



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**CAIO MUSSARELI**

**CARACTERIZAÇÃO AGRÔNOMICA DE FRUTOS E POLIEMBRIONIA DE  
SEMENTES DE PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE CITROS**

**ARARAS - 2022**



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**CAIO MUSSARELI**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE FRUTOS E POLIEMBRIONIA DE  
SEMENTES DE PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE CITROS**

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para a  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor

Co-orientadora: Dra. Mariângela Cristofani-Yaly

**ARARAS – 2022**

**Ofereço este trabalho primeiramente a Deus, por tudo. Aos meus pais, Irineu e Elaide, por todo apoio durante a minha vida. A toda minha família e amigos, pela alegria. E a todos que me apoiaram de alguma forma.**

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial ao Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor, pelo apoio durante a realização deste trabalho e pelos ensinamentos no Grupo de Estudos e Pesquisas em Agricultura (GEPAGRI).

Aos meus pais, Elaide e Irineu, que sem eles, eu nunca chegaria até aqui.

A todos os meus amigos, Lucas Porphirio, Leonardo Henrique, Caio Macedo, Renan Oliveira, Giovanni Gramasco, Mauricio Britez, Christian Gramasco, Fernando Gatti e tantos outros que me ajudaram no momento de necessidade.

Ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por me proporcionar um ambiente de aprendizado de excelência durante todo o curso de Engenharia Agrônoma.

Ao Centro APTA Citros Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), por ceder os frutos e espaço utilizado para realização deste trabalho.

À Dra. Mariângela Cristofani-Yaly por fazer parte deste trabalho e pela orientação.

A toda minha família por me apoiar.

A Deus por tudo.

## RESUMO

Um bom porta-enxerto deve agregar diversas características como elevado número de sementes, poliembrionia, resistência a doenças, indução de precocidade entre outras que são importantes para a produção de citros. O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização agrônômica de frutos e avaliar a poliembrionia de sementes de 24 híbridos do cruzamento entre as variedades de limoeiro 'Cravo' x *Poncirus trifoliata* (LC x PT) e limoeiro 'Cravo' x citrumeleiro 'Swingle' (LC x CS) obtidas pelo Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, e compará-las com o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e o citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Macfad. cv. Duncan x *P. trifoliata* (L.) Raf.], visando o uso futuro na produção de porta-enxertos. O experimento foi realizado no ano de 2021, no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, situado no município de Cordeirópolis-SP. As variáveis analisadas foram massa, altura e diâmetro dos frutos e número de sementes por fruto, utilizando-se de três repetições com cinco frutos e, também, avaliou-se o número de embriões por semente, utilizando-se de três repetições com 10 sementes, para cada uma das variedades avaliadas. Considerando as variáveis biométricas massa, diâmetro e altura dos frutos, as variedades que apresentaram os maiores valores médios foram LC x CS 21, LC x CS 47 e CS. Já considerando o número de sementes, as variedades que apresentaram maiores valores médios foram os híbridos LC x CS 47, LC x PT 21 e o CS e as que apresentaram maior número médio de embriões por semente foram os híbridos LC x PT 11, o LC e o CS que obtiveram medias maiores. Desta forma os híbridos que demonstraram maior potencial para serem utilizados como porta-enxertos foram os híbridos LC x CS 47 e LC x PT 21, considerando o número de sementes e as médias das variáveis biométricas (massa, comprimento e diâmetro) em relação às testemunhas LC e CS, que são as mais utilizadas atualmente na produção de mudas de citros.

**Palavra-Chave:** Poliembrionia; citrumelo 'Swingle'; *Poncirus trifoliata*; limoeiro 'Cravo', sementes.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Determinação do diâmetro dos frutos (esquerda) e da altura dos frutos (direita) de porta-enxertos híbridos de citros. Cordeirópolis-SP, 2021.....17
- Figura 2.** Contagem do número de embriões por semente, sendo que cada fileira representa uma repetição contendo dez sementes cada, separado em dois cotilédones, do híbrido LC x PT 54. Cordeirópolis-SP, 2021.....18
- Figura 3.** Correlação entre a massa de frutos (g) e o número de sementes de 26 variedades cítricas para uso como porta-enxerto. Cordeirópolis-SP, 2021.....22

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Massa, altura e diâmetro dos frutos de 26 variedades cítricas para uso como porta enxerto. Cordeirópolis- SP, 2021.....19

**Tabela 2.** Número de sementes por fruto e número de embriões por semente de 26 variedades cítricas para uso como porta-enxerto. Cordeirópolis-SP, 2021.....21

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Histórico dos porta-enxertos no Brasil .....	11
2.2. Importância da utilização de porta-enxertos.....	12
2.3 Porta-enxertos utilizados atualmente no Brasil.....	13
2.4 Sementes e poliembrionia em porta enxertos .....	13
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
4.1. Localização do experimento .....	16
4.2. Coleta de frutos .....	16
4.3. Determinação de diâmetro, altura e massa dos frutos .....	16
4.4. Extração e contagem das sementes.....	17
4.5. Contagem de embriões.....	17
4.6. Análise estatística .....	18
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
5.1. Massa, altura e diâmetro dos frutos .....	19
5.2. Número de sementes por fruto e número de embriões por semente .....	20
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira vem se destacando, devido ao crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e como geradora de emprego, sendo o maior produtor e exportador de suco concentrado no mundo. (FRANCO, 2016). Podem-se destacar como principais citros cultivados no Brasil as laranjeiras, as tangerineiras, as limeiras ácidas e os limoeiros verdadeiros. Sendo que as laranjeiras são os citros que possuem maior importância econômica (HODGSON, 1967). Segundo o IBGE (2020), a produção média nacional de laranja em 2020 foi de aproximadamente 16,7 milhões de toneladas, sendo que São Paulo foi responsável por cerca de 12,95 milhões de toneladas, o que corresponde a 77,5 % da produção nacional. Para a safra de 2021/2022 de laranja o Fundecitrus estima uma produção de cerca de 294,1 milhões de caixas (40,8 kg) no cinturão citrícola, gerando um aumento de 9,51% em relação à safra passada.

Atualmente a laranja é a principal fruta cítrica cultivada no mundo, sendo que a produção na safra 2018/19 foi de 54,3 milhões de toneladas, seguida da produção de tangerina e limão/lima que foram respectivamente de 30 milhões e 8,4 milhões de toneladas (USDA, 2019).

Sabendo da importância que o Brasil se encontra no cenário mundial atual da citricultura, buscam-se soluções através de melhoramento, a utilização do porta-enxerto traz consigo benefícios que afetam diversas características agrônomicas da cultivar copa e dos frutos (CASTLE et al., 1992). Com isso os programas de melhoramento genético ganham destaque, através da seleção de porta-enxertos híbridos com alta tolerância a estresses abióticos e bióticos, além de agregarem outras características como indução de precocidade na produção, resistência a doenças e redução do tamanho da copa (RODRIGUES et al., 2015).

Na fruticultura, assim como em outras culturas, a utilização de sementes é o principal método de obtenção de porta enxertos (HARTMANN et al., 2002). Porém a obtenção de mudas para implementação de um pomar comercial por meio de sementes gera algumas limitações, como vigor elevado, juvenilidade e alta variabilidade genética, mesmo quando as sementes são coletadas da mesma planta mãe (FACHINELLO et al., 2005).

Segundo Soares Filho et al. (2013), a poliembrionia, elevada heterozigosidade e longo período pré-reprodutivo são barreiras que a hibridização

agrega, gerando respectivamente maior dificuldade na identificação de híbridos, formação de híbridos com elevado número de características e frutificação tardia. Por causa desses diversos fatores, existem poucos híbridos comerciais (porta-enxerto e copa) obtidos através de cruzamento pelo homem (SOOST; ROOSE, 1996). Desta forma evidenciando os obstáculos no melhoramento genético, entendendo que grande parte das variedades de citros comerciais é obtida através de hibridações naturais e mutações.

Em geral grande parte das variedades de citros produzem sementes poliembriônicas, que são de origem do tecido nucelar (ANDRADE et al., 2007), sendo a poliembrionia um tipo de reprodução assexual por semente, o que implica em um controle genético, envolvendo um ou mais locos gênicos (ALEZA et al., 2010). O porta-enxerto deve conferir não apenas características de produtividade e qualidade aos frutos da cultivar-copa, mas devem produzir muitos frutos, com grande número de sementes, onde estes possuam alta poliembrionia nucelar, ou seja, alta taxa de poliembrionia nas sementes, promovendo maior chance de gerar plântulas de origem nucelar, assegurando assim a mesma constituição genética e pomares mais uniformes (PASSOS et al., 2006). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização agrônômica de frutos e avaliação da poliembrionia de sementes em novos híbridos provenientes de cruzamentos entre variedades de porta-enxertos comerciais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Histórico dos porta-enxertos no Brasil

As primeiras espécies de citros foram introduzidas no Brasil através da propagação de sementes, durante a colonização no século XVI (ANDRADE; MARTINS, 2003). No início do século XX iniciou-se a técnica de enxertia, por meio do uso de porta-enxertos, que eram originados de sementes, sendo a principal variedade de porta-enxerto da época a laranja 'Caipira' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] (CONCEIÇÃO et al., 2017).

Posteriormente na década de 40, plantas enxertadas sobre laranjeira 'azedada' morreram devido ao vírus da tristeza, que após instalado, em 1937, foi disseminado pelo pulgão preto (*Toxoptera citricidus*). Com isso o limoeiro Cravo que possuía compatibilidade com todas as cultivares em relação à copa na época, além de ter boas características como resistência à seca e tolerância a tristeza, passou a ser o principal porta-enxerto utilizado no Brasil (COSTA et al., 1949; MOREIRA e ROESSING, 1965).

Na década de 70, o limoeiro 'Cravo' sofreu com o surgimento do declínio, de modo que dizimou, anualmente, milhares de plantas de citros enxertadas com essa variedade. Desta maneira, ocorreu a diversificação com os porta-enxertos tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) e limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (POMPEU JUNIOR, 2005).

Já em 2001, surgiu a morte súbita dos citros, que novamente levou a perda de milhões de plantas de citros enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', provocando novo impulso na diversificação dos porta-enxertos utilizados, principalmente com tangerineira 'Cleópatra', citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] e tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (FUNDECITRUS, 2006).

Em seguida constatou-se a diversificação dos porta-enxertos nos viveiros do estado de São Paulo, somando cerca de 14 porta-enxertos, com adoção de 40% do limoeiro 'Cravo', 33% da tangerineira 'Cleópatra', 14% do citrumeleiro 'Swingle', 7% da tangerineira 'Sunki', 3% do limoeiro 'Volkameriano', 3% do trifoliata e menos de 1% dos porta-enxertos laranjeira 'Caipira', citrangeiro 'Carrizo' [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck cv. 'Wahington Navel'] e tangeleiro 'Orlando' (*C.*

*tangerina* Hort. ex Tanaka cv. 'Dancy' x *C. paradisi* Macf. cv. 'Duncan') (POMPEU JUNIOR, 2005).

Atualmente, constata-se a diversificação dos porta-enxertos de citros no Brasil. Segundo Conceição et al. (2019), citando dados não publicados da Coordenadoria de Defesa Agropecuária, cerca de 4,5 milhões de mudas de limoeiro 'Cravo' foram vendidas em 2018 no Estado de São Paulo, representando 34,3% do total de mudas utilizadas. O uso de citrumeleiro 'Swingle' [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. paradisi* Macf] na produção de mudas ultrapassou o limoeiro Cravo, representando 45% do total produzido, enquanto a tangerineira 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex Tan.) representou 6%, trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf) 2,5% e citrandarins 0,1%.

## 2.2. Importância da utilização de porta-enxertos

Na formação do pomar o principal insumo é a muda cítrica, devido o caráter perene onde a planta é cuidada por cerca de 6 a 8 anos antes de expressar a máxima produtividade e qualidade do fruto, sendo assim a escolha da muda é fundamental para o sucesso e longevidade do pomar. A origem do enxerto e porta-enxerto, e a qualidade do sistema radicular são de grande importância para produção de muda cítrica (SEAPI, 2018).

O uso de porta-enxertos é considerado extremamente necessário para a citricultura. Os portas-enxertos de plantas cítricas afetam diversas características agrônômicas da cultivar copa e dos frutos (CASTLE et al., 1992). Induz alteração à copa no crescimento, precocidade, produtividade, época de maturação do fruto, teor de açúcares, conservação pós-colheita, capacidade de absorção das folhas e utilização de nutrientes, além da tolerância a salinidade resistência a seca e ao frio, resistência e tolerância a pragas e doenças (POMPEU JÚNIOR, 1991). Também podemos citar algumas características que podem interferir na copa como vigor, capacidade de adaptação a condições edafoclimáticas desfavoráveis, mantendo assim as características desejadas da copa.

A obtenção de variedade de copa e porta-enxerto é de grande importância para o melhoramento genético, principalmente levando em consideração um material resistente a doenças (CUNHA SOARES FILHO, 1988). Em se tratando de porta-enxertos, as características principais buscadas são: compatibilidade com as cultivares utilizadas como copa; alta produtividade e qualidade de frutos; redução

de porte; tolerância a fatores abióticos e bióticos; resistência a doenças e adaptação aos tipos de solo.

### **2.3 Porta-enxertos utilizados atualmente no Brasil**

A etapa inicial para um melhor nível de resposta a tecnologia empregada no processo produtivo, para se produzir frutos de qualidade e com viabilidade econômica, é a utilização de mudas de qualidade. As principais características para produção de muda cítricas referem-se a origem do enxerto e do porta-enxerto, sanidade e qualidade do sistema radicular do porta-enxerto (SCHAFER et al., 2001). Dessa forma, a utilização de mudas certificadas oferece maior garantia de qualidade fitossanitária e genética. (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2003).

No estado de São Paulo, apenas dois dos porta-enxertos utilizados somam cerca de 80% do total usado em viveiros para produção de mudas cítricas, sendo eles o limoeiro 'Cravo' e o citrumeleiro 'Swingle' (CONCEIÇÃO et al., 2019).

O limoeiro 'Cravo' é utilizado em 80% dos pomares no Brasil como porta-enxerto, devido possuir alto vigor, tolerância ao estresse hídrico, disponibilidade de semente no mercado, bom pegamento de mudas, crescimento acelerado, alta produção, precocidade, além de não apresentar incompatibilidade com as copas e bom comportamento em solos arenosos (POMPEU JUNIOR, 2005). Porém a predominância de uma ou de poucas variedades gera riscos ao cultivo levando em consideração que o limoeiro 'Cravo' é suscetível ao declínio e à morte súbita dos citros e o citrumeleiro 'Swingle' é mais intolerante a seca e incompatível com laranjeira 'Pera' (POMPEU JÚNIOR, 2005). Com isso é de suma importância a diversificação de variedades de porta-enxertos, com a finalidade de não ter risco de uma única doença ou condição afetar toda a produção.

### **2.4 Sementes e poliembrionia em porta enxertos**

O método de propagação por sementes é a principal forma de reprodução e perpetuação de espécies, além de ser um dos mais eficientes, sendo muito utilizado para obtenção de porta-enxerto. Na cultura dos citros tem sido relacionado o vigor do porta-enxerto com a poliembrionia de sementes, de modo que a menor quantidade de embriões por sementes, favorece o maior tamanho do embrião e a

germinação do embrião zigótico (SOARES et al., 2000). A poliembrionia proporciona a competição dos embriões nucleares, devido possuir vários embriões na mesma semente, dificultando a sobrevivência dos embriões zigóticos, e conseqüentemente dificultando a formação dos porta-enxertos (SOARES FILHO et al., 2002).

Segundo Cameron e Frost (1968) a utilização de hibridações para melhoramento genético de porta-enxertos tem apresentado limitações por fatores biológicos da cultura como a poliembrionia, heterozigozidade, esterilidade masculina, incompatibilidade com a copa e longo período juvenil. Porém quanto maior a taxa de poliembrionia, quando propagado por semente, maior a chance de os porta-enxertos serem semelhantes à planta-mãe, devido germinar plântulas de origem nucelar (PASSOS et al., 2006).

### 3. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização agrônômica de frutos e avaliar a poliembrionia de sementes de 24 híbridos de limoeiro 'Cravo' x *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Cravo' x citrumeleiro 'Swingle' obtidas pelo Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, e compará-las com o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e o citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Macf. cv. 'Duncan' x *P. trifoliata* (L.) visando o uso futuro na produção de porta-enxertos.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização do experimento**

O experimento foi realizado no campo, em um pomar estabelecido em 2016, onde ocorreu a coleta de frutos e no laboratório de melhoramento genético no ano de 2021, no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, situado no município de Cordeirópolis-SP e localizado a uma altitude de 668 m, latitude 22°28'S, e longitude 47° 28' O. O clima da região é do tipo Cfa (clima subtropical úmido) com pluviosidade média anual de 1367 mm e temperatura média anual de 21,3° C.

### **4.2. Coleta de frutos**

No mês de setembro de 2021, foram coletados a campo frutos de 24 híbridos envolvendo os cruzamentos de limoeiro 'Cravo' x citrumeleiro 'Swingle' (LC x CS) e limoeiro 'Cravo' x *Poncirus trifoliata* (L.) (LC x PT) obtidos por cruzamentos controlados pelo programa de melhoramento de porta-enxertos do Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC.

Os frutos dos seguintes híbridos foram selecionados LC x CS 7, LC x CS 17, LC x CS 21, LC x CS 23, LC x CS 30, LC x CS 34, LC x CS 47, LC x CS 75, LC x CS 92, LC x CS 101, LC x PT 1, LC x PT 2, LC x PT 3, LC x PT 5, LC x PT 8, LC x PT 11, LC x PT 13, LC x PT 15, LC x PT 29, LC x PT 33, LC x PT 34, LC x PT 43, LC x PT 51 e LC x PT 54, além do limoeiro 'Cravo' e do citrumeleiro 'Swingle' como testemunhas.

Para cada uma das 26 variedades, 15 frutos foram coletados em três plantas diferentes dispostas no campo (cinco frutos por planta) para determinação de suas características biométricas (diâmetro, altura e massa) e extração e contagem do número de sementes por fruto e número de embriões por semente.

### **4.3. Determinação de diâmetro, altura e massa dos frutos**

O diâmetro e a altura dos frutos foram determinados utilizando-se uma régua graduada (Figura 1) e a massa foi determinada por uma balança analítica.



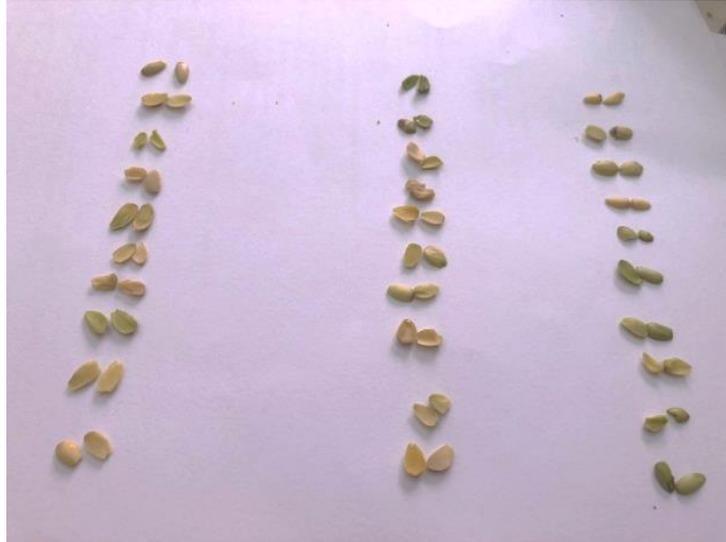
**Figura 1.** Determinação do diâmetro dos frutos (esquerda) e da altura dos frutos (direita) de porta-enxertos híbridos de citros. Cordeirópolis-SP, 2021.

#### **4.4. Extração e contagem das sementes**

No Laboratório de melhoramento genético do Centro APTA Citros Sylvio Moreira, os frutos foram cortados superficialmente com uma faca, e posteriormente realizou-se a torção manual para extração das sementes. As sementes de cada fruto foram contabilizadas e em seguida foram colocadas em uma peneira e lavadas em água corrente para retirada da mucilagem. Após a lavagem foram colocadas sobre jornal para secagem à sombra por 48 horas e separadas em sementes viáveis e inviáveis para a contagem do número de embriões, sendo que as sementes inviáveis após contagem foram descartadas.

#### **4.5. Contagem de embriões**

Foram separadas 30 sementes viáveis, para cada uma das variedades, oriundas de diferentes frutos. Cada semente teve o tegumento retirado para ser determinado o número de embriões por semente (Figura 2).



**Figura 2.** Contagem do número de embriões por semente, sendo que cada fileira representa uma repetição contendo dez sementes cada, separado em dois cotilédones, do híbrido LC x PT 54. Cordeirópolis-SP, 2021.

#### **4.6. Análise estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e utilizou-se para todas as avaliações de variáveis biométricas (massa, altura e diâmetro) e número de sementes, três repetições contendo cinco frutos. Já para a avaliação do número de embriões foram realizadas três repetições com 10 sementes cada.

Para realizar as análises estatísticas desse trabalho, utilizou-se software R devido à vantagem de possuir uma parte gráfica completa, porém simples para se usar. A versão R 3.6.1 foi utilizada e o download realizado a partir do site <https://cran.r-project.org/>, sendo a instalação e a execução simples e viável.

Para se conhecer qual (is) média (s) difere-se das demais aplicou-se o teste de comparação múltipla que dentre os vários testes, foi escolhido o de Tukey a 5% de significância, que nada mais é que, um dos testes de comparação de média mais utilizados, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação; não permite comparar grupos de tratamentos entre si e é utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento. Também foi feita a correlação da massa dos frutos e número de sementes por fruto.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Massa, altura e diâmetro dos frutos

Para as variáveis biométricas massa, altura e diâmetro, os frutos das variedades que apresentaram os maiores valores médios foram o LC x CS 21, LC x CS 47 e o citrumelo 'Swingle' (Tabela 1). O resultado obtido para os frutos do híbrido LC x CS 21 foi massa de 137,67 g, 8,26 cm de comprimento e 6,15 cm de diâmetro.

**Tabela 1.** Massa, altura e diâmetro dos frutos de 26 variedades cítricas para uso como porta enxerto. Cordeirópolis- SP, 2021.

Porta-enxertos	Massa (g)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
LC x CS 47	165,33 a	7,43 ab	7,01 a
LC x CS 21	137,67 a	8,26 a	6,15 a
LC x PT 54	96,67 b	5,03 cd	6,05 ab
LC x CS 92	95,67 b	5,63 cd	5,87 b
LC x CS 17	94,67 b	6,01 bc	5,77 b
LC x CS 7	93,33 bc	6,38 b	5,93 b
LC x PT 13	91,00 b	5,92 c	6,09 ab
LC x CS 75	88,67 bc	5,63 cd	5,75 b
LC x CS 30	88,00 bc	5,08 cd	5,86 b
LC x CS 23	86,00 bc	6,79 b	5,26 b
LC x PT 05	81,67 bc	5,20 cd	5,79 b
LC x PT 43	80,33 bc	5,41 cd	5,77 b
LC x CS 34	78,67 bc	5,63 cd	5,69 b
LC x PT 29	77,67 bc	5,31 cd	5,66 b
LC x PT 01	70,33 b	5,57 cd	6,05 ab
LC x PT 11	57,67 bc	4,84 d	5,40 b
LC x PT 2	52,00 c	4,82 d	5,01 bc
LC x PT 8	49,67 c	5,36 cd	5,37 b
LC x PT 15	45,67 c	4,74 d	5,01 bc
LC x CS 101	34,33 c	4,33 de	4,51 c
LC x PT 51	33,00 c	4,64 d	4,59 c
LC x PT 3	22,00 c	3,45 e	3,74 d
LC x PT 34	18,67 c	3,36 e	3,77 d
LC x PT 33	18,67 c	3,39 e	3,57 d
Limoeiro 'Cravo'	92,67 b	5,50 c	5,63 b
Citrumeleiro 'Swingle'	152,33 a	7,53 ab	6,63 a

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Sabendo que o limoeiro 'Cravo' é um dos principais porta-enxertos utilizado no Brasil, os híbridos LC x CS 7, LC x CS 17 e LC x CS 23 possuem também potencial para produção de porta-enxertos quando comparado com o limoeiro 'Cravo'.

Para as variáveis biométricas (massa, altura e diâmetro) os híbridos LC x PT 3, seguidos dos híbridos LC x PT 33 e LC x PT 34, apresentaram média inferior aos demais. Mostrando assim que possuem baixo potencial para serem utilizados para a produção de porta-enxertos quando levamos em consideração essas variáveis. Assim como o trabalho de Coelho et al. (2001) evidenciou, são conhecidos diversos outros estudos de frutos de porta-enxertos, objetivando melhor detalhamento sobre tangerina, Passos et al. (2006) sobre laranja, Ramos et al. (2006) sobre limão. Assim é evidente a importância em analisar os frutos para determinação do potencial do porta-enxerto.

## **5.2. Número de sementes por fruto e número de embriões por semente**

Para número de sementes, o cruzamento LC x CS 47, seguido do cruzamento LC x CS 21 apresentaram maiores números de sementes sendo respectivamente 26,53 e 18,80 sementes (Tabela 2), assim demonstrando um grande potencial para produção de sementes quando comparado ao citrumeleiro 'Swingle' (32,33) que é muito utilizado para produção de porta-enxerto, sendo desta forma vantajoso para a produção de porta-enxertos. Vale destacar o híbrido LC x PT 2 que apresentou o menor número de sementes por fruto (0,87), podendo ser considerado inviável para a produção de porta-enxertos, uma vez que demandaria muitas plantas no campo para a coleta de frutos para extração de sementes.

Considerando que para os viveiristas, os critérios como elevada produção de sementes, altas taxas de poliembrião e de emergência, elevado vigor vegetativo e uniformidade de plantas são importantes para decisão dos porta-enxertos a serem propagados (CARVALHO et al., 2005; GIRARDI et al., 2007a,b).

Para porta-enxertos comerciais a alta taxa de poliembrião, maior número de embriões e alta produção de sementes são características indispensáveis. Porém para a obtenção de híbridos por métodos convencionais de melhoramento, a monoembrião é uma característica importante por inferir a formação única de indivíduos zigóticos (NAKANO et al., 2013).

**Tabela 2.** Número de sementes por fruto e número de embriões por semente de 26 variedades cítricas para uso como porta-enxerto. Cordeirópolis-SP, 2021.

Porta-enxertos	Número de sementes	Número de embriões
LC x CS 47	26,53 a	1,07 c
LC x CS 21	18,80 ab	1,03 c
LC x PT 05	13,87 b	1,03 c
LC x PT 3	11,40 b	1,00 c
LC x CS 34	11,13 b	1,03 c
LC x PT 29	11,13 b	1,43 b
LC x PT 11	10,47 b	1,73 a
LC x PT 51	10,33 b	1,03 c
LC x PT 33	9,93 b	1,00 c
LC x PT 8	9,60 b	1,00 c
LC x PT 1	9,60 b	1,00 c
LC x PT 13	8,87 bc	1,27 b
LC x CS 75	8,52 bc	1,03 c
LC x CS 92	8,33 bc	1,00 c
LC x PT 15	7,87 bc	1,00 c
LC x PT 34	7,52 bc	1,00 c
LC x CS 101	6,60 c	1,03 c
LC x CS 17	5,67 c	1,23 b
LC x CS 23	5,53 c	1,07 c
LC x PT 43	5,33 c	1,20 b
LC x CS 30	4,27 c	1,30 b
LC x CS 7	3,73 c	1,60 b
LC x PT 54	2,27 c	1,00 c
LC x PT 2	0,87 c	1,00 c
Limoeiro 'Cravo'	13,3 b	2,00 a
Citrumeleiro 'Swingle'	32,33 a	1,97 a

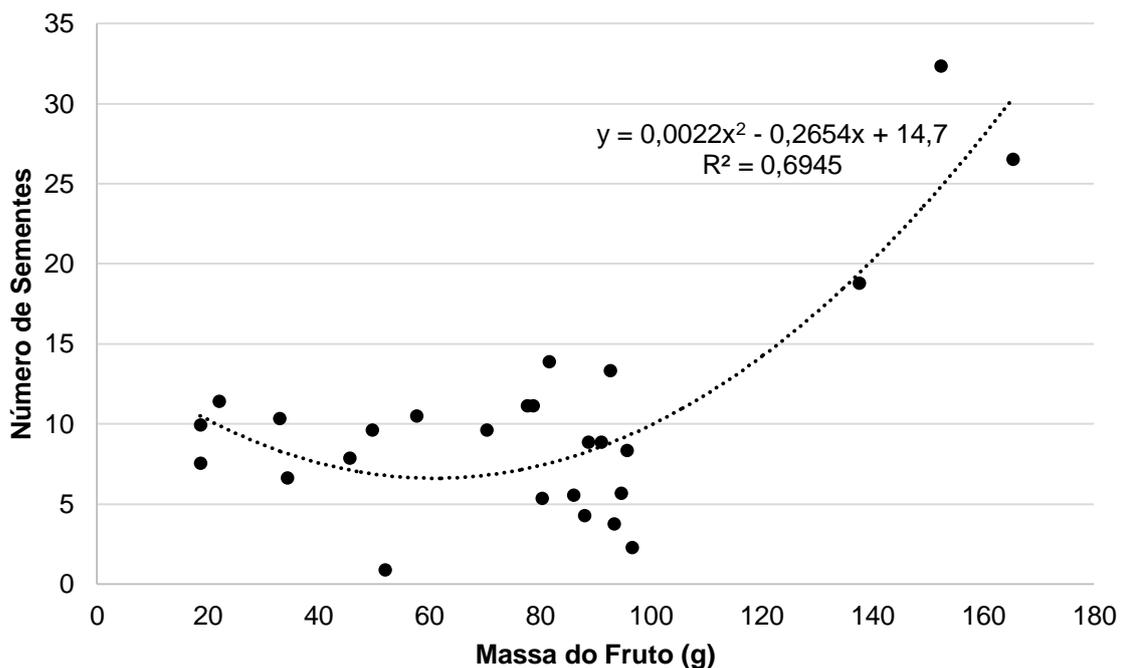
Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Em relação à poliembrião, podemos relacionar o baixo vigor a alta taxa de poliembrião, sabendo que o elevado número de embriões gera competição ou superação entre os vários embriões nucelares e germinação do embrião zigótico (RAMOS et al., 2006). Desta forma vale salientar que híbridos com baixo número de sementes e altas taxas de poliembrião não são os mais indicados como LC x CS 7, LC x CS 17, LC x CS 30 e LC x PT 43. Porém o híbrido LC x PT 11 mostrou-se promissor quando comparado às testemunhas limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle' quanto a alta taxa de poliembrião, além de possuir um bom número de semente quando comparado a grande maioria, mostrando assim ter uma característica de porta-enxerto promissor quando levada em consideração essas características. Assim como visto anteriormente a alta taxa de poliembrião

promove maior chance de a plântula ter características da planta-mãe, devido ser de origem nucelar, levando assim as características desejadas.

O híbrido LC x CS 23, seguido dos híbridos LC x CS 101, LC x PT 2 e LC x PT 54 apresentaram números inferiores considerando tanto o número de sementes, quanto baixa taxa de poliembrião, demonstrando que não possuem valores satisfatórios para produção de porta enxerto, pois seriam necessários muitos frutos para obter um bom número de sementes.

Foi possível verificar quando correlacionada a massa dos frutos com o número de sementes (Figura 3) que, de maneira geral ( $R^2 = 0,70$ ), quanto maior a massa do fruto, maior foi o número de sementes contidas naquele fruto, evidenciando os resultados obtidos com os híbridos de porta-enxertos que apresentaram as maiores variáveis biométricas e maior número de sementes (LC x CS 47 e LC x CS 21 e o citrumeleiro 'Swingle').



**Figura 3.** Correlação entre a massa de frutos (g) e o número de sementes de 26 variedades cítricas para uso como porta-enxerto. Cordeirópolis-SP, 2021.

## 6. CONCLUSÃO

Os híbridos mostraram que possuem um grande potencial para serem utilizados na produção de porta-enxerto na citricultura brasileira, destacando os híbridos LC x CS 47 e LC x CS 21, considerando que o número de sementes e as médias das variáveis biométricas (massa, altura e diâmetro) em relação às testemunhas limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', que são as mais utilizadas atualmente nos pomares comerciais no Brasil são iguais estatisticamente, seguido pelo híbrido LC x PT 11 que possui grande número de características favoráveis para a produção de porta-enxerto como elevado número de sementes, alta taxa de poliembrionia, massa e diâmetro consideráveis.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEZA, P.; JUÁREZ, J.; OLLITRAULT, P.; NAVARRO, L. Polyembryony in non-apomictic citrus genotypes. **Annals of Botany**, Exeter, v.106, n.4, p.533-545, 2010.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 134-136, 2003.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; LEMOS, E. G. M.; LUZ, F. J. F.; SILVA, M. T. H. Detecção de polimorfismo em porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.345-349, 2007.
- BASTOS, D.C.; FERREIRA, A. E; PASSOS, O. S; SÁ, J. F; ATAÍDE, E. M; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, jul./ago. 2014.
- CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, P. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas; Fundag, 2005. p.281-316.
- CASTLE, W. S.; TUCKER, D. P. H.; KREZDORN, A. H. Rootstocks. Gainesville: University of Florida. 1992 Disponível on line em: <http://www.hammock.ifas.ufl.edu>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- CAMERON, J. W.; FROST, H. B. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: REUTHER, W., BATCHELOR, L.D., WEBBER, H.J. (eds). The citrus industry. VI. Berkeley: University of California, 1968. V.2, p.325-370.
- COELHO, R. I.; LOPES, J. C.; GROTH, D.; SOUZA, N. A. Caracterização morfológica da planta, frutos, sementes e plântulas de tangerina (*Citrus reticulata*) de ocorrência natural no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Sementes**, 23:294-301, 2001.

CONCEIÇÃO, P. M.; AZEVEDO, F. A.; ECKER, G. V.; MORELLI, M.; CRISTOFANI-YALY, M. Physiological quality of citrandarins, *Poncirus trifoliata* and Sunki mandarin seeds. **Comunicata Scientiae**, v.10, p. 461-466, dez 2019.

CONCEIÇÃO, P. M.; AZEVEDO, F. A., HENDRIKX, W.; MARTINELLI, R.; PACHECO, C. A.; CARVALHO, S. A. Qualidade de sementes de porta-enxertos de citros do Jardim Clonal do Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 9-14, 2017.

COSTA, A.S.; GRANT, T.J.; MOREIRA, S. Investigações sobre a tristeza II. Conceitos e dados sobre a reação das plantas cítricas à tristeza. **Bragantia**, Campinas, v.9, p.59-80, 1949.

CUNHA, M. A. P.; SORES FILHO, W. S. Melhoramento genético dos citros: Novas variedades copa e porta-enxerto. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v.10, n.3, p.63-70. 1988.

EFROM, C. F. S.; SOUZA, P. V. D. Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas. **Porto Alegre: SEAPI**, 2018.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

FRANCO, A. S. M. O suco de laranja brasileiro no mercado global. *Análise Conjuntural*, Curitiba, v.38, n.1, p.11-12, nov./dez. 2016.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. Manual de morte súbita dos citros. Araraquara: Fundecitrus, 2006. 12 p

Fundecitrus: Fundo de Defesa da Citricultura: Estimativa da safra de laranja 2021/22. São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais 2021-2022 orange crop forecast - São Paulo and West-Southwest Minas Gerais citrus belt. [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/2021\\_05\\_27\\_Sum%C3%A1rio\\_Ex](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2021_05_27_Sum%C3%A1rio_Ex)

ecutivo\_da\_Estimativa\_da\_Safra\_de\_Laranja\_2021-2022.pdf. Acesso em: 09 abril. 2022.

GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; KLUGE, R.A. Effect of seed coat removal and controlled-release fertilizer application on plant emergence and vegetative growth of two citrus rootstocks. **Fruits**, Montpellier, v.62, n.1, p.13-19, 2007.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, JR., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. Ed New Jersey: Prentice Hall. 2002. 880p.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. The citrus industry. Riverside: University of California, 1967. v.1, p.431-591

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas sobre produção agropecuária nacional, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MOREIRA, S.; ROESSING, C. Behavior of 77 tristeza tolerant rootstocks with old and nucellar clones of Barão orange scions. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 3th, 1965, Gainesville. Proceedings... Gainesville: International Organization of Citrus Virologists, 1965. p.299-313.

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; CRUZ, M.C.M. Caracterização de frutos e poliembrionia em sementes de 'Flying Dragon' e de híbridos de porta-enxerto de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 486-492, 2010.

NAKANO, M.; KIGOSHI, K.; SHIMIZU, T.; ENDO, T.; SHIMADA, T.; FUJII, H.; OMURA, M. Characterization of genes associated with polyembryony and in vitro somatic embryogenesis in Citrus. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v.9, n.3, p.795-803, 2013

NASCIMENTO, R.J.N.; FERNANDES, T.F.S. Desenvolvimento inicial de tangerineira 'Mearina' (*Citrus reticulata* ssp.) em combinação com o porta-enxerto CTSW (citrumeleiro 'Swingle' *Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata*), em Capitão Poço, Pará. 2019.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Normas e padrões para produção de mudas certificadas de citros em parceria com a Embrapa. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 18 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 114).

PASSOS, O.S.; PEIXOUTO, L.S.; SANTOS, L.C.; CALDAS, R.C.; SOARES FILHO, W.S. Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.410-413, 2006.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag; Centro APTA Citros Sylvio Moreira. p. 61-104, 2005

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O., VIEGAS, F.C.P., POMPEU JÚNIOR, J., et al. Citricultura brasileira. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.265-280, 1991.

RAMOS J. D.; ARAÚJO NETO S. E.; CASTRO N. E. A.; MARTINS P.C.C.; CORREIA M.G. Poliembrionia e caracterização de frutos de Citrumelo 'Swingle' e de *Poncirus trifoliata*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 88-91, 2006.

RODRIGUES, M J. S.; LEDO, C. A. S.; GIRARDI, E. A.; ALMEIDA, L. A. H.; SOARES FILHO W. S. Caracterização de frutos e propagação de porta-enxertos híbridos de citros em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 457-470, 2015.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, v. 31, p. 723-733, 2001.

SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. S. Melhoramento genético. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. (Ed.). *Cultura dos Citros*. Brasília: Embrapa, 2013. v. 1, cap. 4, p. 61-102.

SOARES FILHO, W. S.; MEDRADO, A. C. M.; CUNHA, M. A. P.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de sementes versus cultivo in vitro de embriões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.981-988, 2002.

SOARES FILHO, W. S.; MOREIRA, C. S.; CUNHA, M. A. P.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Poliembrião e frequência de híbridos em Citrus spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 857-864, 2000.

SOARES FILHO, W. S.; SOUZA, U.; LEDO, C. A. S.; SANTANA, L. G. L.; PASSOS, O. S. Poliembrião e potencial de obtenção de híbridos em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 950-956, 2014.

SOOST, R.K.; ROOSE, M.L. Citrus. In: JA - NICK, J.; MOORE, J.N. (Ed.). *Fruit breeding: tree and tropical fruits*. New York: J. Wiley, 1996. v.1, p.257-323

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. *Citrus: World Markets and Trade*. Jul. 2018. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/citrus-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 06 dez. 2021.