

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
FITOSSANIDADE DOS CITROS**

LUÍS FERNANDO ERRERA

**Avaliação de métodos para estimativa da porcentagem de queda
prematura de frutos de laranja 'Valência' na região centro do
estado de São Paulo**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientadores: Dr. Vinicius Gustavo Trombin
Dr. José Carlos Barbosa

**Araraquara
Maio 2024**

LUÍS FERNANDO ERRERA

**Avaliação de métodos para estimativa da porcentagem de queda
prematura de frutos de laranja 'Valência' na região centro do
estado de São Paulo**

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientadores: Dr. Vinicius Gustavo Trombin
Dr. José Carlos Barbosa

**Araraquara
Maio 2024**

E72a

Errera, Luís Fernando

Avaliação de métodos para estimativa da porcentagem de queda prematura de frutos de laranja 'Valência' na região centro do estado de São Paulo / Luís Fernando Errera, 2024. 37 f.

Orientador: Franklin Behlau

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2024.

1. Derrixa 2. Rede 3. Coroa 4. Estimativa de safra
5. Frequência I. Título

LUÍS FERNANDO ERRERA

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Araraquara, 29 de maio de 2024.

BANCA EXAMINADORA

DocuSigned by:

Franklin Behlau

56999A5A06D94D2...

Dr. Franklin Behlau (Orientador)

Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara – SP

DocuSigned by:

Eduardo Augusto Girardi

FCD442F04AC6460...

Dr. Eduardo Augusto Girardi

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA

DocuSigned by:

Fabício Eustáquio Lanza

C1BFDB4B0A3548D...

Dr. Fabrício Eustáquio Lanza

Cambuhy Agrícola – Matão – SP

DEDICO

A todos que me acompanharam nessa árdua jornada, porém cheia de aprendizado, em especial a minha esposa Letícia Mansara, que sempre me incentivou, e aos meus filhos João Rafael e Gabriel que suportaram minha ausência em diversos momentos de família, e serviram de fonte de energia com toda a alegria e carinho recebido.

Aos meus Pais por terem me educado com dedicação incondicional e me apoiarem em meus estudos

Aos meus companheiros de equipe Bruno Eugenio e Rafael Uzan, por toda ajuda recebida durante esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado por esse caminho e por toda força e paciência.

A Empresa Sucocítrico Cutrale LTDA., ao diretor da área agrícola Sr. Valdir Guessi e aos Gerentes Sr. Marco Antônio Marchesi, Sr. Antonio Ricardo Violante, Sr. Airton Antônio Pierobon, e Sr. André Junqueira Franco Fabri por darem oportunidade de cursar o mestrado.

Aos Eng. Agr. Walter Queiroz Mendonça, Diego Balardin, Dener Barbosa, toda equipe da Fazenda Santa Amélia II, Vitor Lotti, José Roberto, João Alexandre, Marcos Colombo, Grazielle e Fernando José, e em especial aos colaboradores Silvia, Cleonice, Maria Luzia e Gilson Damasceno que foram força motriz para que esse trabalho acontecesse.

Aos Dr. Franklin Behlau, Dr. Vinícius Gustavo Trombin e Dr. José Carlos Barbosa pela orientação nesse trabalho.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura, FUNDECITRUS, junto ao corpo docente e pesquisadores que transmitiram um pouco de seus conhecimentos durante essa etapa, e a todos os colegas de curso pela amizade e informações trocadas.

Epígrafe

Então, Jesus aproximou-se deles e disse: “foi me dada
toda a autoridade nos céus e na Terra.

Portanto, vão e façam discípulos de todas as nações,
batizando-os em nome do Pai e do Filho e do Espírito
Santo, ensinando-os a obedecer a tudo o que eu ordenei
a vocês. E eu estarei sempre com vocês, até o fim dos
tempos”.

Mateus 28, 18-20

Avaliação de métodos para estimativa da porcentagem de queda prematura de frutos de laranja 'Valência' na região centro do estado de São Paulo

Autor: Luís Fernando Errera

Orientador: Franklin Behlau

Coorientador: Vinicius Gustavo Trombin e José Carlos Barbosa

Resumo

A queda prematura de frutos de laranja é um componente de extrema importância para a estimativa de safra. A queda prematura de frutos pode acontecer por diversos fatores bióticos ou abióticos, e a queda pode ser avaliada pela montagem de uma coroa ao redor da projeção da copa das plantas ou pela instalação de rede suspensa ao solo. A determinação do número inicial de frutos pode ser feita de forma destrutiva – derriça, que consiste em retirar todos os frutos de uma planta representativa do talhão a fim de contá-los ou então de uma forma não destrutiva – contagem de frutos na planta, que consiste em contar todos os frutos de um grupo de plantas. O presente trabalho teve como objetivo comparar métodos de avaliação de queda prematura de frutos de laranja e periodicidade de avaliações e alternativas para determinação do número inicial de frutos. Para comparar os métodos de avaliações de queda prematura de frutos foram estabelecidos três tratamentos. O tratamento 1 utilizou a derriça, coroa e avaliações mensais; o 2 utilizou derriça, rede e avaliações mensais; e o 3 utilizou contagem nas plantas, coroa e avaliações quinzenais. Para calcular a taxa de queda de frutos foi utilizado a somatória dos frutos contados no momento da colheita e caídos ao longo das avaliações (F_{total}), e também foi utilizado o número de frutos inicial obtidos pela derriça. Sendo assim, a taxa de queda de frutos na metodologia de coroa foi de 7,0% com base em ambos F_{total} e derriça e na rede foi de 7,4% e 6,2% com base no F_{total} e derriça respectivamente, em relação a taxa de frutos podres caídos na coroa e na rede foi de 2,7% para ambos com base no F_{total} e com base na derriça foi de 2,7% na coroa e 2,2% na rede. A taxa de queda de frutos com base no F_{total} nos tratamentos com monitoramento mensal e quinzenal foi de 7,0% e 8,2%, respectivamente, e com base na derriça foi de 7,0% para mensal e 8,9% para quinzenal, a taxa de frutos podres com base no F_{total} nas diferentes periodicidades foi de 2,7% no monitoramento mensal e 2,5% no quinzenal e com base na derriça foi de 2,7% para ambas periodicidades. A determinação do número inicial de frutos pela derriça foi de 733 frutos, na contagem nas plantas foi de 590 e a contagem de frutos na colheita somado aos frutos caídos durante o monitoramento foi de 697. Nenhuma das comparações citadas anteriormente diferiram significativamente. O custo de cada tratamento foi composto pelo valor das operações de montagem e avaliações, e também do material e ressarcimento, quando necessário, o valor total variou de R\$ 103,98 para o tratamento 3, R\$ 116,60 para o tratamento 1 e R\$ 375,29 para o tratamento 2. Por meio desse trabalho foi possível concluir que não houve diferença entre os tratamentos avaliados no quesito de taxa de frutos caídos e frutos podres, na situação estudada. Assim, pode-se optar pelo tratamento com menor custo-benefício. Esse estudo contribuirá para o aprimoramento de estimativas de safra e servirá de base para trabalhos futuros.

Palavras-chave: derriça, rede, coroa, estimativa de safra, frequência.

Evaluation of methods for estimating the percentage of premature fruit drop in 'Valência' oranges in the central region of São Paulo state

Author: Luís Fernando Errera

Advisor: Franklin Behlau

Co-advisor: Vinicius Gustavo Trombin and José Carlos Barbosa

Abstract

The premature drop of orange fruits is a crucial component for the crop forecast. Premature fruit drop can occur due to various biotic or abiotic factors, and it can be assessed by assembling a crown around the projection of the plant canopy or by installing suspended nets on the ground. The determination of the initial number of fruits can be done destructively - by stripping, which involves removing all the fruits from a representative plant in the plot to count them - or non-destructively - by counting fruits on the plant, which involves counting all the fruits from a group of plants. The work aimed to compare methods for assessing the premature drop of orange fruits and the frequency of evaluations, as well as alternatives for determining initial fruit counts. To compare the methods of assessing premature fruit drop, three treatments were set up. Treatment 1 used stripping, crown, and monthly assessments; treatment 2 used stripping, nets, and monthly assessments; and treatment 3 used plant counting, crown, and biweekly assessments. The fruit drop rate was computed using the sum of the fruits counted at harvest and those that fell during evaluations, designated as F_{total} , along with the initial fruit count obtained via stripping. The fruit drop rate using the crown methodology was determined to be 7.0% based on both F_{total} and stripping, while the net method yielded rates of 7.4% and 6.2% based on F_{total} and stripping, respectively. The rate of rotten fruits in both the crown and net methods was 2.7% based on F_{total} , while stripping yielded 2.7% in the crown and 2.2% in the net. Fruit drop rates based on F_{total} for the monthly and biweekly monitoring protocols were 7.0% and 8.2%, respectively. Based on stripping, the rates were 7.0% for monthly monitoring and 8.9% for biweekly monitoring. The rate of rotten fruits based on F_{total} for the differing frequencies was 2.7% for monthly and 2.5% for biweekly monitoring; according to stripping, it was 2.7% for both frequencies. The initial fruit count via stripping amounted to 733 fruits, while the count on the plants amounted to 590. The total count of fruits at harvest, combined with those dropped during monitoring, was 697. Notably, none of the aforementioned comparisons exhibited significant differences. The cost associated with each treatment encompassed the expenses related to assembly and evaluation operations, as well as materials and reimbursements, where applicable. The total costs varied from R\$ 103.98 for treatment 3, R\$ 116.60 for treatment 1, to R\$ 375.29 for treatment 2. Through this investigation, it was concluded that no significant differences were observed among the treatments in relation to the rates of fallen and rotten fruits under the conditions studied. Consequently, the treatment with the lowest cost may be recommended. This study will contribute to the improvement of crop estimates and will serve as a basis for future work..

Keywords: stripping, net, crown, crop forecast, frequency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1. Área experimental.....	4
2.2. Tratamentos.....	5
2.3. Determinação do número inicial de frutos.....	7
2.4. Construção das coroas e montagem das redes.....	9
2.5. Contagem de frutos caídos	11
2.6. Contabilização de frutos dos galhos podados	12
2.7. Colheita	13
2.8. Cálculo dos custos.....	14
2.9. Análise de dados	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1. Comparação da coroa e rede como estratégias de monitoramento de queda de frutos....	16
3.2. Comparação da periodicidade mensal e quinzenal de avaliações de queda de frutos	17
3.3. Determinação do número inicial de frutos.....	18
3.4. Taxa de queda de frutos podres nos diferentes métodos e periodicidade de avaliação	20
3.5. Análise de custos.....	23
4. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A citricultura é uma atividade que gera muitos empregos e renda no Brasil, principalmente no cinturão citrícola paulista, que compreende o estado de São Paulo e regiões do oeste e sudoeste de Minas Gerais. Grande parte dos produtos e subprodutos dessa atividade são destinados à exportação (Neves et al., 2020). Segundo Neves e Trombin (2017), o Brasil responde por 76% do comércio mundial de suco de laranja, e movimenta a economia de aproximadamente 350 municípios somente em São Paulo, resultando em um PIB de 6,5 bilhões de dólares em toda sua cadeia produtiva. Por ser uma cultura que demanda uma grande quantidade de mão de obra, a citricultura paulista é responsável pela geração de 200 mil empregos diretos e indiretos. De janeiro a abril do ano de 2024, o suco de frutas (laranja compreende 90% desse mercado) atingiu US\$ 899 milhões em exportações, superando o recorde de 2013 que foi de US\$ 868 milhões (Ministério do desenvolvimento, indústria, comércio e serviços, 2024). Além disso, ao esmagarem os frutos para extração do suco, cerca de 50% do volume é descartado pelas fábricas em forma de bagaço (casca, polpa e sementes), que normalmente é prensado e peletizado para ser empregado na fabricação de suplementos e rações animais (Cypriano et al., 2017). Outro subproduto de grande destaque é o óleo essencial de laranja que segundo Bizzo e Rezende (2022) representa 95% da quantidade total das exportações de óleos essenciais do Brasil, que variou de 25 a 31 mil toneladas/ano na última década com preços que foram de US\$ 4,16 até um máximo de US\$ 8,90 por quilograma.

Os citros estão presentes no Brasil desde os anos 1500, quando foram introduzidos pelos jesuítas portugueses (Passos et al., 2018) e encontrou condições ambientais melhores no Brasil do que no seu centro de origem. Desde então, a citricultura vem se mostrando uma atividade cada vez mais sustentável, apresentando incrementos de produtividade mesmo com a redução de área plantada e o surgimento de pragas e doenças. Dentre elas, pode-se destacar o cancro cítrico em 1957 (Behlau, 2020), que se tornou uma importante doença a partir de 1977; a pinta-preta ou mancha-preta dos citros (MPC) doença que foi relatada pela primeira vez na Austrália em 1895 e que a partir de 1950 teve uma grande disseminação (Silva Junior et al., 2016), o vírus da leprose dos citros que teve seu primeiro relato em 1933 (Locali et al., 2004) com uma grande disseminação na década de 1970, bicho-furão dos citros que ganhou importância no final dos anos 80 devido ao aumento do uso de produtos químicos para controlar outras pragas causando um desequilíbrio (Parra et al., 2004), mosca das frutas é outra praga que causa danos direto ao fruto, tanto a *Ceratitis captata* quanto a *Anastrepha fraterculus* são nativas do Brasil e o *huanglongbing* (HLB ou Greening) (*Candidatus Liberibacter asiaticus*), introduzido em 2004

(De Andrade et al., 2021), transmitido pelo inseto psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama, que está devastando as plantações na Flórida, EUA, e tem se expandido consideravelmente no cinturão citrícola paulista nos últimos anos (Fundecitrus, 2024a).

Os dados do inventário e estimativa de safra de 2024 realizado pelo Fundecitrus mostram que o cinturão citrícola conta com aproximadamente 168 milhões de plantas produtivas espalhadas por 337 mil hectares (excluindo áreas com plantas em formação), com uma produção na safra de 2023/24 de 307,22 milhões de caixas (40,8 kg) e produtividade média de 911 caixas por hectare (Fundecitrus, 2023b). Já para a próxima safra foi estimada a produção de 232,38 milhões de caixa (40,8 Kg). Essa estimativa é 24,36% menor que os números obtidos na safra anterior, uma produção baixa levando em consideração o histórico produtivo de 36 anos do cinturão citrícola. Essa queda se deve a diversos fatores que vão desde condições climáticas, pragas e doenças e o ciclo bienal de produção da cultura.

Para uma administração eficiente da produção comercial de citros, de pequeno à grande porte, é imprescindível a realização da estimativa de safra. Contudo, existem poucas metodologias descritas na literatura para uma avaliação objetiva de estimativa de safra e taxa de queda de frutos. Apenas recentemente, Moreira et al., (2022), realizaram uma avaliação sistemática e em larga escala dos motivos individuais das quedas prematuras de frutos no cinturão citrícola do estado de São Paulo. Em cadeias de produção de outras frutas a escassez de metodologias de estimativa da produção é mais acentuada. Segundo Anderson (2017), os grandes produtores de manga da Austrália, utilizam contagem manual sistemática de 5% das árvores dentro de um talhão, alguns produtores realizam contagens subsequentes em diferentes árvores para avaliar a variabilidade do número e queda de frutos ao longo do tempo. O número médio de frutos encontrado é multiplicado pelo total de árvores do talhão. No entanto, essa contagem manual requer uma grande dedicação laboral e a estimativa de produção resultante pode ser pouco confiável, especialmente em árvores com grande copa, cujos frutos podem ficar escondidos pela folhagem.

Na produção de citros do cinturão citrícola de São Paulo é realizado um inventário de plantas produtivas e não produtivas, levando em consideração a variedade, idade, localização e sanidade geral do pomar (Fundecitrus, 2024a). Com esse inventário, é realizado uma amostragem do número de frutos por árvore em uma planta representativa de cada talhão sorteado. Essa estimativa do número inicial de frutos pode ser realizada seguindo metodologia destrutiva por meio da derrça, ou seja, pela retirada de todos os frutos da planta para a contabilização, ou de forma não destrutiva, pela contagem seguida de marcação de todos os frutos ainda na planta, sem removê-los. Esse método não inviabiliza a produção da parcela,

porém é oneroso devido ao tempo elevado necessário para a realização e o resultado é menos preciso do que o método anterior, devido ao maior grau de dificuldade e probabilidade de erros operacionais.

Desde o pegamento dos frutos até a colheita, os frutos de laranja ficam sujeitos a fatores bióticos ou abióticos que levam à queda prematura (Dutta et al., 2022). A intensidade da queda é variável em cada safra. Por isso, a taxa de queda média das safras anteriores é levada em consideração para se realizar uma estimativa de safra inicial e para se realizar uma reestimativa da safra atual. A taxa de queda pode ser estratificada em diferentes causas. Uma avaliação minuciosa pode revelar os principais motivos que levam a perda de produção e contribuir para a programação da nova safra pela implementação de mudanças ou ajustes na condução do pomar com a finalidade de diminuir perdas. Porém, a determinação das causas de queda deve ser feita por equipe treinada, que atua não somente na correta contabilização dos frutos, mas também na identificação e diferenciação das causas que levam a queda antes da colheita.

Com base no fechamento da safra 2023/24 realizado pelo Fundecitrus, o cinturão citrícola apresentou uma taxa de queda de 19,00%, mantendo assim uma taxa similar últimas duas safras (safra 2022/23, com 21,30% e safra 2021/22, com 21,80%). Entre os motivos de queda prematura de frutos podem-se destacar o *huanglongbing* (HLB ou Greening) 8,35%, mosca-das-frutas/bicho-furão com 5,05%, natural ou mecânica 3,01%, seguidos por pinta-preta, leprose, rachadura e cancro cítrico que somados chegam a 2,55% (Fundecitrus, 2024c).

Os parâmetros utilizados para compor a estimativa de safra do cinturão citrícola de São Paulo são número total de árvores produtivas, frutos por árvore na derriça, frutos estimados por caixa (tamanho dos frutos) e a taxa estimada de queda. Desses parâmetros, os dois últimos são avaliados ao longo das safras para realizar a reestimativa de safra, pois são fatores que sofrem forte influência de estresses abióticos como o clima, podendo impactar nos números previamente obtidos (Fundecitrus, 2015).

Entre as variáveis existentes na metodologia de estimativa de safra de laranja no cinturão pode-se destacar a estimativa do número inicial de frutos na planta, a estratégia de monitoramento da queda e a frequência das avaliações. Para se estabelecer a taxa de queda prematura de frutos é realizada contagem mensal de frutos caídos ao solo na projeção da copa. Para facilitar esse acompanhamento, são construídas coroas, ou seja, pequenas elevações de solo, ao redor das três plantas localizadas imediatamente à frente à planta em que a derriça foi realizada. A coroa é uma barreira que evita a perda de frutos para fora da projeção da copa, possibilitando a avaliação mais precisa e distinção das causas de queda (Fundecitrus, 2015). O monitoramento de queda pela construção de coroa apresenta algumas desvantagens como a

perda de informações pela queda de frutos fora da projeção da copa e pela suposta maior frequência de frutos caídos podres devido ao contato direto com o solo, que prejudicam a contagem e a identificação do motivo da queda.

Alternativamente, para corrigir esses possíveis erros existe a possibilidade de instalação de redes suspensas para retenção dos frutos caídos. Supostamente essas redes são mais eficientes na determinação da taxa de queda por reter os frutos caídos, evitando que caiam fora da projeção da copa, e por evitar o contato dos frutos caídos com o solo. Porém, essa estratégia é mais onerosa por maior uso de material e mão de obra. Atualmente o uso da rede pela PES (pesquisa de estimativa de safra), está restrito a ~300 talhões, os quais equivalem a 25% dos talhões amostrados, como medida acessória para correção das taxas de queda estimadas pela coroa caso seja necessário. Para ambas as estratégias de monitoramento da queda, a contagem de frutos caídos é realizada com periodicidade mensal.

Devido à falta de informações sobre a eficiência dessas variações metodológicas para se quantificar a queda de frutos nos pomares, esse trabalho teve como objetivo comparar diferentes metodologias relacionadas à: (i) determinação do número inicial de frutos (derriça vs. contagem na planta), (ii) método de monitoramento de queda (coroa vs. rede) e (iii) frequência de avaliação (mensal vs. quinzenal) tendo em vista aspectos relacionados à precisão da estimativa da taxa de queda, aplicabilidade e custos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

Para a realização desse trabalho foram utilizados 16 talhões de laranjeira doce de maturação tardia ‘Valencia’ enxertadas em citrumelo ‘Swingle’, plantados entre junho de 2013 a agosto de 2014, com espaçamento de 6,5 metros entre ruas e 2,5 metros entre plantas (densidade de 615 plantas por hectare). Os talhões estavam localizados em uma fazenda de Gavião Peixoto, SP, sob o mesmo regime hídrico (irrigado com manejo de quebra de estresse), e de tratos culturais. A escolha de variedade de maturação tardia se deve ao fato de os frutos permanecerem por mais tempo na planta até a colheita, expostos por maior período à fatores abióticos e bióticos que possam contribuir para uma queda prematura mais acentuada. Segundo Fundecitrus (2024b), as laranjas do grupo “Valência e Folha Murcha” tiveram uma taxa de queda estimada para a safra 2023/24 de 22,0%. Esse índice é superior ao dobro da taxa de queda registrada para as variedades precoces (“Hamlin, Westin e Rubi” com 10,8% e “Valência

Americana, Seleta, Alvorada e Pineapple” com 12,1%), sendo superado somente pela variedade “Natal”, também tardia, com uma taxa de queda estimada de 28,9%.

2.2. Tratamentos

Os tratamentos foram estabelecidos com base (i) no método de determinação do número inicial de frutos das plantas estudadas (destrutiva, por meio de derriça; ou não-destrutiva, pela contagem dos frutos na planta), (ii) na estratégia de monitoramento de queda (coroa ou rede) e na (iii) periodicidade de contagem de frutos caídos (mensal ou quinzenal) (Tabela 1). Cada tratamento foi composto por três plantas sequenciais, que receberam as avaliações de queda, e uma planta que recebeu a derriça. Parcelas na mesma rua de plantio compartilharam as informações da mesma planta derriçada. Cada um dos 16 talhões representou um bloco com uma repetição de cada tratamento por bloco. Os tratamentos foram dispostos aleatoriamente em duas ruas, sendo dois tratamentos em uma rua, separados por uma planta-derriça, e outro tratamento na rua ao lado, com uma planta-derriça (Figura 1).

Tabela 1. Metodologias de avaliação da taxa de queda prematura de frutos de laranja avaliados no presente estudo com variação nos métodos de contagem inicial de frutos, monitoramento da queda e frequência de avaliação de frutos caídos.

Tratamento	Determinação do nº inicial de frutos	Estratégia de monitoramento da queda	Frequência de avaliação	Nº de plantas
1	Destrutiva: derriça	Coroa	Mensal	3 + 1*
2	Destrutiva: derriça	Rede	Mensal	3 + 1*
3	Não destrutiva: contagem na planta	Coroa	Quinzenal	3 ^a

* Planta utilizada na derriça; ^a A derriça do tratamento vizinho foi usada para comparar com a contagem na planta.

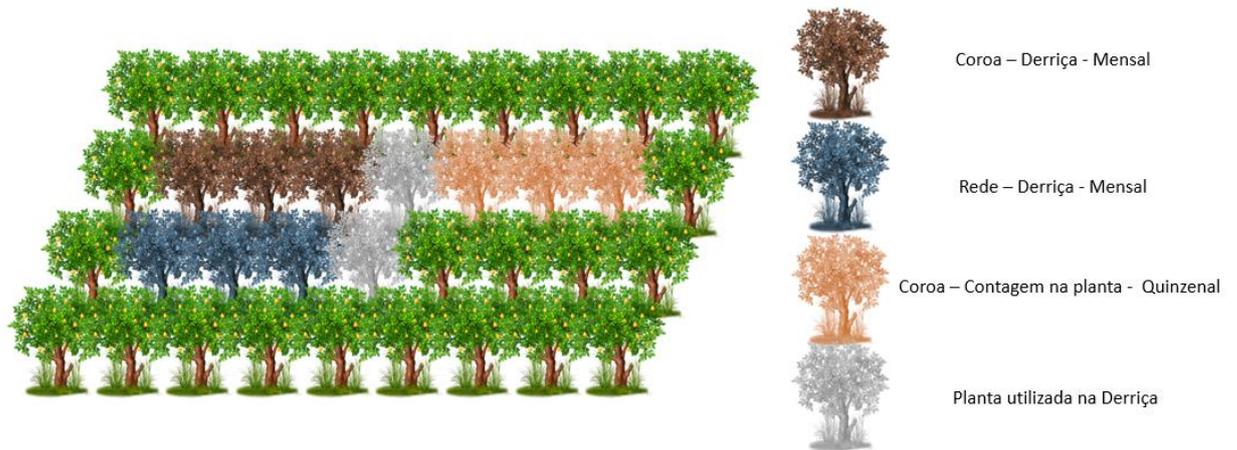


Figura 1. Esquema de organização dos tratamentos avaliados no experimento dentro de um bloco. A descrição da legenda se refere, da esquerda para direita, a estratégia de monitoramento de queda, método de determinação do número inicial dos frutos e periodicidade de avaliação.

Para composição das parcelas foram escolhidas três plantas sequenciais na linha de plantio, ao lado da planta derrichada, sem sintomas aparente de ataque de pragas ou doenças, localizadas no interior do talhão (pelo menos dez plantas de distância até a borda). Essas plantas foram marcadas com uma fita plástica e identificadas quanto ao tratamento (Figura 2). Os tratamentos foram dispostos próximos uns dos outros, sendo dois tratamentos na mesma linha de plantio separados pela planta derrichada e; outro tratamento na próxima linha logo em frente aos demais.



Figura 2. Marcação dos blocos e, no detalhe (direita), marcação de uma planta.

2.3. Determinação do número inicial de frutos

O número inicial de frutos presentes nas plantas foi determinado nos dias 20 de março até 28 abril 2023 pelo (a) método destrutivo por derriça, segundo o qual são removidos todos os frutos da planta para posterior contagem (Figura 3) e (b) método não destrutivo, pela contagem dos frutos na planta seguida de marcação com cal (Figura 4).



Figura 3. Frutos no chão logo após a derriça (esquerda) e frutos logo após a contagem (direita).



Figura 4. Marcação dos frutos de laranja com cal na árvore (esquerda) e detalhe dos frutos após a marcação (direita).

Em cada uma das três árvores do tratamento onde a determinação do número inicial de frutos foi realizada pelo método não destrutivo de contagem na planta, foram contabilizados todos os frutos existentes nas plantas com o auxílio da marcação com cal, esses frutos foram colhidos e novamente contabilizado ao final do experimento. Nos tratamentos onde a determinação do número inicial de frutos foi pelo método destrutivo foi realizada derriça da planta vizinha às plantas utilizadas no monitoramento de queda (ao centro do bloco), para que esse número fosse utilizado para estimar a produção desses tratamentos. Como os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória em duas linhas de cada talhão, sempre que os dois tratamentos que tinham o método de derriça para determinação da quantidade inicial frutos ficaram na mesma linha, apenas uma planta localizada entre os dois tratamentos foi derriçada. A quantidade de frutos determinada pela derriça nessa planta, foi utilizada para estimar a produção de ambos os tratamentos na mesma linha. Para determinação do número inicial de frutos por contagem na planta, frutos foram marcados com pasta de cal à medida que iam sendo registrados para que não fossem contados em duplicidade. Esse método é considerado não destrutivo pois os frutos contados permaneceram na planta ao longo das avaliações e podem ser colhidos quando atingirem a maturação, no tratamento onde foi realizado a contagem de frutos na planta, foi utilizado o número de frutos obtidos pela derriça do tratamento vizinho para fins de comparação. No método destrutivo, a contagem dos frutos ocorre após a derriça, ou seja,

após a remoção dos frutos ainda verdes da árvore. Nesse caso, os frutos são descartados após a contagem.

2.4. Construção das coroas e montagem das redes

Para o monitoramento da queda foram avaliadas duas estratégias: a) coroa, que consiste no preparo e limpeza da superfície do solo abaixo da copa das plantas para facilitar a contagem dos frutos que caíram ao longo do estudo (Figura 5), e (b) rede, que consiste na instalação de uma rede suspensa ao chão, fixada nas plantas e posicionada abaixo e na lateral inferior das plantas monitoradas (Figura 6).



Figura 5. Construção da coroa à esquerda e detalhe da coroa (seta branca) construída com solo e material orgânico da projeção da copa das plantas à direita.



Figura 6. Rede de monitoramento de queda de frutos de laranja instalada nas três plantas monitoradas.

Para construção da coroa, foi feita a remoção de todo material orgânico e fina camada de solo abaixo da projeção da copa das plantas monitoradas com o auxílio de enxada e rastelo. O material retirado debaixo das plantas foi acumulado em forma de leiras ao redor das três plantas para formar uma estrutura conjunta de contenção a fim de demarcar a área de monitoramento e também evitar a perda de frutos, esse processo necessita de uma manutenção sempre que for feito uma avaliação de queda, a fim de retirar folhas ou outros materiais que caíram na área avaliada e também refazer partes da coroa que foram destruídas pelo transito de máquinas ou outras atividades dos tratos culturais.

Para montagem das redes foi necessário realizar o coroamento (como descrito anteriormente) nas três plantas, suspensão e amarração dos galhos mais baixos próximos ao chão, costura próxima ao tronco das árvores e amarração da rede às plantas vizinhas, de forma que a estrutura ficasse totalmente suspensa, permitindo os tratos culturais tratorizados como roçada e aplicação de herbicida com barra. O rolo de tela foi estendido passando ligeiramente da projeção da copa das três plantas em largura e comprimento. Na sequência, o comprimento total da rede foi dobrado e cortado ao meio para utilização no outro lado da projeção da copa. Ao final, as duas partes da rede foram unidas ao centro, próximo ao tronco das três plantas, e costuradas uma à outra para unir as partes e impedir a perda de frutos no centro (Figura 7). Para

que a rede fosse fixada, ficando suspensa ao chão, foi necessária a fixação de suas extensões em quatro pontos (dois pontos em cada extremidade de comprimento) e esses pontos de fixação ficaram amarrados nas duas plantas que faziam divisa das plantas monitoradas pela rede, para que ela ficasse esticada. Além disso, lateralmente foram realizados alguns pontos de amarração, nas plantas monitoradas para que a rede não ficasse abaulada. Nessa estratégia de monitoramento não é necessário refazer a coroa, porém em cada avaliação de queda de frutos a rede precisa ser desamarrada dos pontos laterais para acessar os frutos que caíram e para a retirada das folhas ou galhos que caíram sobre a rede.



Figura 7. Posicionamento da rede nos dois lados da planta antes da amarração (esquerda) e as duas partes da rede já costuradas ao centro (direita).

2.5. Contagem de frutos caídos

As avaliações de queda de frutos foram realizadas mensalmente e quinzenalmente, a depender do tratamento, contabilizando quatro avaliações para tratamento 1 e tratamento 2 e oito para o tratamento 3 (Tabela 1). Os frutos contabilizados em cada avaliação foram separados em dois tipos: i) fruto normal, não deteriorado (Fnão-podres), e ii) fruto podre, com presença de fungos decompositores (Fpodres) (Figura 8). A somatória desses dois grupos compôs o número total de frutos caídos ($F_{queda} = F_{podres} + F_{não-podres}$). Todos os frutos caídos foram destruídos após cada avaliação para que não ocorresse interferência nas avaliações subsequentes.



Figura 8. Detalhe dos frutos caídos podres (esquerda) e não podres (direita).

2.6. Contabilização de frutos dos galhos podados

Para melhorar a estrutura do pomar foi imprescindível a utilização da poda mecanizada nos talhões em avaliação. Esse trato cultural foi realizado para reduzir o porte das árvores visando a facilitação da colheita e aumento da eficiência das pulverizações. Para as variedades tardias, a poda é realizada em épocas em que as árvores estão fora de seu período de florada, ou seja, alguns meses antes da colheita. Isso permite que os frutos de ramos podados possam ser recolhidos e aproveitados a produção de suco, e apenas os frutos muito pequenos e imaturos ou que forem danificados pelas serras da podadeira sejam descartados, reduzindo assim as perdas de produção por esse trato (Figura 9). Para o tratamento 2, a distância das lâminas da poda foi recuada em alguns centímetros, visando não danificar a rede.



Figura 9. Poda das plantas de laranja em um dos blocos do experimento. Linhas pontilhadas indicam a separação virtual na metade da distância entre linhas de plantio para a designação dos frutos perdidos aos diferentes tratamentos.

Para esse experimento, a contabilização dos frutos perdidos devido à poda (F_{poda}) foi realizada logo após o término da atividade. Antes do início desse trato foram contabilizados todos os frutos que já estavam no chão para que não fossem misturados aos derrubados pela poda. Para a designação dos frutos perdidos aos diferentes tratamentos foi estabelecida a separação virtual na metade da distância entre linhas de plantio. Assim, foram contabilizados somente os frutos que caíram paralelamente às plantas avaliadas. Esses frutos foram aproveitados pela colheita, sendo assim sua contabilização foi somada aos números finais da produção.

2.7. Colheita

Ao final do experimento, quando as laranjas atingiram o estágio de maturação para a colheita, todos os blocos foram colhidos individualmente e os frutos foram contabilizados. Essa informação foi utilizada para estimar a diferença das duas formas de determinação do número inicial de frutos. Para isso, o número total de frutos colhidos foi somado ao número total de frutos caídos ao longo do experimento. Isso permitiu estimar com maior precisão a quantidade real de frutos presentes inicialmente em cada planta avaliada.

O número total de frutos da planta (F_{total}) foi obtido pela soma do número total de frutos colhidos ($F_{colhidos}$), número de frutos derrubados pela poda (F_{poda}) e número de frutos

contados no momento da colheita ($F_{colheita}$), e, conforme descrito na equação abaixo. F_{total} é o número total de frutos da planta mais próximo do real, que aqueles obtidos tanto pela derrça quanto pela contagem de frutos da planta. Isso ocorre porque esses dois métodos consistem contagem dos frutos no início de seu ciclo, quando ainda estão com tamanho pequeno e coloração verde, podendo ser facilmente confundidos com folhas da planta avaliada. F_{total} foi utilizado para calcular a taxa geral de queda e a taxa de frutos caídos podres dos tratamentos dividindo o número total de frutos caídos ou o número de frutos podres caídos pelo número total de frutos da planta. É importante salientar que, embora a soma de frutos caídos, perdidos com a poda e colhidos tenha fornecido informação mais precisa sobre o número inicial de frutos na planta, essa metodologia não é adotada em larga escala.

$$F_{total} = F_{queda} + F_{poda} + F_{colheita}$$

2.8. Cálculo dos custos

Para calcular os custos operacionais de cada tratamento foram utilizados os tempos médios cronometrados para realizar cada operação separadamente, e com isso foram feitas as composições das atividades ou fatores que afetaram o custo da seguinte forma: tratamento 1 – mão de obra para montagem da coroa e derrça e ressarcimento da derrça; tratamento 2 – mão de obra para montagem da coroa, rede e realização da derrça material da rede e ressarcimento da derrça; tratamento 3 – mão de obra para construção da coroa e contagem dos frutos na planta. Para estimar os custos com mão de obra foram utilizados os tempos médios cronometrados para realizar cada a avaliação de cada tratamento. Para isso foi considerado o salário médio de R\$ 1.724,42 (um mil e setecentos e vinte quatro reais e quarenta e dois centavos) para um trabalhador rural para a região, segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA) em novembro de 2023. Com esse salário foi calculado o valor do gasto mensal pago pelo contratante, levando em consideração o valor de encargos de 1,5 vezes o valor do salário recebido pelo colaborador, totalizando um gasto de R\$ 2.586,63 (dois mil e quinhentos e oitenta e seis reais e sessenta e três centavos). Utilizando uma carga horária de 160 horas mensais, compatível com a média dos trabalhadores rurais da área onde o experimento foi localizado, foi calculado um gasto por hora trabalhada de R\$ 16,17 (dezesseis reais e dezessete centavos) pelo contratante. Os materiais usados para a montagem das redes (rede, fitilho e corda), informações sobre o custo de cada material e o valor do ressarcimento referente aos frutos destruídos pela derrça foram fornecidos pela PES.

2.9. Análise de dados

Todos os tratamentos foram montados visando as comparações pareadas. Os dados coletados foram comparados entre si para mostrar a eficiência das diferentes opções que poderiam ser incluídas na estratégia de monitoramento de queda de frutos. As taxas de queda foram determinadas considerando tanto o número de frutos da derriça quanto o F_{total} , que considera os frutos colhidos, caídos e removidos pela poda. A comparação do tratamento 1 com o tratamento 2, permitiu verificar a eficiência do uso da coroa versus o uso da rede para o monitoramento dos frutos caídos normais e podres. A comparação dos tratamentos 1 e 3, permitiu avaliar a existência de diferenças significativas entre as periodicidades de contagem dos frutos caídos – mensal vs. quinzenal. Ainda, a determinação do número inicial de frutos utilizando a derriça ou contagem na planta foi comparada com a quantidade total de frutos colhidos nas plantas, buscando verificar o método mais preciso para este fim. Essa comparação foi realizada em plantas do tratamento 3 pois este foi o único em que a contagem inicial de frutos foi realizada na planta, além da derriça. Todas as comparações dois a dois foram realizadas por meio do teste t de Student, enquanto a comparação derriça x contagem x colheita foi feita por meio de uma análise de variância, com uma significância de 5%. Todos os testes estatísticos foram realizados no software R (v. 4.3.0) (R Core Team 2022) utilizando os seguintes pacotes – Desctools (Signorell, 2024), Car (Fox e Weisberg, 2019), Dplyr (Wickhan et al., 2023) e Rstatix (Kassambara, 2023).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade média de frutos obtida nas avaliações iniciais a partir da derriça (método destrutivo), contagem (método não destrutivo), bem como os frutos caídos com e sem podridão ou em decorrência de poda, estão contidos na Tabela 2. Pode-se notar o número baixo de frutos de ramos podados no tratamento 2 em relação aos demais tratamentos, isso se deve ao fato da rede compactar levemente a copa das plantas e também como mencionado anteriormente ao fato do recuo das lâminas da poda para não danificarem as redes.

Tabela 2. Número médio de frutos na derriça ou contagem na planta, removidos pela poda, caídos podres e não podres e colhidos por planta monitorada.

Tratamento	Derriça	Contagem na planta	Frutos de ramos podados	Frutos caídos não podres	Frutos caídos podres	Frutos colhidos
T1 ^a	709,1 ± 65,1	Nd	35,1 ± 7,8	28,6 ± 3,1	16,7 ± 1,4	595,4 ± 46,4
T2 ^b	822,1 ± 48,9	Nd	3,4 ± 0,9	33,4 ± 4,6	17,4 ± 1,9	629,5 ± 43,1
T3 ^c	733,4 ± 69,7	590,1 ± 39,6	30,6 ± 3,8	42,8 ± 6,6	16,9 ± 1,7	606,1 ± 43,8

^aT1, tratamento com derriça, coroa, e avaliações mensais; ^bT2, tratamento com derriça, rede, e avaliações mensais; ^cT3, tratamento com contagem na planta, coroa e avaliações quinzenais. ± indica o erro padrão das médias de frutos avaliados; Nd, não determinado.

3.1. Comparação da coroa e rede como estratégias de monitoramento de queda de frutos

A comparação da taxa de queda entre coroa e rede foi feita a partir da média de taxa de queda geral (soma das quedas de frutos podres e normais) do Tratamento 1 em comparação com o Tratamento 2. Independentemente do método utilizado, não houve diferenças significativas na porcentagem de frutos caídos. Utilizando o F_{total} como base, a taxa de queda de 7,0% foi observada para a metodologia de coroa, enquanto 7,4% dos frutos caíram com a rede. Com base na derriça, 7,0% de frutos caídos foram observados na coroa e 6,2% caídos na rede, também sem diferenças significativas (Figura 10). A inexistência de diferença entre os métodos estudados está provavelmente relacionada à baixa taxa de queda de frutos no experimento (7,6% média de todos os tratamentos) quando comparada com a região centro que finalizou a safra de 2023/24 com a taxa de 20,7% (Fundecitrus, 2024b). A baixa taxa de queda, por sua vez, é consequência do manejo do pomar empregado na área utilizada para o experimento. A fazenda realiza tratamentos culturais conforme as recomendações técnicas e, com isso, mantém os níveis de pragas e doenças sob controle, reduzindo drasticamente as perdas antes da colheita. Como é o caso do manejo do bicho-furão dos citros (*Gymnandrosoma aurantianum*) onde o controle químico é feito ao entardecer para coincidir com o hábito de acasalamento e postura dos ovos do inseto, e também o monitoramento com as armadilhas com feromônio sexual (Bento et al., 2022), Já o controle de mosca-das-frutas é feito com utilização de isca-toxica (Proteína hidrolisada com um inseticida recomendado) em aplicações em ruas alternadas tendo como alvo apenas uma parte da copa da planta, uma área não superior a 1m², com gotas grandes e baixo volume por planta, esse controle é feito em intervalos de 7 a 10 dias, conforme sugerido por Raga, 2005.

O manejo do cancro cítrico é feito com pulverizações periódicas de cobre, que se iniciam logo após a florada, se mantem com intervalos de 21 a 28 dias, durante o período da primavera e até o início do verão (Behlau, 2014). Junto com o manejo do cancro, é feito a utilização de fungicidas a base de estrobilurinas para o controle da pinta-preta dos citros com volume de 75 a 100ml/m³ de copa (Silva Júnior, 2022). Nesses pomares também é feito o controle do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus yothersi*), vetor do *Citrus leprosis virus* do tipo citoplasmático (CiLV-C), com o uso de acaricidas baseado na população dos ácaros informada pelos inspetores de pragas (Bassanezi, 2019).

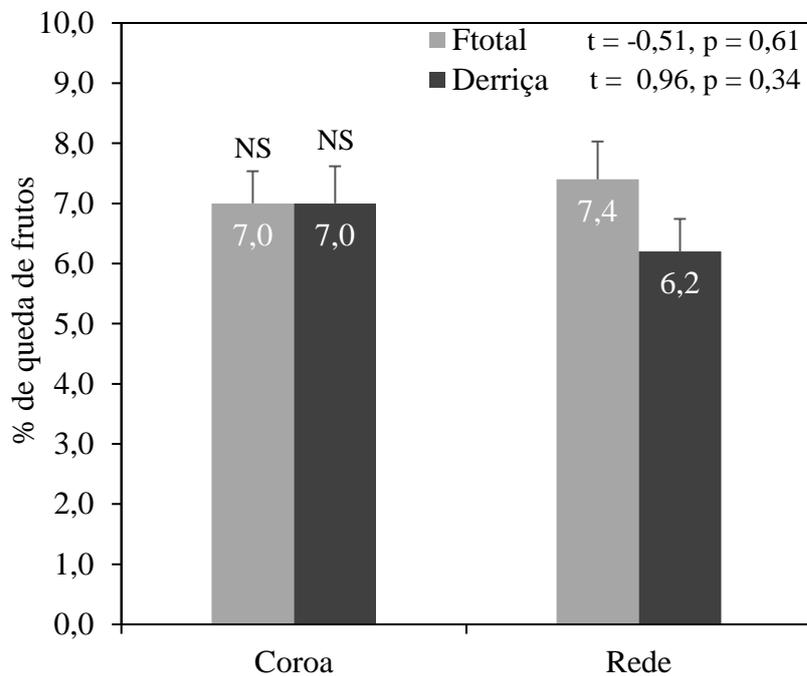


Figura 10. Taxa de queda prematura de frutos de laranja ‘Valencia’ em plantas monitoradas com coroa e rede. Colunas cinza claro são as porcentagens médias de frutos caídos com base no Ftotal, colunas cinza escuro são as porcentagens médias de frutos caídos com base na estimativa inicial de frutos ‘Derriça’. Barras representam o erro padrão das médias avaliadas, NS, diferença não significativa entre colunas de mesma cor pelo Teste de t de Student ($p > 0,05$).

3.2. Comparação da periodicidade mensal e quinzenal de avaliações de queda de frutos

Não houve diferenças significativas entre a queda prematura de frutos com avaliações mensais ou quinzenais, independentemente do uso do Ftotal ou derriça para a estimativa das taxas de queda (Figura 11). Utilizando o Ftotal, a queda prematura de frutos foi de 7,0%, com avaliações mensais, e de 8,2% com avaliações quinzenais, enquanto taxas de 7,0% e 8,9%

foram obtidas com base na derriça, em avaliações mensais e quinzenais, respectivamente (Figura 11).

A taxa de queda geral de frutos dos talhões foi relativamente baixa e inferior à média observada pela PES para a variedade ‘Valência’. Esse fator parece explicar a não observação de diferenças significativas entre as avaliações de queda mensais e quinzenais.

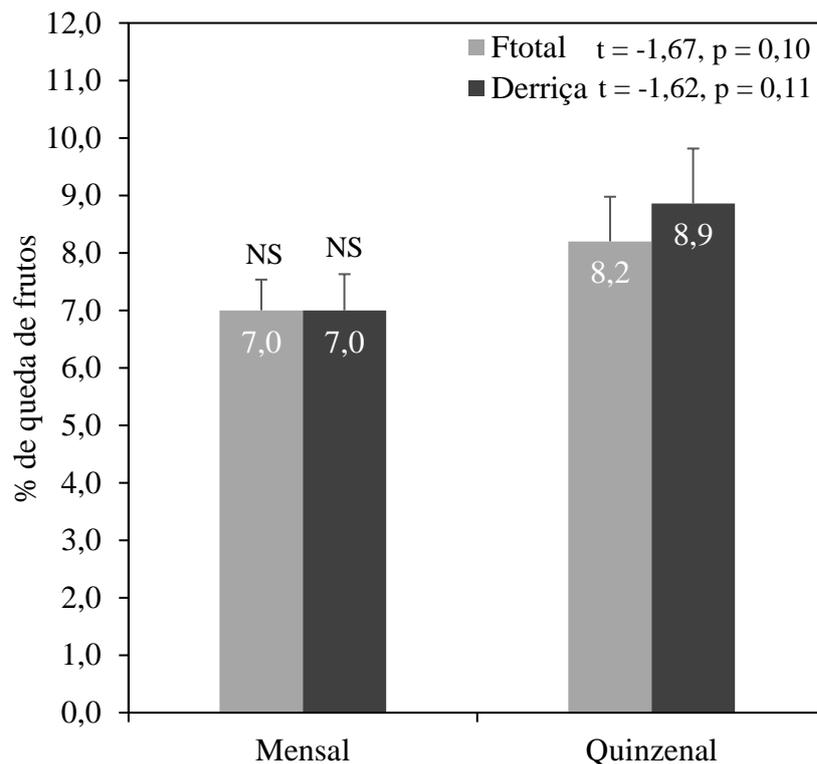


Figura 11. Resultado da comparação da taxa de queda de frutos entre as periodicidades mensais e quinzenais. Colunas cinza claro são as porcentagens médias de frutos caídos com base no Ftotal, colunas cinza escuro são as porcentagens médias de frutos caídos com base na estimativa inicial de frutos ‘Derriça’. Barras representam o erro padrão das médias avaliadas, NS, diferença não significativa entre colunas de mesma cor pelo Teste de t de Student ($p > 0,05$).

3.3. Determinação do número inicial de frutos

O número total médio de frutos por planta (Ftotal) determinado pela soma Fqueda + Fpoda + Fcolheita foi 696, enquanto os números obtidos pela derriça e contagem na planta foram de 733 e 590, respectivamente (Figura 12). Esses números mostram que quando comparados com o número total de frutos da planta, os métodos de determinação do número inicial de frutos podem subestimar, no caso da contagem na planta, os frutos existentes nas plantas avaliadas. Nesse trabalho, a derriça foi o método que mais se aproximou de Ftotal. Como é feita em uma planta vizinha, a derriça tende a ter um número de frutos diferentes das

plantas avaliadas. Essa diferença, normalmente é neutralizada quando se trabalha com muitas amostras ou talhões. Por outro lado, a contagem na planta que ocorre exatamente nas três plantas avaliadas. As diferenças nos números de frutos em relação ao total quantificado (F_{total}) pode ocorrer devido as falhas do método inerentes a dificuldade de visualização e contagem de todos os frutos presentes das plantas.

Apesar de em ambos os métodos, no momento da execução dessa operação, os frutos ainda estarem pequenos e de coloração verde, podendo assim ser facilmente confundidos com as folhas da planta, essa dificuldade tende a ser maior para a contagem, pois os frutos permanecem na planta. Outro fator para um possível erro é o fato das plantas se tocarem de forma longitudinal tornando difícil a separação dos ramos contendo frutos de uma planta com a planta vizinha. Uma característica das plantas cítricas é a bienalidade de produção, alternando entre safras uma produção alta e outra baixa (Moss, 1971), essa variação de produção ao longo do tempo ocorre devido a dinâmica dos produtos originados pela fotossíntese que se acumulam nas plantas e isso influencia tanto a quantidade quanto a qualidade dos frutos de cada árvore individualmente (Isagi et al. 1997; Sakai et al. 2003; Noguchi et al. 2003). Esse fator ocorre entre cada planta e não no talhão todo de uma forma geral, sendo assim é possível que a planta escolhida para a derriça, por exemplo, esteja com uma produção mais alta do que as outras plantas do talhão.

Uma forma de amenizar esse erro é utilizar uma amostragem grande, tanto para derriça (como é feito pelo PES), quanto para contagem na planta, pois assim ocorre uma diluição desse erro e a média encontrada representa de forma mais fidedigna o número dos frutos nas plantas dos pomares.

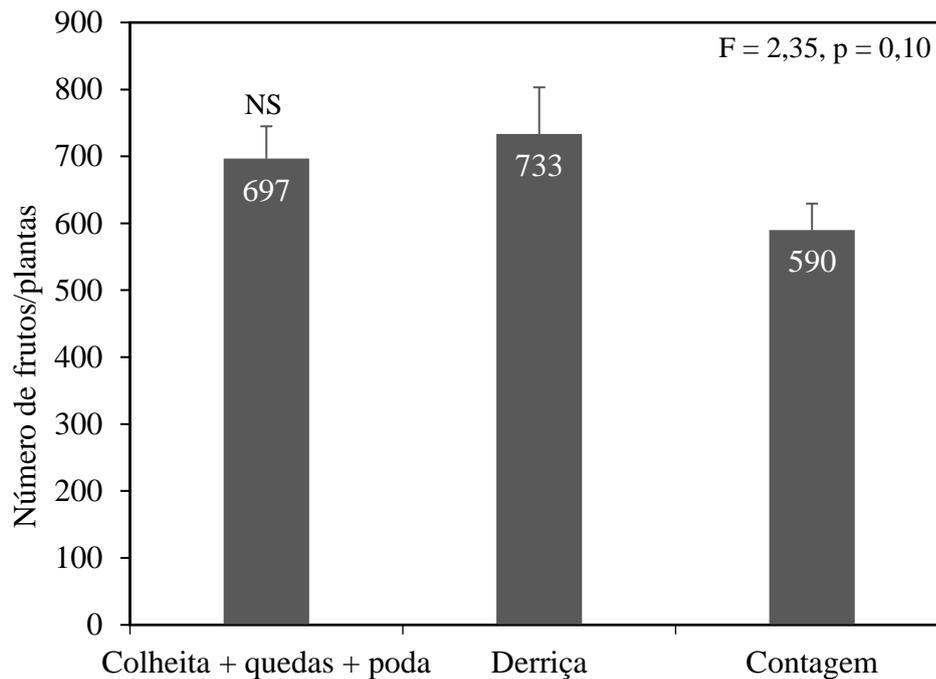


Figura 12. Número de frutos estimados pela soma de frutos caídos, derrubados pela poda e colhidos; derrça; e contagem nas plantas. Comparação das determinações iniciais de frutos pelo método destrutivo - derrça, não destrutivo - contagem na planta e o número real de frutos da planta. Barras representam o erro padrão das médias avaliadas, NS, diferença não significativa pelo Teste de F ($p > 0,05$).

3.4. Taxa de queda de frutos podres nos diferentes métodos e periodicidade de avaliação

Não foram observadas diferenças significativas nas taxas de queda de frutos podres, independentemente do método de monitoramento (coroa e rede) e da base de cálculo (Derrça ou Ftotal). A mesma taxa de 2,7%, de frutos podres foi obtida com o monitoramento de queda por coroa ou rede, quando utilizado o Ftotal na base de cálculo, enquanto taxas de 2,7% de frutos caídos na coroa e 2,2% na rede foram obtidas com base na derrça (Figura 13).

A identificação da causa de queda dos frutos é de suma importância para a estratificação das quedas por seus respectivos fatores. Alguns fatores de queda causam uma maior chance de apodrecimento dos frutos, pois são ataques de pragas ou desordens fisiológicas que causam danos direto na casca dos frutos possibilitando assim a entrada de microrganismos degradadores. Após ataque da moscas-das-frutas o fruto apresenta amolecimento que evolui para apodrecimento. Em muitos casos a degradação do fruto ocorre antes mesmo da queda (Raga et al., 2021). Outra praga que ataca os frutos causando seu apodrecimento é o bicho-furão (Molina et al., 2005). Segundo Li e Chen (2017), no início do processo de rachadura dos citros, as glândulas de óleo da casca começam a se deformar até se romperem, e com isso, cria-se um grande espaço entre as células da casca.

Diferentemente, os frutos de ramos sintomáticos de *huanglongbing*, caem com a maturação incompleta e com região estilar mantendo-se verde (Belasque et al., 2009), e por isso demoram mais tempo para apodrecer. Outras causas de queda prematura de frutos que não necessariamente tem um apodrecimento rápido são a pinta preta e o cancro-cítrico, porém lesões na casca podem contribuir para a deposição de hifas e esporos de fungos na casca dos frutos, favorecendo o apodrecimento (Souza, 2018).

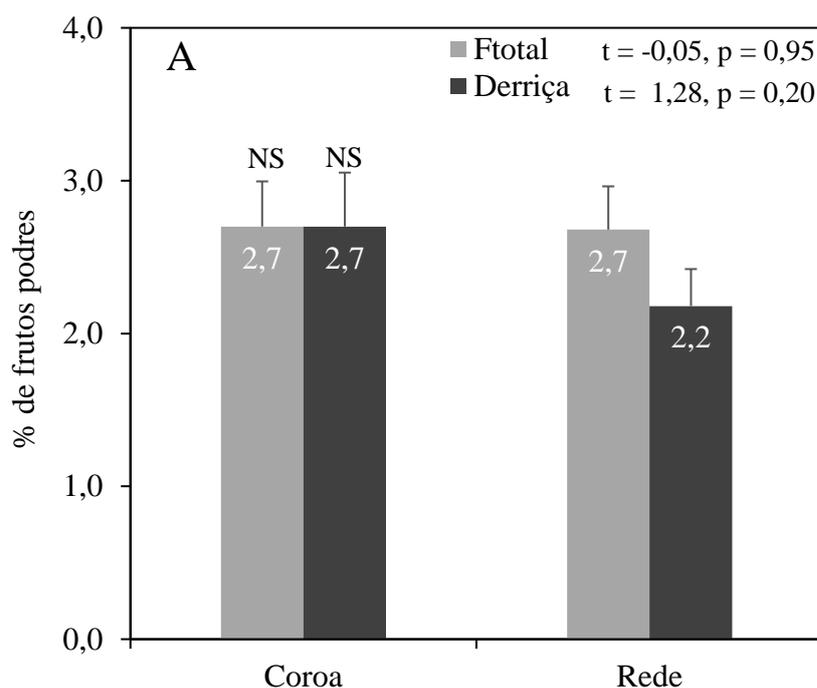


Figura 13. Frequência de frutos caídos podres com a utilização dos métodos de monitoramento de coroa e rede. Colunas cinza claro são as porcentagens médias de frutos caídos com base no Ftotal, colunas cinza escuro são as porcentagens médias de frutos caídos com base na estimativa inicial de frutos ‘Derrixa’. Barras representam o erro padrão das médias avaliadas, NS, diferença não significativa entre colunas de mesma cor pelo Teste de t de Student ($p > 0,05$).

Não foram observadas diferenças significativas nas taxas de queda de frutos podres, independentemente do período de avaliação (mensal ou quinzenal) e da base de cálculo (Derrixa ou Ftotal). As taxas de frutos podres, com base no Ftotal, encontrados quando as avaliações foram realizadas mensalmente e quinzenalmente foram de 2,7% e 2,5%, respectivamente, e de 2,7% para ambas as periodicidades de avaliação com base na derrixa (Figura 14). O período de avaliação desse experimento desfavoreceu a ocorrência de frutos podres, pois foi realizado entre o final de junho e meados de setembro, época em que as chuvas não são frequentes ou volumosas, contribuindo assim para que os frutos caídos tivessem uma deterioração mais lenta. Vale ressaltar que o manejo bem conduzido das plantas na fazenda também contribuiu para que o número de frutos podres fosse baixo. Normalmente quando a área apresenta ataque intensivo

de mosca-das-frutas e/ou bicho-furão, a tendência é que ocorram mais frutos podres devido ao ataque causado por esses insetos danificarem a casca dos frutos facilitando assim a entrada precoce de microrganismos degradadores (Raga et al., 2021; Bento et al., 2022). Além disso, essa região é pouco afetada pela rachadura de frutos, que também danifica a casca e causa podridões. Possivelmente, se utilizando um número de blocos maiores, mais safras e outras regiões, fosse encontrada alguma diferença significativa entre os tratamentos.

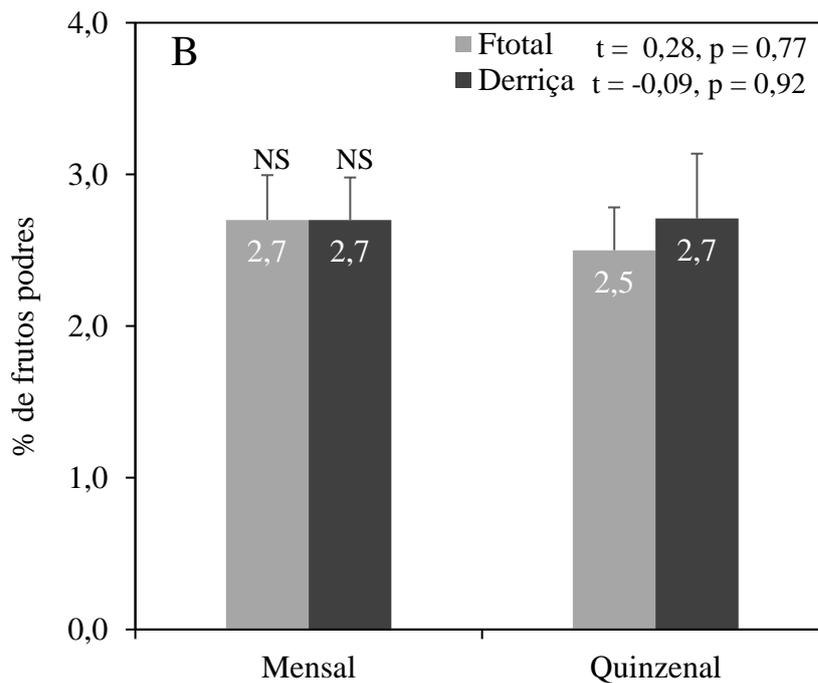


Figura 14. Taxa de queda de frutos podres na coroa observadas para as avaliações mensais e quinzenais. Colunas cinza claro são as porcentagens médias de frutos caídos com base no Ftotal, colunas cinza escuro são as porcentagens médias de frutos caídos com base na estimativa inicial de frutos ‘Derrixa’. Barras representam o erro padrão das médias avaliadas, NS, diferença não significativa entre colunas de mesma cor pelo Teste de t de Student ($p > 0,05$).

A tabela 3 resume os valores obtidos pelas avaliações de queda de frutos. A derrixa é utilizada pelo PES para estimar o número de frutos inicial das plantas, porém nesse trabalho foi possível acompanhar a colheita dessas plantas e realizar posteriormente a contagem dos frutos, com esse número foi possível obter o Ftotal ($F_{total} = F_{queda} + F_{poda} + F_{colheita}$) que devido a facilidade de contagem (frutos maiores e de cor amarelada no momento da colheita, comparados com frutos pequenos e verdes no momento da derrixa) foi utilizado como base para realizar as comparações estatísticas principais.

Tabela 3. Comparativo de porcentagem de frutos caídos em relação ao Ftotal e a derriça

Tratamento	Queda total de frutos		Frutos caídos podres	
	Ftotal	Derriça	Ftotal	Derriça
T1 ^a	7,0 ± 0,53	7,0 ± 0,62	2,7 ± 0,30	2,7 ± 0,35
T2 ^b	7,4 ± 0,63	6,2 ± 0,54	2,7 ± 0,28	2,2 ± 0,24
T3 ^c	8,2 ± 0,78	8,9 ± 0,96	2,5 ± 0,28	2,7 ± 0,43

^aT1, tratamento com derriça, coroa, e avaliações mensais; ^bT2, tratamento com derriça, rede, e avaliações mensais; ^cT3, tratamento com contagem na planta, coroa e avaliações quinzenais.

3.5. Análise de custos

A montagem da rede foi a operação que apresentou o maior custo com mão de obra, seguida da contagem dos frutos, da derriça e, por fim, da operação de coroamento que representou o menor custo (Tabela 4).

Tabela 4. Tempo gasto e custo de cada operação.

Operação	Horas/pessoa	Custo horário (R\$/h)	Custo operacional (R\$/operação)
Coroa (em 3 plantas)	0,47	16,17	7,60
Rede (em 3 plantas)	5,78	16,17	93,46
Derriça (1 planta)	1,27	16,17	20,54
Contagem (em 3 plantas)	2,92	16,17	47,22

Como o método de determinação do número inicial de frutos por derriça é destrutivo, ou seja, os frutos retirados da planta estavam imaturos e foram destruídos após a operação, foi necessário realizar o ressarcimento desses frutos no valor de R\$ 60,00 por planta utilizada na derriça. Assim, o custo de cada método foi calculado utilizando a mão de obra para cada operação, o valor dos materiais para a montagem das redes (rede, cordas e fitilhos, estimados em R\$ 162,00 por bloco de 3 plantas) e o ressarcimento dos frutos derriçados (Tabela 5). O tratamento 2 teve o custo mais elevado de R\$ 343,60, quando comparado com os tratamentos 1 e 3, R\$ 88,14 e R\$ 54,82, respectivamente. Isso ocorreu devido tratamento 2 demandar gastos com materiais e montagem da rede. Os tratamentos que utilizaram a metodologia de coroa demandaram tempo de avaliação ligeiramente mais rápido quando comparados com a rede, isso se dá ao fato de que antes da avaliação da rede, é necessário desamarrar a rede das plantas e a rede volta a ser amarrada após as avaliações (Tabela 5).

Tabela 5. Composição e cálculo do custo total, em R\$, para montagem de cada tratamento.

Tratamentos	Coroa (R\$/operação)	Rede (R\$/operação)	Derrça (R\$/operação)	Contagem (R\$/operação)	Material para rede (R\$/rede)	Ressarcimento da derrça (R\$/planta)	Custo do método (R\$)
T1 ^a	7,60		20,54			60,00	88,14
T2 ^b	7,60	93,46	20,54		162,00	60,00	343,60
T3 ^c	7,60			47,22			54,82

^aT1, tratamento com derrça, coroa, e avaliações mensais; ^bT2, tratamento com derrça, rede, e avaliações mensais; ^cT3, tratamento com contagem na planta, coroa e avaliações quinzenais.

Em relação à periodicidade da avaliação, o tratamento avaliado quinzenalmente (tratamento 3) apresentou tempo de avaliação mais curto, pois o volume de frutos em cada avaliação era menor quando comparado com os tratamentos avaliados mensalmente. Porém, o custo mensal das avaliações quinzenais é duas vezes superior ao das avaliações mensais (Tabela 6). Assim, ao considerar o custo com a implementação do método e as avaliações periódicas, o tratamento 3 foi o que apresentou o menor custo por não usar rede e ser um método não destrutivo, mesmo tendo o dobro de avaliações. O tratamento 1 possuiu custo próximo ao tratamento 3 por não possuir o custo da montagem da rede, enquanto o tratamento 2 foi o mais oneroso por necessitar de rede e ser um método destrutivo (Tabela 6).

Tabela 6. Custo por safra, em R\$ e tempo médio gasto, em horas, para realizar as avaliações em cada tratamento.

Tratamentos	Avaliações por safra	Rendimento por avaliação (h/pessoa)	Custo com mão de obra (R\$/h)	Custo com avaliações por safra (R\$/safra)	Custo do método (R\$/safra)	Custo do tratamento (R\$/safra)
T1 ^a	4	0,44	16,17	28,46	88,14	116,60
T2 ^b	4	0,49	16,17	31,69	343,60	375,29
T3 ^c	8	0,38	16,17	49,16	54,82	103,98

^aT1, tratamento com derrça, coroa, e avaliações mensais; ^bT2, tratamento com derrça, rede, e avaliações mensais; ^cT3, tratamento com contagem na planta, coroa e avaliações quinzenais.

Com todos os valores referentes às operações e materiais envolvidos em cada tratamento, foi possível realizar uma simulação de custo de outros possíveis tratamentos que não foram executados nesse trabalho, alternando entre rede e coroa, derrça e contagem na planta, e avaliações mensais ou quinzenais (Tabela 7).

Tabela 7. Simulação de custo, em R\$, de todas as combinações metodológicas envolvendo a estimativa do número inicial de frutos, estratégia de monitoramento e frequência de avaliação da queda prematura de frutos.

Tratamentos	Avaliações por safra	Rendimento por avaliação (h/pessoa)	Custo com mão de obra (R\$/h)	Custo com avaliações por safra (R\$/safra)	Custo do método (R\$/safra)	Custo do tratamento (R\$/safra)
coroa, contagem, mensal	4	0,44	16,17	28,46	54,82	83,28
coroa, contagem, quinzenal ^a	8	0,38	16,17	49,16	54,82	103,98
coroa, derriça, quinzenal	8	0,38	16,17	49,16	88,14	137,30
coroa, derriça, mensal ^a	4	0,44	16,17	28,46	88,14	116,60
rede, derriça, quinzenal	8	0,42	16,17	54,33	343,60	397,93
rede, derriça, mensal ^a	4	0,49	16,17	31,69	343,60	375,29
rede, contagem, mensal	4	0,49	16,17	31,69	310,28	341,97
rede, contagem, quinzenal	8	0,42	16,17	54,33	310,28	364,61

^a Tratamentos contemplados nesse estudo. Demais tratamentos foram simulados.

4. CONCLUSÃO

- As taxas de queda prematura de frutos de laranja ‘Valência’ observadas para todos métodos avaliados no presente estudo foram baixas (<10%).
- O número inicial de frutos de laranja ‘Valência’ estimado por contagem e por derriça não diferiram significativamente entre si.
- As taxas de queda de frutos de laranja ‘Valência’ monitoradas pelo método da coroa e rede não diferiram significativamente entre si.
- As taxas de quedas de frutos de laranja ‘Valencia’ monitoradas com frequência quinzenal e mensal não diferiram significativamente entre si.

REFERÊNCIAS

- Anderson, N. 2017. Forecasting of the mango crop: Quantity and quality. **Master Thesis**, Rockhampton, Australia. Central Queensland University. 92 p.
- Bassanezi, R. B. **Manual de leprose dos citros: medidas essenciais de controle**. Fundecitrus. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2019. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/download_manual/85>. Acesso em: 12 maio. 2024.
- Behlau, F. 2020. An overview of citrus canker in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, 46:1–12.
- Behlau, F.; Belasque Júnior, J. **Cancro cítrico: a doença e seu controle**. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2014
- Belasque, J.; Filho, A. B.; Bassanezi, R. B.; Barbosa, J. C.; Fernandes, N. F.; Yamamoto, P. T.; Lopes, S. A.; Machado, M. A.; Leite, R. P.; Ayres, A. J.; Massari, C. A. 2009. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, Greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology**, 34:137-145.
- Bento, J. M. S.; Parra, J. R. P.; Yamamoto, P. T. **Manual de bicho-furão medidas para o controle sustentável**. Fundecitrus. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/download_manual/102>. Acesso em: 11 maio. 2024.
- Bizzo, H. R.; Rezende, C. M. 2022. O mercado de óleos essenciais no brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, 45:949–958, Disponível em: <<https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/RV2022-0027>>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- Cypriano, D. Z.; Da Silva, L. L.; Mariño, M. A.; Tasic, L. 2017 A biomassa da laranja e seus subprodutos. **Revista virtual de química**. Sociedade Brasileira de Química. 9:176-191. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/4687>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- De Andrade, E. C.; Girardi, E. A.; Stuchi, E. S.; Moreira, A. S.; Freitas-astúa, J.; Fancelli, M.; De Brito Silva, S. X.; Laranjeira, F. F. 2021. Citrus Huanglongbing (HLB) and the Brazilian Efforts to Overcome the Disease. **Outlooks on Pest Management**, 32:189–194.
- Dutta, S. K.; Gurung, G.; Yadav, A.; Laha, R.; Mishra, V. K. Factors associated with citrus fruit abscission and management strategies developed so far: a review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 51, n. 4, p. 467–488, 21 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01140671.2022.2040545>>. Acesso em: 5 maio. 2024.
- Fox, J.; Weisberg, S. 2019. **An R Companion to Applied Regression**, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>>
- Fundecitrus. 2015. **Metodologia da reestimativa de safra de laranja 2015/16 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/Metodologia%20para%20Reestimativa%20da%20Safra%20de%20Laranja%20no%20Cinturao.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

Fundecitrus. 2024a. **Estimativa de safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro.** Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2024_05_10_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2024-2025.pdf. Acesso em: 10 mai. 2024.

Fundecitrus. 2024b. **Reestimativa da safra de laranja 2023/24 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro - Cenário em abril/2024.** Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0424_Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf. Acesso em: 30 abr. 2024.

Fundecitrus. 2024c. **Tamanho de fruto e taxa de queda de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro.** Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0424_Tamanho_de_Fruto_e_Taxa_de_Queda_Finais.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

Governo do Estado de São Paulo. **IEA – Instituto de Economia Agrícola.** Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2023

Isagi, Y.; Sugimura, K.; Sumida, A.; Ito, H. How Does Masting Happen and Synchronize? **Journal of Theoretical Biology**, v. 187, n. 2, p. 231–239, jul. 1997.

Kassambara, A. 2023. **rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests.** R package version 0.7.2, <<https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>>

Li, J.; Chen, J. 2017. Citrus Fruit-Cracking: Causes and Occurrence. **Horticultural Plant Journal**, 3:255-260

Locali, E. C.; Freitas-Astúa, J.; Machado, M. A. Leprose dos citros: Biologia e diagnóstico. **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.1, p.53-68, 2004.

Ministério do desenvolvimento, indústria, comércio e serviços. Brasil bate recorde da exportação de janeiro a abril: US\$ 108 bi. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/maio/brasil-bate-recorde-da-exportacao-de-janeiro-a-abril-us-108-bi>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

Molina, R. M. S.; Fronza, V.; Parra, J. R. P. 2005. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdyolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 49:152–158

Moreira, R. R.; Machado, F. J.; Lanza, F. E.; Trombin, V. G.; Bassanezi, R. B.; De Miranda, M. P.; Barbosa, J. C.; Da Silva Junior, G. J.; Behlau, F. 2022. Impact of diseases and pests on premature fruit drop in sweet orange orchards in São Paulo state citrus belt, Brazil. **Pest Management Science**, 78:2643–2656.

Moss, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). **Journal of Horticultural Science**, 46: 177–184. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00221589.1971.11514396>

Neves, M. F.; Trombin, V. G. 2017. **Anuário da citricultura 2017.** São Paulo, CitrusBR, 57 p.

Neves, M. F.; Trombin, V. G.; Marques, V. N.; Martinez, L. F. 2020. Global orange juice market: a 16-year summary and opportunities for creating value. **Tropical Plant Pathology**, 45:166–174.

Noguchi, Y.; Sakai, K.; asada, S.; Garciano, L.; Sasao, A. Modeling of Alternate Bearing in Satsuma Mandarin. **Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery**, v. 65, n. 6, p. 55–61, 1 nov. 2003. Acesso em: 11 maio. 2024.

Parra, J. R. P.; Bento, J. M. S.; Garcia, M. S.; Yamamoto, P. T.; Vilela, E. F.; Leal, W. S. Development of a control alternative for the citrus fruit borer, *Ecdyolopha aurantiana* (Lepidoptera, Tortricidae): from basic research to the grower. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.48,n.4, p.561-567, 2004.

Passos, O. S.; Souza, J. Da S.; Bastos, D. C.; Girardi, E. A.; Gurgel, F. De L.; Garcia, M. V. B.; Oliveira, R. P. De; Filho, W. Dos S. S. 2018. Citrus Industry in Brazil with Emphasis on Tropical Areas. **Citrus - Health Benefits and Production Technology**, p. 1-21.

R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

Raga, A.; De Souza-Filho, M. F.; Volpe, H. X. L. 2021 **Manual de moscas-das-frutas: medidas para o controla sustentável**. Fundecitrus. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/mosca-das-frutas/86. Acesso em: 12 dez. 2023.

Raga, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. Cordeirópolis: **Laranja**, 2005. Disponível em: <http://www.mosfrut.com.br/PDF/2005%20Raga.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2024.

Sakai, K.; Noguchi, Y.; asada, S. Nonlinear dynamics in Arable land: alternate bearing of tree crops. **NLP: Technical Report of IEICE**, 2002.

Signorell, A. 2024. **DescTools: Tools for Descriptive Statistics**. R package version 0.99.54, <https://CRAN.R-project.org/package=DescTools>

Silva Júnior, G. J. **Manual da Pinta preta: medidas essenciais de controle**. Fundecitrus. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2022. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/download_manual/103. Acesso em: 12 maio. 2024.

Silva Junior, G. J. da; Feichtenberger, E.; Spósito, M. B.; Amorim, L.; Bassanezi, R. B.; Goes, A. de. **Pinta preta dos citros: a doença e seu manejo**. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/pinta-preta-dos-citros--a-doenca-e-seu-manejo/58. Acesso em: 23 abr. 2024.

Souza, V. K. D. 2018. Influência do cancro cítrico nas características do fruto e qualidade do suco de laranja. **Tese de Mestrado**. FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA.

Wickham, H.; François, R.; Henry, L.; Müller, K.; Vaughan, D. 2023. **dplyr: A Grammar of Data Manipulation**. R package version 1.1.4, <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>