, e reduziu a fadiga dos trabalhadores. Os autores se mostraram otimistas com os resultados, mas ressaltam a necessidade de uma série de refinamentos no “design” do agitador e no protocolo operacional (Takeda et al., 2017).

He et al. (2017) avaliaram o sistema de colheita mecânica “shake-and-catch” de maçã, os autores observaram resultados promissores. A eficiência de remoção de frutas variou de 66% a 95%. As cultivares ‘Jazz’, ‘Pink Lady’ e ‘Pacific Rose’ tiveram melhor desempenho em termos de eficiência de remoção das frutas e qualidade. Em contraste, as cultivares ‘Gala’, ‘Envy’ e ‘Honey Crisp’ foram consideradas difíceis de serem removidas e de manterem a qualidade.

Sargent et al. (2021) avaliaram a viabilidade da colheita mecânica de diferentes variedades de mirtilo para mesa, utilizando colheitadeiras com agitadores rotativos, sendo uma convencional e a outra modificada onde as placas de captura das frutas apresentavam superfícies macias. Os autores observaram que o uso do revestimento reduziu os danos mecânicos.

A força de desprendimento das frutas, um dos fatores que influenciam diretamente na eficiência da colheita mecanizada, varia com o estágio de maturação, o material genético e o período de colheita (Silva et al., 2010).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros físico-mecânicos de frutas da serigueleira a campo e no laboratório, para observar o potencial de adaptação da cultura à colheita mecanizada.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa mista parte em campo com a coleta de amostras e parte laboratorial para realizar medições. Esta investigação foi de natureza quantitativa (Pereira et al, 2018) e com uso de critérios estatísticos (Vieira, 2021). Foram utilizadas frutas de seriguelas procedentes de propriedade particular, localizada em Jundiá-SP. A cidade esta situada a 23°11'11" de latitude sul e 46°53'03" de longitude oeste, a uma altitude de 762 metros. As plantas, cultivadas com manejo convencional, apresentam frutos doces de casca avermelhada quando madura. A área experimental tem 200 plantas,

distribuídas numa quadra com espaçamento 2x3 m. As avaliações foram realizadas com três repetições, no mês de março nas safras de 2023 e 2024.

Na avaliação da simulação da colheita mecânica, na safra de 2023, as frutas foram colhidas no ponto de maturação verde amarelada, ao acaso na área experimental. Após a colheita foram transportadas para o laboratório do Centro de Engenharia e Automação-IAC, Jundiaí-SP, onde realizou-se a sua seleção, procurando-se padronizar o ponto de colheita. Em seguida foram separadas amostras de vinte frutas as quais foram acondicionadas em bandeja de poliestireno, cada uma compondo uma repetição.

A avaliação da simulação da colheita mecânica foi através de danos mecânicos aplicados as frutas, as quais foram liberadas em queda livre, nas alturas de 1,0 m (A1) e de 1,3 m (A2) sobre três superfícies diferentes: plástico-bolha (S1), piso cerâmico-sem proteção (S2), e colchão de ar (S3).

Em uma amostra independente, foi avaliado o dano por um corte (C), utilizando-se uma lâmina de aço de 1 mm de espessura. Realizou-se uma incisão longitudinal de 5 mm de comprimento e 2 mm de profundidade, em uma das faces da fruta. E uma amostra sem tratamento (T) foi incluída no experimento. Após a provocação dos danos simulando os efeitos da queda que ocorreria em uma colheita mecanizada, as frutas foram acondicionados em bandejas de poliestireno e armazenadas em condições ambiente por 5 dias, para a avaliação dos danos sobre a sua qualidade. O primeiro teste (Teste 1) foi realizado em 8 de março de 2023, com 6 tratamentos: T, C, A1S1, A2S1, A1S2, A2S2, sendo as frutas armazenadas a 23,3°C e 79,8% UR. O segundo (Teste 2), foi realizado em 23 de março de 2023, com 7 tratamentos: T, A1S1, A2S1, A1S2, A2S2, A1S3, A2S3, frutas armazenadas a 24,2°C e 73,2% UR.

As frutas submetidas aos danos mecânicos foram avaliadas quanto: a) à perda de massa fresca acumulada, baseada na diferença entre a massa inicial e a massa nas datas das avaliações, por meio de balança semi-analítica (Shimadzu, Japão), sendo os resultados expressos em percentagem. b) ao teor de sólidos solúveis (SS), determinado em gotas do suco, medido no dia da colheita e no quinto dia de armazenamento, utilizando-se refratômetro digital (Atago, Japão) com resultados expressos em °Brix, segundo metodologia descrita em IAL, (2008). c) incidência de podridões, em que todas as frutas de cada bandeja foram avaliados visualmente, sendo consideradas doentes aquelas que apresentavam lesões características sendo os resultados expressos em percentagem.

Uma amostra de 100 frutas foi utilizada para avaliar a massa média de cada fruta, por meio de balança semi-analítica (Shimadzu, Japão), com os valores expressos em grama e o índice de formato (DL/DT), definido pela relação entre os diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT), por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão).

O delineamento estatístico utilizado na avaliação da perda da massa fresca nos dois testes foi em blocos inteiramente casualizados (DBC). No teste 1 foi de 6x5 com 3 repetições, sendo 6 tratamentos e 5 datas de avaliação. No teste 2 foi de 7x5 com 3 repetições, sendo 7 tratamentos e 5 datas de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Assistência Estatística (ASSISTAT) descrito por Silva e Azevedo (2009).

Na safra de 2024 foi mensurada a força de retenção da fruta no pedúnculo, ou seja, a força necessária para destaca-lo do ramo. Utilizou-se um dinamômetro portátil digital (Instrutherm, Brasil). As forças foram aplicadas no sentido do eixo geométrico do pedúnculo, por meio de um pequeno gancho situado na extremidade da haste do dinamômetro, forçando-se o mesmo com a mão. Essa determinação foi realizada em campo, em 100 frutas, em dois pontos de colheita, ou seja, aquelas com quebra da coloração verde e verdes amareladas, em plantas ao acaso.

3. Resultados e Discussão

As superfícies de proteção S1 e S3 demonstraram eficiência em proteger as frutas de danos mecânicos, pois as mesmas

suportaram bem o impacto, nas alturas testadas (Tabela 1). Resultado semelhante foi observado por Sargent et al. (2021) quando utilizou superfície de proteção para colheita mecânica de mirtilo. Na queda livre na altura de 1,3 m na S2 (sem proteção) ocorreu alta incidência de podridão ao final do período de armazenamento nos testes 1 (22,2%) e no 2 (13,3%). As frutas submetidas ao dano por corte apresentaram boa cicatrização e incidência de podridão de 2,2%, a mesma apresentada pelo Testemunha. A altura de queda não impactou na evolução da perda de massa fresca, pois os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey. As frutas de seriguela apresentaram alta perda de água em condições ambiente. No terceiro dia de armazenamento, constatou-se redução de aproximadamente 10 % da massa fresca em todos os tratamentos, perda semelhante à relatada por Pérez et al. (2004).

As frutas do teste 1 perderam menos massa do que as do teste 2 em função da alta umidade ambiente provocada pela alta pluviosidade no período, o que resultou em menor transpiração das mesmas (Tabela 1). Os teores de sólidos solúveis médios foram de 13,9 °Brix na data de colheita, valor semelhante ao encontrado por Alvarez-Vargas et al. (2017) e de 20,2 °Brix no final do período de armazenamento, quando a fruta estava totalmente madura.

Tabela 1 - Percentagem (%) de perda de massa fresca (M) e de incidência de podridão (D)

| | Período de armazenamento (dias) | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---|------|---|------|------|
| | 1 | | 3 | | 5 | |
| | M | D | M | D | M | D |
| Teste 1 (23,3°C 79,8% UR) | | | | | | |
| Testemunha | 3,4 | 0 | 9,4 | 0 | 13,7 | 2,2 |
| Corte | 2,9 | 0 | 8,7 | 0 | 12,8 | 2,2 |
| A1S1 | 2,0 | 0 | 8,4 | 0 | 12,4 | 2,2 |
| A2S1 | 3,3 | 0 | 8,9 | 0 | 12,9 | 6,6 |
| A1S2 | 3,2 | 0 | 9,3 | 0 | 13,7 | 2,2 |
| A2S2 | 3,7 | 0 | 10,8 | 0 | 15,8 | 22,2 |
| | | | | | | |
| | Período de armazenamento (dias) | | | | | |
| | 1 | | 3 | | 5 | |
| | M | D | M | D | M | D |
| Teste 2 (24,2°C 73,2% UR) | | | | | | |
| Testemunha | 3,5 | 0 | 9,5 | 0 | 14,4 | 0 |
| A1S1 | 4,3 | 0 | 9,8 | 0 | 15,0 | 4,4 |
| A2S1 | 3,9 | 0 | 9,3 | 0 | 14,1 | 0 |
| A1S2 | 4,3 | 0 | 10,5 | 0 | 16,3 | 2,2 |
| A2S2 | 4,1 | 0 | 9,8 | 0 | 15,4 | 13,3 |
| A1S3 | 4,3 | 0 | 10,3 | 0 | 16,0 | 0 |
| A2S3 | 4,2 | 0 | 9,9 | 0 | 15,2 | 0 |

Resultados de massa não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores.

O índice de formato que é o resultado da relação entre DL/DT variou entre 1,18 e 1,50 com mediana de 1,32, o que resultou em frutas de forma ovalada, conforme relatado por Di Stasi (2002). Os diâmetros longitudinal e transversal médios foram de 32,36 mm e 24,48 mm, respectivamente. Villarreal-Fuentes et al. (2019) e Alvarez-Vargas et al. (2017) encontraram diâmetros semelhantes para seriguelas avaliadas no México. O peso médio das frutas foi de 13,02 g, valores semelhantes aos encontrados por Bastos et al. (2014) no Brasil e Villarreal-Fuentes et al. (2019) no México.

Prospectando uma colheita mecanizada da seriguela, a ser realizada com frutas verdes amareladas, uma força de 1,5 kgf será suficiente para realizar o desprendimento das mesmas.

4. Considerações Finais

Observa-se que as frutas não apresentaram problemas de qualidade com a queda livre nas alturas testadas quando se usou as superfícies plástico-bolha e colchão de ar para amortecer ao impacto da queda. Verificou-se também que uma força média de 1,5 kgf foi suficiente para a derrubada das frutas. Os parâmetros arbitrados poderão ser uma ferramenta de triagem, para orientar o desenvolvimento de um equipamento com agitadores rotativos para a colheita mecanizada da seriguela. Entretanto, mais estudos se fazem necessários para estabelecer outros parâmetros arbitrados à planta.

Referências

- Álvarez-Vargas, J. E. (2017). Warm and humid climate mexican plum (*spondias purpurea* L): quality, functional metabolites and antioxidant activity. *Interciencia*, 42(10), 653-60.
- Bastos, L. P. (2014). Avaliação de genótipos de ciriguela com base em características físicas, químicas e físico-químicas dos frutos no Município de Santo Estevão, Bahia. *Enciclopédia biosfera*, 10(18) 535-44.
- Berni, P. et al. (2019). Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, Antioxidant Potential and Carotenoid Bioaccessibility. *Plant Foods for Human Nutrition*. 74, 141-48.
- Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. (2005). *Qualidade pós-colheita. Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. (2a ed.). Editora da UFLA.
- Di Stasi, J. C. & Himura-Lima, C. A. (2002). *Plantas Medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica*. (2a ed.) Editora da UNESP.
- Ferreira, M. D. (2008). *Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças*. Editora da Embrapa.
- He, L et al. (2017). Evaluation of a localized shake-and-catch harvesting system for fresh market apples. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 19(4), 36-44.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Editora da NIT/IAL.
- Lichtemberg, L. A. (1999) Colheita e pós-colheita da banana. *Informe Agropecuário*, 20(196), 73-90.
- Lira Júnior, J. S. et al. (2005) Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* sp.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 757-61.
- Lira Júnior, J. S. et al. (2010) Produção e características físico-químicas de clones de ciriguela na Zona da Mata Norte de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(1), 43-8.
- Martins, S. T. & Melo, B. *Spondias (Cajá e outras)* (2003). <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- Pérez, L. A. et al. (2004) Efecto del grado de madurez en la calidad y la vida postcosecha de ciruela mexicana *Spondias purpurea* L. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(2) 133-39.
- Sargent, S. A. (2021) Harvest of Southern Highbush Blueberry with a Modified, Over-the-Row Mechanical Harvester: Use of Soft-Catch Surfaces to Minimize Impact Bruising. *Agronomy*, 11(1412). <https://doi.org/10.3390/agronomy11071412>
- Silva, F. A. S. & Azevedo, C. A. V. (2009) Principal components analysis in the software Assstat- Statistical Attendance. In: World Congress on Computers In Agriculture, 7, Reno-NV-USA. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 393-96.
- Silva, F. C. (2010) Comportamento da força de desprendimento dos frutos do cafeeiro ao longo do período da colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2) 468-74. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200028>
- Sousa, F. X. (1998) *Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação*. Editora da Embrapa: CNPAT / SEBRAE-CE
- Takeda, F. et al. (2017) Applying New Technologies to Transform Blueberry Harvesting. *Agronomy*, 7(33). <https://doi.org/10.3390/agronomy7020033>
- Vieira, S. (2021). Introdução à bioestatística. Ed. GEN/Guanabara Koogan.
- Villarreal-Fuentes, J. M et al. (2019) Caracterización físicoquímica de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en el Soconusco, Chiapas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 219-29.