

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE EM SANTANA DO LIVRAMENTO  
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**RAMÃO JUNIOR STRAUSS TURRA**

**FRUTIFICAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA 'HOUSUI'**

**Santana do Livramento  
2019**

**RAMÃO JUNIOR STRAUSS TURRA**

**FRUTIFICAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA 'HOUSUI'**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia na Universidade Estadual do  
Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Biane de Castro

**Santana do Livramento**

**2019**

### Catálogo de Publicação na Fonte

T958f	<p>Turra, Ramão Junior Strauss. Frutificação da pereira japonesa 'Housui' / Ramão Junior Strauss Turra. – Santana do Livramento, 2019. 40 f.</p> <p>Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Biane de Castro.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade em Santana do Livramento, 2019.</p> <p>1. Partenocarpia. 2. Frutificação Efetiva. 3. Giberelina. I. Castro, Biane de. II. Título.</p>
-------	--

**RAMÃO JUNIOR STRAUSS TURRA**

**FRUTIFICAÇÃO DA PEREIRA JAPONESA 'HOUSUI'**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Biane de Castro

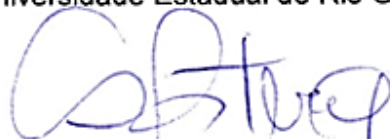
Aprovada em: 09/12/2019

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Biane de Castro  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul



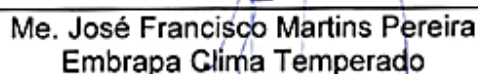
---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Simone Braga Terra  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul



---

Dr. Ivan Dagoberto Faoro  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



---

Me. José Francisco Martins Pereira  
Embrapa Clima Temperado

Dedico este trabalho àqueles que, incessantemente, me apoiaram de todas as formas, que escolheram a minha vinda para este mundo, e que diante de muitos desafios, foram capazes de entregar parte dos frutos de seus sacrifícios para o meu aprimoramento. À minha mãe querida, pelo seu abraço acolhedor, à meu pai, por seu exemplo de fé e coragem e à meus irmãos, pelos exemplos a serem seguidos, à minha companheira pelo apoio incondicional, à minha família que tanto amo!

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pelo apoio incessante a minha evolução.

À minha orientadora, pelos conhecimentos repassados durante o curso, e pela disponibilidade e prestatividade à realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos que me ajudaram em minha evolução e aprendizado no curso.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realizar a minha formação na instituição e pelos recursos estruturais disponibilizados para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pelos dados fornecidos.

Ao Agrônomo Roberto Braz pelas informações fornecidas.

## RESUMO

A demanda brasileira pela produção de peras se mantém durante os anos, com altas taxas de importação devido à falta de produção local. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência de partenocarpia natural e induzida em pereiras japonesas 'Housui', cultivadas em Santana do Livramento, RS, e comparar com a frutificação proveniente de polinização cruzada a partir de um levantamento, realizado nas proximidades, de cultivares com compatibilidade gametofítica e sincronia fenológica. A partir da contagem de sementes viáveis de frutos armazenados da safra 2018/2019, foi realizada a classificação de tendência à ocorrência de partenocarpia e fecundidade em frutos de pereiras japonesas 'Housui' cultivadas em Santana do Livramento. Foi implantado um ensaio de polinização controlada no mesmo pomar comercial durante a fase fenológica "3F3" da flor no ciclo produtivo de 2019/2020. Os tratamentos empregados foram de isolamento com emasculação da flor, polinização cruzada manual, autopolinização manual, polinização aberta e partenocarpia induzida com o uso de giberelina AG<sub>3</sub> (10 ppm) na plena floração e 15 dias após. Foram caracterizadas a frutificação efetiva e o tamanho dos frutos aos 30 e 45 dias após a plena floração (DAPF). A ocorrência de partenocarpia nos tratamentos livres de polinização e autopolinização manual demonstrou capacidade de fixação de frutos suficiente para manutenção de safra, no entanto a polinização cruzada com gametófito compatível proporcionou maior frutificação efetiva e tamanho de frutos.

**Palavras-chave:** Partenocarpia. Frutificação efetiva. Giberelina.

## ABSTRACT

Brazilian demand for pears production continues over the years, with high import rates due to the lack of local production. The objective of the present study was to evaluate the occurrence of natural and induced parthenocarpy in Japanese 'Housui' pear trees cultivated in Santana do Livramento (RS) and to compare with fruit from cross-pollination with compatible and concomitant flowering cultivar from a nearby orchard. The classification to the tendency to the occurrence of parthenocarpy and fecundity was made from the counting of viable seeds of Japanese 'Housui' pear fruits harvested in Santana do Livramento during 2018/2019 crop year. A controlled pollination test was carried out in the same commercial orchard during the "3F3" phenological phase of the flower in the 2019/2020 production cycle. The treatments tested were isolation and flower emasculation, manual cross pollination, manual self-pollination, open pollination and induced parthenocarpy with the use of gibberellin AG<sub>3</sub> (10 ppm) in full bloom and 15 days after. Fruit set and fruit size at 30 and 45 days after full bloom (DAPF) were characterized. The occurrence of parthenocarpy in the treatments without pollination and manual self-pollination demonstrated sufficient fruit fixation capacity for crop maintenance, however, cross-pollination with compatible gametophyte provided greater fruit set and fruit size.

**Keywords:** Parthenocarpy. Fruit set. Gibberellin.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases Fenológicas da Flor (Fonte: FAORO, 2009).....	16
Figura 2 – Estádios Fenológicos das Gemas de Flor (Fonte: FAORO, 2009).....	21
Figura 3 – Gráfico de regressão para número de sementes e diâmetro de frutos de pereiras japonesas ‘Housui’ cultivadas em Santana do Livramento, na safra 2018/2019.....	27

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Frequência de ocorrência de frutos com diferentes quantidades de sementes viáveis de pereiras japonesas ‘Housui’ cultivadas em Santana do Livramento, safra 2018/2019.....26
- Tabela 2 – Dados fenológicos das cultivares acompanhadas durante o período pré-experimental em Santana do Livramento, safra 2019/2020.....29
- Tabela 3 – Frutificação efetiva aos 30 e 45 Dias Após a Plena Floração (DAPF) de pereiras japonesas ‘Housui’ cultivadas em Santana do Livramento, safra 2019/2020. ....31
- Tabela 4 – Diâmetro dos frutos aos 30 e 45 Dias Após a Plena Floração (DAPF) de pereiras japonesas ‘Housui’ cultivadas em Santana do Livramento, safra 2019/2020. ....33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1.1 Produção nacional .....	11
1.1.2 Importância da partenocarpia .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>13</b>
3.1 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
<b>3.1.1 Condições para frutificação</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.1.1 COMPATIBILIDADE ENTRE CULTIVARES</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.1.2 CONDIÇÕES PARA A POLINIZAÇÃO</b> .....	<b>15</b>
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	18
<b>3.2.1 Local de Implantação</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.2 Cultivares</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.3 Metodologia</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.4 Tratamentos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2.5 Delineamento e análise estatística</b> .....	<b>24</b>
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
<b>3.3.1 Safra 2018/2019</b> .....	<b>25</b>
3.3.1.1 <i>Situação climática</i> .....	25
3.3.1.2 <i>Fecundidade e diâmetro dos frutos</i> .....	25
<b>3.3.2 Safra 2019/2020</b> .....	<b>28</b>
3.3.2.1 <i>Situação climática, fenologia e polinização</i> .....	28
3.3.2.2 <i>Fixação de frutos</i> .....	30
3.3.2.3 <i>Diâmetro dos frutos</i> .....	33
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>36</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>39</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1.1 Produção nacional**

A produção de peras no Brasil ainda é ínfima se comparada ao consumo, fazendo com que seja necessária a importação em grande escala. Atualmente a área plantada no Brasil é de cerca de 1,7 mil hectares, com produção de aproximadamente 22 mil toneladas. O Rio Grande do Sul lidera a produção de peras com 688 ha plantados (IBGE, 2018). Santa Catarina é o segundo estado em produção de pera, com 6,9 mil toneladas, numa área plantada de 390 ha. Tanto a produção quanto o plantio encontram-se estáveis no país nos últimos anos.

Segundo o gerente da Estação Experimental de São Joaquim, Marcelo Cruz de Liz, a pera é uma fruta muito apreciada e aceita pelo consumidor brasileiro, por isso importante para o Brasil. Cerca de 95% do consumo nacional é importado, a um custo de US\$ 210 milhões de dólares anuais, com importações de até 217 mil toneladas para atender a demanda do mercado brasileiro ao ano” (EPAGRI, 2019).

### **1.1.2 Importância da partenocarpia**

A partenocarpia natural ou induzida possibilita a produção de frutos sem a presença de plantas polinizadoras com compatibilidade gametofítica e sincronismo de florada. A ocorrência deste fenômeno pode aumentar a produção nos sistemas de cultivo de frutíferas devido a maior fixação de frutos proporcionada e por não provocar alternâncias de produção (LEITE; SOUZA, 2003). O uso de fitorreguladores tem sido largamente realizado com o intuito de promover a partenocarpia induzida, contribuindo para a regularidade de produção ao longo das safras (MUSACCHI, 2008).

Segundo Leite e Souza (2003), a importância da partenocarpia para a cultura da pereira, em sua extensão e frequência, é relativamente superior à das demais frutíferas de clima temperado. Porém, exceto em algumas cultivares e localidades, a partenocarpia não assegura a produtividade inclusive para genótipos com alguma tendência à ocorrência de partenocarpia, sendo recomendada a combinação com cultivares polinizadoras.

O papel da partenocarpia natural no aumento da produtividade se justifica quando ocorre o desencontro entre as floradas, causado pela diferença na fenologia das cultivares, e quando há ocorrência de incompatibilidade gametofítica, que são os

fatores de maior influência quanto à fecundação e fixação dos frutos. O uso de cultivares sem coincidência de florada pode ocorrer principalmente quando há falta de informações sobre a adaptação fenológica das cultivares às condições da região de implantação do pomar (LEITE; SOUZA, 2003; FAORO, 2001).

A observação do comportamento das cultivares sem utilização de métodos de avaliação torna difícil a quantificação da importância da polinização cruzada nos índices de frutificação efetiva (LEITE et al., 2008). Para tanto, é necessária a adoção de técnicas de observação que permitam isolar os diferentes fatores relacionados, como a ação dos ventos e de insetos na polinização, assim como a compatibilidade polínica, a exemplo do trabalho conduzido por Faoro (2009) com pereiras japonesas em SC, e a necessidade de utilização de fitorreguladores exógenos para a indução de partenocarpia.

A falta de conhecimento sobre a coincidência de florada entre cultivares com gametófitos compatíveis (LEITE et al., 2008) possivelmente seja também motivo de irregularidades no tamanho e formato dos frutos de pereiras da região da Campanha do Rio Grande do Sul.

Estudos sobre a biologia reprodutiva podem permitir a adoção de polinizadoras compatíveis nos pomares, visando o aumento da frutificação efetiva e da qualidade dos frutos. Do mesmo modo, pesquisas sobre a utilização de fitorreguladores para a promoção da partenocarpia induzida ou a ocorrência natural de partenocarpia podem contribuir para a expansão e permanência dos produtores na cultura, através da melhoria na estabilidade produtiva dos pomares.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a frutificação da pereira japonesa 'Housui' cultivada em Santana do Livramento, RS.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar um levantamento de pereiras cultivadas nas proximidades do pomar comercial de pereiras 'Housui' para recomendação de polinizadoras, buscando

genótipos que apresentem compatibilidade gametofítica e sincronia fenológica com a florada da cultivar receptora.

Avaliar o comportamento fenológico, a polinização cruzada, a ocorrência de frutificação partenocárpica natural e a influência da utilização de fitorregulador para estimular a partenocarpia induzida nas condições locais.

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

##### **3.1.1 Condições para frutificação**

Nos pomares comerciais onde existe uma a duas cultivares polinizadoras, é comum a floração de uma destas se iniciar mais precoce ou mais tardiamente que a floração da cultivar produtora (FAORO, 2009). Assim sendo, o uso de cultivares compatíveis depende não apenas da compatibilidade gametofítica, mas também da sincronicidade da fenologia das cultivares durante a florada e da sua adaptação ao clima no local de implantação.

Nas condições climáticas do Sul do Brasil, também é frequente a baixa sincronia do florescimento entre cultivares, repercutindo em baixa frutificação e irregularidade da produção. Sob tais condições, a frutificação da pereira pode ser maximizada pelo uso de fitorreguladores (HAWERROTH et al., 2011).

O período de florescimento é um dos principais eventos durante o ciclo produtivo de espécies frutíferas, visto que neste momento será definida a frutificação. Neste período, interagem fatores ambientais e fisiológicos que definirão as próximas etapas da frutificação, e conseqüentemente da produção. A floração é o momento em que a planta necessita utilizar as reservas acumuladas, sendo que o crescimento vegetativo pode ser um competidor por hidratos de carbono, podendo afetar a frutificação efetiva (LEITE; SOUZA, 2003).

Segundo os mesmos autores, é considerada uma coincidência satisfatória quando há entre as cultivares um florescimento simultâneo de mais de 70% e nunca menor de 50% em nenhum ano. Em condições adversas à polinização e quando a intensidade da floração for pequena, pode ser necessário melhorar a frutificação efetiva com o uso de fitorreguladores, tais como as citocininas, auxinas ou giberelinas, que podem aumentar a frutificação efetiva.

### 3.1.1.1 *Compatibilidade entre cultivares*

A incompatibilidade gametofítica e a diferença entre épocas de floração estão entre os principais problemas estudados e relacionados com a correta polinização de pereiras (LEITE; SOUZA, 2003).

A autoincompatibilidade (AI) consiste na incapacidade de uma planta fértil formar sementes quando polinizada com grãos de pólen da própria cultivar. Na autoincompatibilidade gametofítica (AIG), os tubos polínicos só irão crescer e ocorrerá a fecundação se o alelo presente no grão de pólen não estiver presente no tecido diploide do estilete (SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002).

Segundo Leite e Souza (2003), a maioria das cultivares, tanto de pereiras europeias quanto asiáticas, são auto-incompatíveis, necessitando de polinizadoras para frutificar. A cultivar polinizadora deverá ser compatível e florescer no mesmo período ao daquela a ser polinizada e, preferencialmente, ter bom valor comercial. O número de plantas de polinizadoras deve corresponder de 10 a 33% do total das plantas no pomar, sendo distribuídas equitativamente no pomar.

A incompatibilidade é um mecanismo importante para promover a alopolinização entre indivíduos não relacionados, pois impede que as plantas produtoras de gametas masculinos e femininos funcionais produzam sementes quando auto-polinizadas (LEITE; SOUZA, 2003; SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002).

A compatibilidade dos alelos *S* é o principal parâmetro a ser analisado para definir a possibilidade de fecundação (SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002). As cultivares são consideradas incompatíveis quando os dois alelos *S* da cultivar polinizadora são idênticos aos da receptora; semi-compatíveis, quando um dos alelos da polinizadora é idêntico a um dos alelos da cultivar receptora; compatíveis, quando os dois alelos *S* da cultivar polinizadora são diferentes dos da receptora.

Segundo os mesmos autores, a incompatibilidade das cultivares se dá devido à diminuição ou inibição da capacidade de crescimento do tubo polínico ao se depositar no estigma com alelos *S* idênticos. Isto acontece através da ação de glicoproteínas *S*, produzidas no pistilo ao reconhecer o alelo *S* do tubo polínico. Esta incompatibilidade é comum a diversas espécies de frutíferas pertencentes à família das Rosáceas e tem como objetivo natural a indução de variabilidade genética.

Segundo Faoro (2001) e Leite e Souza (2003), o fato de existir autoincompatibilidade na pereira 'Housui' exige uma alta taxa de polinização cruzada para uma correta fixação e crescimento uniforme dos frutos.

Um dos fatores de análise qualitativa para os frutos de pera, segundo Cantillano et al. (2003), é o formato regular dos frutos, importante característica para a obtenção de calibre. Tal característica está diretamente relacionada com a completa fecundação dos rudimentos seminiais nas flores por gametófitos compatíveis, devido ao direcionamento de fotoassimilados em maior quantidade para esses carpelos, onde há maior produção de giberelinas, resultante do desenvolvimento das sementes, que influencia na conformação e no aumento do número de células do fruto durante os primeiros 40 dias após a florada (JACKSON, 2003).

### 3.1.1.2 Condições para a polinização

Para que a polinização cruzada seja eficiente, o florescimento da cultivar polinizadora e da receptora devem ser coincidentes. É indicado o uso mínimo de duas cultivares polinizadoras, sendo que uma delas deve atingir a plena floração quando 30% das flores da cultivar principal estiverem abertas; e a outra cultivar deve coincidir sua plena floração com a plena floração da cultivar receptora. A disposição das cultivares polinizadoras na linha de plantio deve ser de no máximo 20 metros de distância das plantas receptoras (LUZ et al., 2012).

Agentes polinizadores de plantas, incluindo insetos, especialmente abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.), polinizadores específicos, ou polinização manual, com uso de pincéis ou pulverizadores específicos, são responsáveis pela transferência de grãos de pólen. As abelhas são consideradas o agente polinizador mais eficaz para a cultura da pereira, porém, outros mecanismos de polinização, em situações especiais, são importantes, como quando as condições climáticas não são favoráveis à atividade desses insetos (LEITE; SOUZA, 2003).










Métodos de polinização artificiais devem se basear na coleta, na conservação e na transferência de grãos de pólen viáveis às flores receptivas, o que é uma tarefa difícil para um produtor comercial. O manuseio dos grãos de pólen não é uma atividade simples, pois deve ser mantido seco e com baixa temperatura de - 18°C, enquanto que a quantidade de grãos de pólen depositada deve ser alta o suficiente (100 grãos ou mais) para uma efetiva polinização. Ainda conforme os mesmos



autores, o método artificial que tem produzido os melhores resultados, com o pincelamento de grãos de pólen viáveis armazenados em um frasco, ou sacudindo um ramo da cultivar polinizadora em florescimento nas flores da cultivar receptora (LEITE; SOUZA, 2003).

Além da presença de polinizadores, as condições climáticas também são importantes influenciadoras quando se trata de polinização. Considerando somente as fases mais prováveis para ocorrer a polinização ('3F4' a '3F7' conforme a Figura 1), é desejável que elas tenham a maior duração possível caso ocorram situações climáticas adversas (geadas tardias, temperaturas muito baixas, excesso de chuvas e de ventos) porque aumenta a possibilidade da polinização cruzada ser realizada pelos insetos e, conseqüentemente, também a fixação de frutos por planta (FAORO, 2009).

Figura 1 - Classes e Fases Fenológicas da Flor ("3Fx")

Classes	Fases Fenológicas da Flor ("3Fx")		
Flor fechada	 3F1	 3F2	 F3
Flor aberta e a maioria dos sacos polínicos avermelhados	 3F4	 3F5	 3F6
Flor aberta com ou sem pétalas e a maioria ou todos os sacos polínicos enegrecidos	 3F7	 3F8	 3F9

Classes e Fases Fenológicas da Flor ("3Fx") de pereira, sendo: 3F1) botão floral rosado e recém emergido da gema (relacionada aos estádios "E e E2" da gema de flor); 3F2) botão floral pouco rosado e com crescimento aproximado da metade da distância do ápice da flor em fase balão (relacionada aos estádios "E2 e F" da gema de flor); 3F3) botão floral em fase "balão", imediatamente antes de sua antese (relacionado aos estádios "F e F2" da gema de flor); 3F4) botão de flor recém aberto e as pétalas ainda curvadas (relacionado aos estádios "F e F2" da gema de flor); 3F5) botão floral com pétalas bem estendidas e todos os sacos polínicos avermelhados (relacionado aos estádios "F2 e G" da gema de flor); 3F6) botão floral com pétalas bem estendidas com três até a metade dos sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios "F2 e G" da gema de flor); 3F7) botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade ou todos os sacos polínicos pretos (relacionada aos estádios "F2 e G" da gema de flor); 3F8) botão floral com uma ou algumas pétalas caídas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios "G e H" da gema de flor); 3F9) botão floral sem pétalas e todos os sacos polínicos enegrecidos (relacionada aos estádios "G e H" da gema de flor). Fonte: Faoro, 2009.

A liberação dos grãos de pólen é muito influenciada pela temperatura e pela chuva. A baixa temperatura afeta desfavoravelmente a remoção dos grãos de pólen da antera. A chuva, mas não a alta umidade, inibe a deiscência da antera e, quando constante durante a floração, induz ao rompimento dos grãos de pólen devido à elevação da concentração osmótica. A precipitação também lava os grãos de pólen das anteras deiscentes ou evita que os grãos de pólen molhados sejam liberados pelas anteras (FAORO, 2009).

Segundo o mesmo autor, ventos secos podem dessecar os estigmas e diminuir a retenção e a germinação dos grãos de pólen. Por outro lado, se durante a floração o período é muito chuvoso, poderá ocorrer a redução da fixação de frutos e do número de sementes viáveis produzidos por fruto devido à diminuição da ação dos insetos polinizadores no pomar.

Após a transferência dos grãos de pólen, os principais fatores que influenciam a velocidade de crescimento do tubo polínico são os alelos de compatibilidade e a alta temperatura, de 25°C a 30°C. Segundo Jackson (2003), nessas condições térmicas, a reação de incompatibilidade é acelerada e resulta em uma inibição precoce do crescimento de tubos polínicos incompatíveis. Por outro lado, o crescimento de tubos polínicos compatíveis aumenta na faixa de 10°C a 30°C. Para os genótipos 'Housui', 'Kousui', 'Nijisseiki' e 'Shinseiki', a temperatura ótima para a germinação dos grãos de pólen ocorre entre 16°C e 20°C.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Local de Implantação

O experimento foi desenvolvido em pomar comercial de pereira japonesa 'Housui' (*Pyrus pyrifolia* var. *culta* (Burm) Nak.) de 1,94ha, na propriedade da família Turra, em Santana do Livramento (RS). A propriedade fica a aproximadamente 25 km da sede do município e está localizada nas coordenadas 30°55'15,0" Sul e 55°20'24,9" Oeste (Google Maps, 2019).

O regime de precipitação pluviométrica, distribuído durante todos os meses do ano, têm uma média mensal de 126,52 mm, totalizando uma precipitação acumulada anual de 1.518 mm. Segundo a Normal Climatológica do Brasil para o período de 1981 a 2010 (INMET, 2019), a insolação total anual para a região é de 2.366,7 horas. A temperatura média anual é de 18,5°C e o acúmulo de Horas de Frio (HF) igual ou inferior a 7,2°C, calculado através da equação: "HF = -1400,59 + 0,53 (alti) - 64,09 (lati) + 5,89 (long)" (WREGGE, 2003) e verificado nos dados fornecidos pelo INMET, corresponde a uma média anual aproximada de 340 HF, para o período de 1966 a 2003.

Os dados meteorológicos horários foram fornecidos pela Seção de Armazenamento de Dados Meteorológicos (SADMET) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e estão sintetizados em médias mensais nos anexos A, B e C. A estação meteorológica automática correspondente está situada a 19,4 km do local onde os experimentos foram conduzidos.

Os solos da unidade experimental são altamente intemperizados, advindos de arenito, com baixo acúmulo de matéria orgânica e baixa fertilidade natural, caracterizado como de textura arenosa. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), é o material que compreende as classes texturais areia e areia franca, ou seja, teor de areia menos teor de argila > 700 g kg<sup>-1</sup> de solo. O pH corrigido do solo no pomar é de 6,0, com alta profundidade.

### 3.2.2 Cultivares

A principal cultivar produtora é a 'Housui', com 1.204 plantas, seguida pela pereira japonesa 'Kousui', com 50 plantas, e 'Packham's Triumph' (*P. communis* L.) com 50 plantas, todos os genótipos enxertados sobre *P. calleryana* DECNE..

O porta enxerto *P. calleryana* proporciona alto vigor e tem boa adaptação a solos arenosos. O seu crescimento é moderado em solos arenosos, apresentando resistência muito alta à entomosporiose (*Diplocarpon mespii*), ao pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e aos nematoides; alta resistência ao declínio (Mycoplasma-Like Organisms (MLOs)), ao míldio (*Podosphaera leucotricha*), à galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*), à podridão do colo (*Phytophthora* spp.) e ao fungo de podridão da madeira (*Phytophthora cactorum*); e resistência moderada ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) (LOMBARD; WESTWOOD, 1989 apud FAORO, 2001).

As plantas foram conduzidas em sistema de vaso aberto, sem estrutura de sustentação devido às características de vigor inerentes ao porta enxerto empregado. As linhas de plantio foram dispostas em curva de nível, com predominância da posição Leste-Oeste, protegidas por quebra-ventos de pinus (*Pinus elliottii*) nas direções Norte, Leste e Oeste. O espaçamento utilizado foi de 5 m entre linhas e 3 m entre plantas para todas as cultivares, com variações devido à implantação das curvas de nível. A densidade de plantio é de aproximadamente 660 plantas ha<sup>-1</sup>, com um total de 1304 plantas na área do pomar.

A cultivar Housui, genótipo utilizado como receptor no presente estudo, possui os alelos *S*<sub>103</sub>*S*<sub>105</sub> (GU et al., 2009), o que a torna totalmente compatível com cultivares que possuam dois alelos diferentes a esses, semi-compatível com cultivares em que um dos alelos seja igual e incompatível com cultivares cujos alelos sejam idênticos. 'Packham's Triumph', possui os alelos *S*<sub>101</sub>*S*<sub>103</sub> (GOLDWAY et al., 2009), já a cultivar 'Kousui' possui os alelos *S*<sub>104</sub>*S*<sub>105</sub> (ISHIMIZU et al., 1996). Ambas as cultivares estão em uma proporção de 1:25 e são semi-compatíveis com a cultivar principal.

### 3.2.3 Metodologia

A partir dos frutos oriundos da polinização nas condições naturais do pomar de 'Housui' cultivado em Santana do Livramento e obtidos na safra 2018/2019, foi contabilizado o número de sementes viáveis produzidos por fruto e a percentagem de frutos sem sementes viáveis para realizar a avaliação da fecundidade. Essas avaliações foram possíveis através do corte horizontal de cada fruto e da retirada e contagem das sementes consideradas viáveis, por análise visual, de 100 frutos escolhidos aleatoriamente no local de armazenamento, sendo cada fruto uma

repetição. Previamente a estas análises, foram registrados os diâmetros dos mesmos 100 frutos.



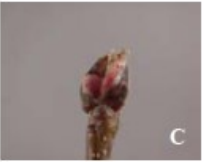
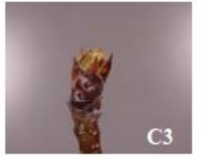
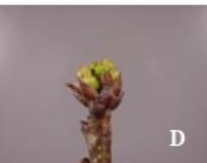
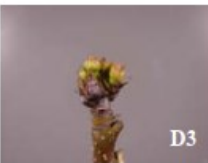







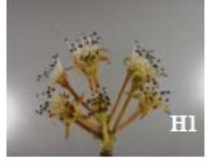
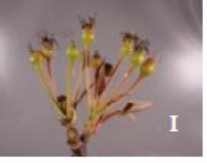
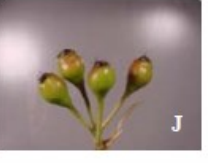
A fecundidade dos frutos obtidos na safra 2018/2019 foi avaliada, segundo a escala de Nyéki e Soltész (1998), em: muito baixa (0,1 a 1,0 sementes viáveis por fruto), baixa (1,1 a 3,0 sementes viáveis por fruto), intermediária (3,1 a 5,0 sementes viáveis por fruto) e alta (5,1 a 10,0 sementes viáveis por fruto).

A classificação quanto à tendência a ocorrência da partenocarpia foi feita também para os frutos produzidos na safra 2018/2019 conforme a escala sugerida por Nyéki et al. (1993) e Nyéki et al. (1998): a) sem tendência à partenocarpia ou não suscetíveis: 0% de frutos fixados sem sementes; b) tendência muito baixa: 0,1 a 1% de frutos sem sementes; c) tendência baixa: 1,1 a 5% de frutos sem sementes; d) tendência intermediária: 5,1 a 10% de frutos sem sementes; e) tendência alta: 10,1 a 20% de frutos sem sementes; f) tendência muito alta: mais que 20,1% de frutos sem sementes.

A partir do mês de setembro no ciclo produtivo subsequente (safra 2019/2020), foi realizado um levantamento de distintos genótipos de pereiras disponíveis em uma coleção de cultivares conduzidas em pomar pertencente ao Campo de Cooperação da Prefeitura de Santana do Livramento. Este pomar está localizado a 7,2 km da propriedade onde foi realizado o experimento, importante aspecto a ser considerado tendo em vista a possibilidade de identificação de materiais totalmente compatíveis e com coincidência de floradas.

A fenologia da cultivar receptora e das possíveis polinizadoras foi acompanhada semanalmente, desde 30 dias antes da florada até o momento da emissão das primeiras flores na cultivar receptora e depois diariamente até o momento da implantação do experimento. Foi registrada a fenologia das variedades encontradas no pomar onde foi realizada a coleta de pólen para o experimento, com base nos 'Estádios Fenológicos das Gemas de Flor' (FAORO, 2009) (Figura 2), desde a condição de dormência da gema até o final da condição de broto de flor.

Figura 2 – Estádios Fenológicos das Gemas de Flor

Classes	Estádios Fenológicos das Gemas de Flor			
GEMA (brotação)				
BROTO DE FLOR (emissão de flores)				
FLORAÇÃO (polinização)				
FRUTIFICAÇÃO (formação de frutos)				

Estádios fenológicos de gemas de flor de pereira, divididos em quatro classes, sendo: **GEMA**: **A**= gema dormente; **B**= gema inchada e sem expor os tecidos; **C**= iniciando a abertura das brácteas e expondo o tecido avermelhado; **C3**= orelha de rato: exposição dos primeiros órgãos internos da gema; **BROTO DE FLOR**: **D**= aparecimento dos botões florais, estando ainda unidos e sem a presença de folhas; **D3**= saída dos botões florais, estando pelo menos um fora da gema; **E**= botões florais separados, estando todos fora da gema e ainda pequenos, rosados e fechados, podendo as folhas estar estendidas; **E2**= pelo menos um botão com pétalas brancas bem expandidas e pouco anterior a sua antese (estádio de “balão”), podendo ainda os demais botões florais estar pequenos; **FLORAÇÃO**: **F**= início da abertura das flores, estando pelo menos uma em antese (aberta). É considerado início da floração quando 10% das gemas florais atingem este estágio; plena floração quando 70% atingem este estágio e final de floração quando 90% atingem este estágio; **F1**= a maior parte das flores encontram-se abertas, podendo alguns botões florais estar fechados; **F2**= todas as flores encontram-se abertas e a última recém teve sua antese (é considerada plena floração quando 70% das gemas florais encontram-se neste estágio); **G**= a gema apresenta todas as flores abertas e uma ou algumas apresentam pelo menos uma pétala caída e eventualmente há intumescimento de algumas corolas, sendo considerado final de floração quando 90% das gemas encontram-se neste estágio. **FRUTIFICAÇÃO**: **H**= quando mais de 90% das flores da gema ficam sem pétalas; **H1**= quando todas as flores da gema ficam sem pétalas; **I**= frutificação efetiva, ficando a corola com 1 a 2cm de diâmetro, sendo que nesta fase pode ser iniciado o raleio de frutos; **J**= os frutos atingem 3 a 5cm de diâmetro. (Fotografias: Ivan D. Faoro) (FAORO, 2009).

Dentre as cultivares geneticamente compatíveis encontradas na coleção, foi possível fazer a coleta apenas de inflorescências da cultivar Kieffer, com os alelos  $S_{102}S_{119}$  (GOLDWAY et al., 2009), que atingiu a fase fenológica de “balão” (“3F3”) pouco antes e durante o início da floração da cultivar Housui. A coleta iniciou-se com a retirada de inflorescências contendo flores de ‘Kieffer’ e ‘Housui’ no estágio fenológico de “balão” (“3F3”), mantidas sob baixa temperatura e levadas até o

laboratório da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade em Santana do Livramento.

As anteras foram removidas das flores em “balão” com o auxílio de uma pinça e armazenadas em estufa mantida à temperatura de 25°C por 24h, até a sua completa deiscência. Após a liberação dos grãos de pólen, os frascos foram tampados com algodão e armazenados em secador contendo sílica gel no fundo, a temperatura de -18°C.

A implantação do experimento foi realizada no dia 07/10/2019 com a escolha das plantas, identificação e aplicação dos tratamentos. Foram escolhidas plantas cujo vigor e estruturas de frutificação fossem semelhantes, deixando-se ao menos uma planta de intervalo, quando da ocorrência de plantas diferenciadas ou em caso de ausência de uma planta dentro da linha devido a diferenças na competição por luminosidade, água e nutrientes. Foi mantido distanciamento de aproximadamente 20m nas extremidades limítrofes do talhão e próximas aos quebra-ventos.

### **3.2.4 Tratamentos**

Para a escolha do momento de aplicação dos tratamentos foram observadas as Classes e Fases Fenológicas da Flor de pereiras japonesas (“3Fx”) propostas por Faoro (2009).

Em cada planta foram escolhidas duas inflorescências, nas quais marcou-se uma flor na fase de “balão” (“3F3”) em cada, totalizando 120 gemas florais e 20 repetições por tratamento. As demais flores contidas nas inflorescências foram eliminadas com a ajuda de uma pinça para todos os tratamentos. As flores na fase de “balão” (“3F3”) foram submetidas aos seguintes tratamentos:

Partenocarpia natural (T1) - flores emasculadas com o uso de pinças e protegidas com sacos de papel kraft encerado com o objetivo de evitar a polinização.

Partenocarpia induzida (T2) - flores emasculadas na pré antese (“3F3”), protegidas com sacos de papel kraft encerado e pulverizadas com giberelina na plena floração e 15 Dias Após a Plena Florada - DAPF. As embalagens foram removidas para realizar a pulverização das flores, sendo recolocadas após a aplicação do fitorregulador.

Autogamia (T3) - flores emasculadas e polinizadas com grãos de pólen totalmente incompatíveis coletados da mesma cultivar ('Housui'), com o uso de pincéis macios esterilizados, e protegidas com sacos de papel kraft encerado.

Anemofilia (T4) - flores emasculadas e protegidas da ação de insetos polinizadores com tecido voal.

Alogamia ou polinização cruzada (T5) - flores emasculadas e polinizadas com grãos de pólen de 'Kieffer', totalmente compatíveis com a cultivar receptora utilizada e protegidas com sacos de papel kraft encerado.

Testemunha (T6) - flores mantidas em condição natural sob o efeito do ambiente.

No tratamento que envolveu o uso de giberelina (T2), as plantas foram pulverizadas com duas aplicações (10 ppm, produto comercial com 40,00% de AG<sub>3</sub> - Pro-Gibb®), sendo a primeira aplicação realizada na plena floração (dia 11/10/2019), com aproximadamente 70% das flores abertas nos estádios "3F4" a "3F7" e a segunda aplicação aos 15 DAPF, com todas as flores no estágio "3F9" (dia 26/10/2019).

Nos tratamentos envolvendo o uso de giberelina, foi mantida uma distância mínima de duas plantas (12 m) na linha e utilizadas entrelinhas intercaladas, de modo que a distância entrelinha do tratamento ficou próxima dos 10 m, evitando efeito da deriva para os tratamentos sem o uso do fitorregulador. Para a realização das pulverizações, foi utilizado um pulverizador costal manual a baixa pressão de modo a evitar deriva entre os tratamentos.

A frutificação efetiva para cada tratamento foi avaliada através da percentagem de frutos fixados no estágio "I", estando a corola com 1 a 2cm de diâmetro, após a queda natural dos frutos. O cálculo da percentagem utilizou o número inicial de flores tratadas e o número de frutos remanescentes. Para a análise de variância, foram atribuídos os números "1" para os frutos fixados e "0" para frutos abortados.

O diâmetro dos frutos remanescentes foi medido com paquímetro digital. Essa avaliação foi realizada aos 30 DAPF e repetida nos mesmos frutos remanescentes aos 45 DAPF.

Para a avaliação da partenocarpia natural no ciclo 2019/2020, foram contabilizados os frutos provenientes de T1, fixados no estágio fenológico "I". A classificação quanto à tendência a ocorrência da partenocarpia também foi realizada conforme a escala sugerida por Nyéki et al. (1993) e Nyéki et al. (1998).



### 3.2.5 Delineamento e análise estatística

O experimento foi implantado em delineamento completamente casualizado. Os frutos que produziram sementes viáveis na safra 2018/2019 foram submetidos à análise de regressão entre a quantidade de sementes viáveis produzidas em cada fruto e o diâmetro médio desses frutos. Os resultados experimentais de frutificação efetiva e diâmetro dos frutos oriundos do experimento de frutificação no ciclo produtivo 2019/2020 foram submetidos à análise de variância e, no caso de diferença significativa, as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, por meio do software gratuito "BioStat®". Os dados de diâmetro dos frutos foram previamente transformados em {arco cosseno  $[(\sqrt{x})/100]$ } para a realização da análise estatística e são apresentados na escala original.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Safra 2018/2019

##### 3.3.1.1 Situação climática

Segundo Faoro (2001), a cultivar Housui precisa de aproximadamente 721 Horas de Frio (HF) iguais ou inferiores a 7,2°C para a superação de dormência. Para as condições de Santana do Livramento ocorrem em média 340 HF (INMET, 2019). Para a safra 2018/2019, o acumulado foi de 500 HF (Anexo D), o que, embora abaixo das horas de frio recomendadas, proporcionou uma florada abundante, com plena floração em 25 de setembro de 2018.

As abelhas melíferas intensificam a visita às flores em temperaturas de 15°C a 26°C, mas reduzem ou suspendem a sua atividade com temperaturas abaixo de 10°C. Nas horas de maior calor e insolação, particularmente em condições acima dos 32°C, as abelhas melíferas coletoras de grãos pólen e néctar são desviadas para o abastecimento de água com a finalidade de reduzir a temperatura no interior da colmeia.

Os parâmetros meteorológicos na época da florada da safra 2018/2019 foram favoráveis à ação dos insetos. Conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), a temperatura média para o mês de setembro foi de 16,8°C, com acumulado de 213 mm de precipitação (Anexo A) distribuída de forma que não prejudicou a ação de insetos polinizadores. Segundo Faoro (2001), quando existem colmeias no interior do pomar, as flores da pereira são visitadas, mesmo que próximo a elas existam flores de outras frutíferas. Existe uma criação de abelhas melíferas a aproximadamente 10 m do pomar, apresentando-se, potencialmente como principal polinizador.

##### 3.3.1.2 Fecundidade e diâmetro dos frutos

Os frutos analisados na safra 2018/2019 demonstraram uma tendência muito alta à ocorrência de partenocarpia, conforme a classificação proposta por Nyéki et al. (1998), pois mais do que 20,1% dos frutos não apresentaram sementes viáveis. Conforme o levantamento realizado, 60% dos frutos formados não apresentaram sementes viáveis.

A frequência de ocorrências de frutos contendo de 0 a 3 sementes viáveis em condições ambientais naturais do pomar em estudo está representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Frequência de ocorrência de frutos com diferentes quantidades de sementes viáveis de pereiras japonesas 'Housui' cultivadas em Santana do Livramento, safra 2018/2019.

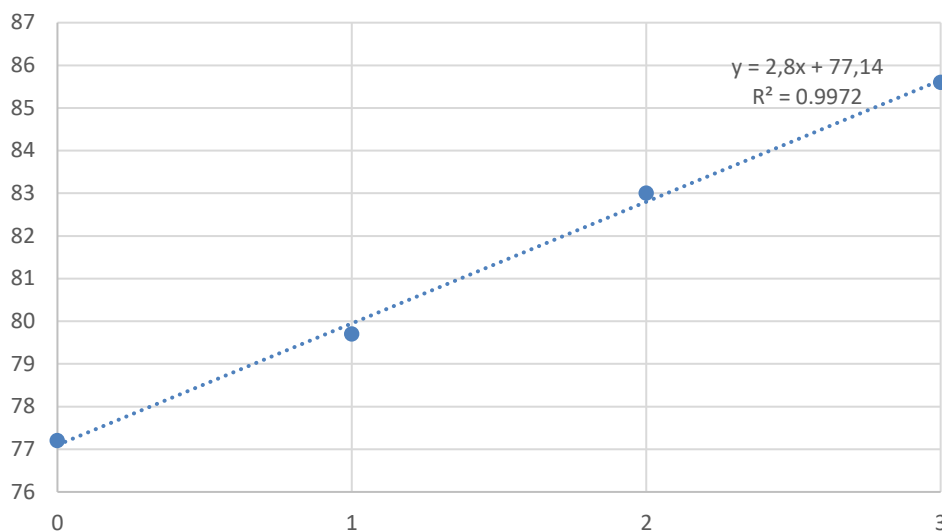
<b>Sementes Viáveis por Fruto</b>	
<b>Quantidade (n°)</b>	<b>Frequência (%)</b>
0	60
1	23
2	12
3	5

Fonte: Autor, 2019.

Segundo Jackson (2003), o desenvolvimento do fruto após a polinização é influenciado pelo número de sementes nele contidas, encontrando-se maior número de células em frutos com maior número de sementes. Também podem ocorrer deformações devido ao maior desenvolvimento nos carpelos em que as sementes viáveis estão contidas.

O número de sementes em cada fruto (de 0 a 3 sementes viáveis), assim como o diâmetro médio dos frutos para cada classe apresentaram padrão de resposta em regressão linear e estão representados na Figura 3. Foi verificada diferença de diâmetro entre as médias das observações. Os frutos partenocárpicos apresentaram o menor tamanho, e uma correlação significativa positiva ( $R^2 = 0,9972$ ) se deu entre o número de sementes e a medida do diâmetro dos frutos demonstrando uma tendência linear de aumento do diâmetro dos frutos, conforme aumenta o número de sementes ( $y = 2,8x + 77,14$ ).

Figura 3 – Gráfico de regressão para número de sementes e diâmetro de frutos de pereiras japonesas 'Housui' cultivadas em Santana do Livramento, na safra 2018/2019.



Fonte: Autor, 2019.

A polinização natural da cultivar Housui, de alelos  $S_{103}S_{105}$  (GU et al., 2009), pode ter ocorrido com grãos de pólen parcialmente compatíveis da cultivar Packham's Triump, de alelos  $S_{101}S_{103}$  (GOLDWAY et al., 2009), e com grãos de pólen semi-compatíveis da 'Kousui', com os alelos  $S_{104}S_{105}$  (ISHIMIZU et al., 1996). Esses genótipos foram previamente implantados no pomar com a finalidade de serem polinizadores de 'Housui'. Para o ciclo produtivo 2018/2019, não se acompanhou a fenologia das cultivares polinizadoras. No entanto, por ter havido a formação de sementes viáveis e condições climáticas favoráveis durante o período de floração, possivelmente abelhas e outros insetos polinizadores tenham contribuído para a polinização na florada.

A penetração do tubo polínico no pistilo e no saco embriogênico é suficiente para estimular a formação de frutos partenocárpico, sem sementes. Frutos partenocárpico, no entanto, geralmente possuem menor tamanho que os frutos resultantes de polinização cruzada, com produção de sementes viáveis (CRANE; LEWIS, 1942). Desse modo, mesmo os grãos de pólen incompatíveis podem ser responsáveis pela indução de partenocarpia, o que pode ter ocorrido no presente experimento para a maioria dos frutos em que não houve a fertilização e formação de sementes viáveis.

Não foram encontrados frutos com mais de 3,0 sementes viáveis. A contagem média de sementes viáveis ficou em 0,62 sementes por fruto produzido, sob as

condições naturais no pomar em estudo, indicando uma taxa de fecundidade muito baixa conforme a classificação proposta por Nyéki e Soltész (1998), que compreende de 0,1 a 1,0 sementes viáveis por fruto para essa categoria.

A ínfima produção de sementes viáveis demonstrou a possível ocorrência de partenocarpia, com a produção de frutos mesmo com presença apenas de cultivares com gametófitos semi-compatíveis no pomar. Porém, isso resultou na diminuição do tamanho dos frutos com a ocorrência deste fenômeno.

Esses resultados motivaram a continuidade do estudo na safra 2019/2020, por meio da implantação de um ensaio de polinização controlada para verificar os diferentes mecanismos de frutificação da pereira japonesa 'Housui' em Santana do Livramento. Desse modo, a partir de cruzamentos controlados ou isolamento das flores seria possível confirmar a capacidade de esta cultivar apresentar partenocarpia nas condições em que o pomar foi implantado, bem como averiguar se o emprego de giberelina seria capaz de aumentar os índices de frutificação partenocárpica.

### **3.3.2 Safra 2019/2020**

#### *3.3.2.1 Situação climática, fenologia e polinização*

Para a safra 2019/2020 foram calculadas através dos dados do INMET, 411 HF (Anexo D), que é um valor baixo se comparado às 720 HF recomendadas para a cultivar Housui. Além disso, houve a incidência de 72 HF no mês de setembro, o que acabou por tardar a floração, levando a data de plena floração para 12 de outubro de 2019, um atraso de 17 dias em relação ao mesmo estágio fenológico no ciclo produtivo anterior.

Na Tabela 2 são apresentados os dados fenológicos das cultivares encontradas na coleção onde foi realizada a coleta de grãos de pólen para a realização do tratamento de polinização cruzada no presente experimento. Também foi realizado um compilado de informações dos alelos dos gametófitos de cada um desses genótipos.

Tabela 2 - Dados fenológicos das cultivares acompanhadas durante o período pré-experimental em Santana do Livramento, safra 2019/2020.

Cultivar	Alelos	Data		
		22/09/2019	28/09/2019	04/10/2019
Housui	$S_{103}S_{105}$ (GU et al., 2009)	B	D3	F
Kieffer	$S_{102}S_{119}$ (GOLDWAY et al., 2009)	B	E	F
Packams Triumph	$S_{101}S_{103}$ (GOLDWAY et al., 2009)	B	B	C
Kousui	$S_{104}S_{105}$ (ISHIMIZU et al., 1996)	B	C	E
Carrick	-	C	D3	F
Suisei	$S_{101}S_{104}$ (HIRATSUKA; ZHANG, 2002)	A	C	E
Ya-Li	$S_{102}S_{104}$ (HIRATSUKA; ZHANG, 2002)	B	C	D
Garber	-	A	A	B
Monglow	$S_{101}S_{114}$ (GOLDWAY et al., 2009)	A	A	B
Max Red Bartlett	$S_{101}S_{102}$ (GOLDWAY et al., 2009)	B	C	E2

Estádios **A**= gema dormente; **B**= gema inchada e sem expor os tecidos; **C**= iniciando a abertura das brácteas e expondo o tecido avermelhado; **D**= aparecimento dos botões florais, estando ainda unidos e sem a presença de folhas; **D3**= saída dos botões florais, estando pelo menos um fora da gema; **E** = botões florais separados, estando todos fora da gema e ainda pequenos, rosados e fechados, podendo as folhas estar estendidas; **E2**= pelo menos um botão com pétalas brancas bem expandidas e pouco anterior a sua antese (estádio de “balão”), podendo ainda os demais botões florais estar pequenos; **F**= início da abertura das flores, estando pelo menos uma em antese (aberta). É considerado início da floração quando 10% das gemas florais atingem este estágio; plena floração quando 70% atingem este estágio e final de floração quando 90% atingem este estágio; com base nos ‘Estádios Fenológicos das Gemas de Flor’ (FAORO, 2009), desde a condição de dormência da gema até o final da condição de broto de flor e alelos das cultivares disponíveis na coleção de cultivares pertencentes ao Campo de Cooperação da Prefeitura de Santana do Livramento, distante 7,2 km do local de condução experimental. Fonte: Autor, 2019

Segundo Leite e Souza (2003), para uma produção comercial de peras, basta que apenas 3% a 5% das flores emitidas formem frutos. No entanto, devido à falta de frio hibernal pode ter ocorrido a diminuição no número de flores produzidas por inflorescência, sendo necessária uma frutificação efetiva maior para alcançar o número final de frutos desejado.

A polinização cruzada propicia o aumento da frutificação efetiva e número de sementes viáveis. Recomenda-se inclusive para cultivares com alguma tendência à ocorrência de partenocarpia a combinação com cultivares polinizadoras, tendo em vista que um maior tamanho de frutos está relacionado a um maior número de sementes viáveis (LEITE; SOUZA, 2003).

A cultivar ‘Kieffer’, com os alelos  $S_{102}S_{119}$  (GOLDWAY et al., 2009), utilizada para a polinização cruzada no T5, mostrou-se totalmente compatível com a receptora ‘Housui’, tanto em relação aos alelos quanto à época de florada, cujo ápice aconteceu no início da floração da receptora 06/10/2019 e o fim da florada, logo após a plena floração da receptora. Esse período atendendo a um dos momentos ideais de florada das polinizadoras, segundo Luz et al. (2012) e LEITE e SOUZA (2003). Ainda seria

interessante também obter outro genótipo totalmente compatível que a plena floração coincida com a plena floração da cultivar receptora (LUZ et al., 2012), porém no presente experimento não foi possível identificar tal material.

Segundo os dados meteorológicos do INMET (2019), durante o período de condução experimental no ciclo 2019/2020, a temperatura média mensal do mês de outubro de 2019 foi de 18,1°C (Anexo B). As máximas temperaturas diárias oscilaram entre 8,8°C e 35,7°C e mínimas diárias entre 8,3°C e 35,2°C.

No período compreendido entre a implantação do experimento (07/10/2019) e os 15 DAPF, a temperatura média foi de 17,6°C, com mínimas diárias variando entre 8,3°C e 34,6°C e máximas diárias entre 8,8°C e 35,5°C. Neste mesmo período foi registrada a ocorrência de precipitações, totalizando 121,8 mm, com maiores volumes nos dias 14/10/2019 (45,8 mm), correspondente ao sétimo dia após a implantação do experimento, 16/10/2019 (19,6 mm) e 27/10/2019 (46,6 mm).

A polinização é influenciada pelas condições climáticas, pelo agente polinizador, como abelhas ou outros insetos, e também pela distância que os grãos de pólen devem percorrer entre a sua origem e a flor de destino e pelos períodos de florescimento das cultivares polinizadoras (LEITE; SOUZA, 2003). Ventos secos podem dessecar os estigmas e diminuir a retenção e germinação dos grãos de pólen. Por outro lado, se durante a floração o período é muito chuvoso, devido à diminuição da ação dos insetos polinizadores no pomar, poderá ocorrer a redução da fixação de frutos e do número de sementes viáveis produzidas por fruto (FAORO, 2001).

### 3.3.2.2 *Fixação de frutos*

Na Tabela 3 constam os dados médios de fixação de frutos alcançados com os diferentes tratamentos utilizados no experimento realizado, com contagem aos 30 e 45 DAPF na safra 2019/2020. A polinização cruzada com gametófito totalmente compatível (T5) propiciou a maior frutificação dentre todos os tratamentos testados.

Tabela 3 – Frutificação efetiva aos 30 e 45 Dias Após a Plena Floração (DAPF) de pereiras japonesas 'Housui' cultivadas em Santana do Livramento, safra 2019/2020.

Tratamentos	Frutificação Efetiva (%)	
	Aos 30 DAPF	Aos 45 DAPF
Partenocarpia natural (T1) – emasculação + kraft	45 b	30 b
Partenocarpia induzida (T2) - emasculação + Ga <sub>3</sub> + kraft	40 b	35 b
Autofecundação (T3) - emasculação + polinização com 'Housui' + kraft	25 b	20 b
Anemofilia (T4) - emasculação + voal	20 b	15 b
Fecundação cruzada (T5) - emasculação + polinização com 'Kieffer'+ kraft	85 a	75 a
Polinização natural (T6) - testemunha	0 c	0 c

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. Fonte: Autor, 2019.

Nas duas datas de análise da frutificação efetiva, tanto aos 30 como aos 45 DAPF, o tratamento de partenocarpia natural (T1) demonstrou frutificação efetiva suficiente para produção, assim como os tratamento com indução de partenocarpia pelo uso de giberelina (T2), autopolinização (T3) e o tratamento envolvendo a anemofilia (T4), embora tenham resultado em baixa taxa de frutificação efetiva.

A testemunha (T6), que corresponde ao que ocorre naturalmente na polinização do pomar comercial, não obteve frutificação para a amostragem analisada.

A ocorrência de precipitação por longo período durante a florada (Anexo A), com chuvas intensas e duradouras nesse período, pode ter prejudicado os referidos tratamentos, especialmente os que dependiam de condições naturais para a polinização aberta ou exclusivamente de anemofilia (T4 e T6).

A florada teve uma duração de quase 20 dias, com alguns dias propícios para a ação dos insetos polinizadores. No entanto, a ocorrência de frio tardio, pode ter diminuindo a ação destes insetos na promoção de partenocarpia estimulativa, devido à baixa atividade dos mesmos constatada na plena floração, assim como, a inexistência de cultivares com grãos pólen totalmente compatíveis e com sincronia de florada com a cultivar receptora no pomar podem ter corroborado para a falta de frutificação no tratamento testemunha (T6).

Em estudo utilizando a cultivar Housui em condições de polinização aberta em ambiente natural, Faoro (2009) encontrou um nível de polinização natural de 30%, culminando em 10% de frutificação efetiva no momento da colheita. Neste



experimento, no entanto, não houve frutificação no tratamento testemunha. Tal resultado pode ter acontecido pela lavagem dos grãos de pólen pela chuva, assim como pela falta de ação dos insetos polinizadores mesmo em dias onde as condições climáticas foram favoráveis, e pela falta de cultivares polinizadoras com florada síncrona à da cultivar receptora.

Além desses fatores relatados, a água pode ter causado a perda de viabilidade dos grãos de pólen liberados. A chuva, mas não a alta umidade, inibe a deiscência da antera e, quando constante durante a floração, induz ao rompimento dos grãos de pólen devido à elevação da concentração osmótica. A precipitação também lava os grãos de pólen das anteras deiscentes ou evita que os grãos de pólen molhados sejam liberados pelas anteras (FAORO, 2009).

Os efeitos da chuva podem ter sido reduzidos nos tratamentos em que se usou sacos de papel kraft encerado devido ao isolamento causado, com a formação de microclima favorável à fixação dos frutos. Tal observação pode explicar também a menor taxa de fixação no tratamento para teste de anemofilia (T4), onde a utilização de revestimento sobre a flor com tecido voal permitiu a ação dos ventos e precipitação diretamente sobre as flores, mesmo que em menor escala. Contudo, essa pequena alteração não foi suficiente para diferir estatisticamente dos tratamentos em que se avaliou a partenocarpia e se utilizou os sacos de papel Kraft encerado (T1 e T3).

Conforme resultados encontrados por Faoro (2009) para pereiras japonesas, a polinização mediada pelo vento pode ocorrer, porém em menor escala e com menor efetividade do que por intermédio da ação de insetos (entomofilia). A influência da eliminação da concorrência por fotoassimilados na inflorescência foi descartada devido à retirada das demais flores nela contidas para todos os tratamentos. A influência da emasculação, bem como do contato físico do pincel com o estigma no tratamento com autopolinização não foram avaliados devido à impossibilidade de distinção, por identificação visual, da viabilidade nas sementes geradas nos frutos quando do momento da realização da análise aos 45 DAPF.

A maioria das cultivares comerciais de pereira é autoincompatível, não produzindo frutos com sementes por causa do reduzido ou demorado crescimento do tubo polínico, não ocorrendo, dessa forma, a fertilização. Contudo, muitas cultivares são parcialmente produtivas quando autopolinizadas, isto é, são capazes de produzir frutos sem sementes. Esse processo de desenvolvimento de frutos é conhecido como

partenocarpia estimulativa, em que o estímulo da polinização sem haver fertilização é necessário para que ocorra o desenvolvimento da fruta (LEITE; SOUZA, 2003).

Quando uma cultivar é polinizada com seu próprio grão de pólen e a fixação de frutos é superior a 30%, indica que a cultivar é autofértil (FAORO, 2001). Neste experimento, não foi identificada a autofertilidade para a cultivar Housui devido às taxas de fixação estarem abaixo de 30% no tratamento em que foi efetuada a polinização com grãos de pólen da própria cultivar (T3).

### 3.3.2.3 Diâmetro dos frutos

Os dados de diâmetro médio dos frutos oriundos do ensaio de polinização controlada de pereiras japonesas 'Housui' aos 30 e 45 DAPF do ciclo produtivo de 2019/2020 são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Diâmetro dos frutos aos 30 e 45 Dias Após a Plena Floração (DAPF) de pereiras japonesas 'Housui' cultivadas em Santana do Livramento, safra 2019/2020.

Tratamento	Tamanho dos Frutos (mm)	
	Aos 30 DAPF	Aos 45 DAPF
Partenocarpia natural (T1) – emasculação + kraft	12,95 b	22,66 b
Partenocarpia induzida (T2) - emasculação + Ga <sub>3</sub> + kraft	15,21 b	23,58 b
Autofecundação (T3) - emasculação + polinização com 'Housui' + kraft	14,39 b	22,79 b
Anemofilia (T4) - emasculação + voal	15,25 b	23,43 b
Fecundação cruzada (T5) - emasculação + polinização com 'Kieffer'+ kraft	15,64 a	23,72 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey. Tratamento testemunha (T6) não obteve fixação de frutos, sendo retirado desta tabela. Fonte: Autor, 2019.

Os frutos provenientes de polinização cruzada já apresentavam maior diâmetro aos 30 DAPF e exibiram a maior dimensão também aos 45 DAPF. Tal resultado pode estar relacionado à utilização de grãos de pólen totalmente compatíveis, com provável aumento na produção de sementes viáveis e consequente maior direcionamento de fotoassimilados para o fruto.

No presente experimento, a cultivar Kieffer demonstrou total compatibilidade, tanto de sincronia fenológica durante a floração quanto gametofítica com a cultivar receptora Housui para a safra de 2019/2020.

Além da maior frutificação efetiva, houve um incremento no diâmetro dos frutos provenientes desse cruzamento. Para os próximos anos, resta acompanhar o comportamento da cultivar nas próximas floradas para a confirmação de sua compatibilidade fenológica diante das variações de frio hibernal e demais variáveis climáticas.

#### 4 CONCLUSÕES

1. A partenocarpia é eficaz em fixar frutos na cultivar Housui no estágio fenológico “1”.
2. A polinização cruzada propicia elevados índices de frutificação efetiva e também afeta positivamente o tamanho de frutos aos 30 e 45 DAPF.
3. A cultivar Kieffer apresenta compatibilidade gametofítica e, para as condições climáticas do ano, sincronismo de floração com a cultivar receptora Housui.
4. O uso de giberelina, na dosagem e época usada, não aumenta a taxa de fixação de frutos partenocárpico quando comparado à partenocarpia natural.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTILLANO F. F.; OTEIZA, E.; LAGOS L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. *In*: CANTILLANO F.F (Ed.) **Pêra**: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 13-35, 2003.

CRANE, M.B.; LEWIS, D. Genetical studies in pears. III. Incompatibility and sterility. **Journal of Genetics**, v. 43, p.31-43, 1942.

EPAGRI. **Dia de campo mostra o potencial da pera no Sul do Brasil**, Florianópolis, SC, Epagri, 2019. Disponível em: <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2019/02/07/dia-de-campo-mostra-o-potencial-da-producao-de-pera-no-sul-do-brasil/>>. Acesso em: 03/11/2019.

FAORO, I. D. **Morfologia e Fisiologia** *In*: EPAGRI. Nashi, a pêra japonesa. Florianópolis SC: Pallotti, 2001. 84p.

FAORO, I. D. Adaptation of pear cultivars in south Brazil and its relationship to floral bud abortion. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP TEMPERATE FRUIT TREES ADAPTATION IN SUBTROPICAL AREAS, 1., 2002, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2002. 13p.

FAORO, I. D. **Biologia reprodutiva da pereira japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) sob o efeito do genótipo e do ambiente**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93268/266722.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03/11/2019.

GOLDWAY, M. et al. Renumbering the S-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the S<sub>109</sub> RNase allele. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 4, p. 417-422, 2009.

GU, Q. et al. Identification of Self-Incompatibility Genotypes in Some Sand Pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai) by PCR-RFLP Analysis. **Agricultural Sciences in China**. 2009

HAWERROTH, F. J. et. al. Aumento da produção de pereira asiática pelo uso de fitorreguladores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p.1750-1754, 2011.

HAWERROTH, F. J.; PETRI J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p.21- 31, 2011.

HIRATSUKA, S.; ZHANG, S. Relationships between fruit set, pollen-tube growth, and S-RNase concentration in the self-incompatible Japanese pear. **Scientia Horticulturae**, v. 95, n. 4, p. 309-318, 2002.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**, Brasília, DF. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em 21/11/2019.

INMET. **Estações e Dados**, Brasília, DF. Instituto Nacional de Meteorologia  
Disponível em:  
<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>.  
Acesso em: 24/11/2019.

ISHIMIZU, T. et al. Identification and partial amino acid sequences of seven S-RNases associated with self-incompatibility of Japanese pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai. **The Journal of Biochemistry**, v. 120, p.326-334, 1996.

JACKSON, J. E. **Biology of horticultural crops: biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 489p.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J. Problemática da frutificação efetiva na cultura da pereira. *In*: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2, 2008, Lages. **Anais**[...] Lages, SC: CAV-UDESC, p. 45-48, 2008.

LEITE, D. L.; SOUZA, C. M. Polinização. *In*: CENTELLA-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Eds.) **Pêra: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 23-28, 2003.

LUZ, A. R. et al. Floração e polinização. *In*: RUFATO, L.; KRETZCHMAR, A. A.; BOGO, A. (Coord.). **A cultura da pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012. p. 38-53.

MUSACCHI, S. I regolatori di crescita per il controllo della vegetazione nel pero. *In*: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2., 2008, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, p. 13-16, 2008.

NYÉKI, J.; PINTER, M. G.; SZABÓ, Z. Recent data on fertilization of pear varieties. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 367, p. 87-96, 1993.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; IVANCSICS, J. Natural tendency to parthenocarpy of pear varieties in Hungary. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 367-377, 1998.

NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. The variation of seed content of fruit in pear varieties also as function off different conditions of fertilization, as open pollination, natural autogamy and allogamy. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 475, p. 237-250, 1998.

RODRIGUES, A. C. et al. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condição de inverno ameno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2006.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. r Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em:  
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>>. Acesso em: 03/11/2019.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. Auto-incompatibilidade em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1083-1090, 2002. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n6/12759.pdf>>. Acesso em: 03/11/2019.

WREGGE, M. S. **Estimativa de horas de frio para as regiões da Serra**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143042/1/CBAgro13-2003-Mapeamento-880.pdf>>. Acesso em: 28/07/2019.

**ANEXO A - Médias mensais das variáveis registradas em estação meteorológica automática do INMET/Santana do Livramento, RS.  
Santana do Livramento, 2018.**

<b>MÊS</b>	<b>VELOCIDADE DO VENTO (m s<sup>-1</sup>)</b>	<b>PRECIPITAÇÃO (mm)</b>	<b>TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C)</b>	<b>UMIDADE RELATIVA DO AR (%)</b>
Jan	2,8	194,6	23,6	16,3
fev	2,6	17,2	22,4	16,9
mar	2,5	123,2	20,8	15,2
abr	2,6	150,4	21,2	15,5
mai	2,4	239,6	15,5	13,8
jun	2,5	43,6	10,2	15,4
jul	3,1	114,6	11,1	16,6
ago	3,1	179,6	11,3	15,5
set	3,6	213,0	16,8	14,7
out	3,4	108,8	17,4	16,2
nov	3,2	217,2	21,0	16,3
dez	2,8	201,8	21,9	16,7

Fonte: adaptado de INMET, 2019.

**ANEXO B - Médias mensais das variáveis registradas em estação meteorológica automática do INMET/Santana do Livramento, RS.  
Santana do Livramento, 2019.**

<b>MÊS</b>	<b>VELOCIDADE DO VENTO (m s<sup>-1</sup>)</b>	<b>PRECIPITAÇÃO (mm)</b>	<b>TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C)</b>	<b>UMIDADE RELATIVA DO AR (%)</b>
Jan	2,94	464,80	23,36	79,72
fev	2,63	58,00	22,42	69,51
mar	2,70	60,40	20,49	71,27
abr	2,37	185,00	18,88	78,07
mai	2,52	165,00	15,95	84,72
jun	2,26	25,00	15,54	80,29
jul	2,44	178,20	11,18	78,57
ago	2,95	75,60	12,07	76,17
set	2,89	78,00	14,66	68,20
out	3,39	352,00	18,15	75,00
nov	2,90	139,20	21,06	69,77

Fonte: adaptado de INMET, 2019.



**ANEXO C - Médias mensais das variáveis registradas em estação meteorológica automática do INMET/Santana do Livramento, RS.  
Santana do Livramento, 2002-2013.**

<b>MÊS</b>	<b>VELOCIDADE DO VENTO (m s<sup>-1</sup>)</b>	<b>PRECIPITAÇÃO (mm)</b>	<b>TEMPERATURA MÉDIA</b>	<b>UMIDADE RELATIVA DO AR (%)</b>
jan	1,42	91,03	23,89	67,72
fev	1,40	138,94	22,92	72,84
mar	1,36	118,66	21,46	74,94
abr	1,37	142,65	18,06	76,87
mai	1,40	127,87	14,25	83,15
jun	1,47	108,03	12,04	85,56
jul	1,51	97,40	11,36	81,88
ago	1,58	99,14	12,58	79,59
set	1,66	147,19	14,20	79,39
out	1,60	152,66	17,56	78,36
nov	1,53	126,39	20,09	70,67
dez	1,48	129,54	22,12	68,59

Fonte: adaptado de INMET, 2019.

**ANEXO D - Somatório de horas de frio (HF) de maio a setembro de 2018/2019 e 2019/2020, calculados a partir dos dados coletados em estação meteorológica automática do INMET/Santana do Livramento, RS.  
Santana do Livramento, 2019.**

<b>MÊS</b>	<b>Σ HF ≤7,2°C</b>	
	<b>2018</b>	<b>2019</b>
mai	33	5
jun	202	31
jul	126	147
ago	137	156
set	2	72
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>	<b>411</b>

Fonte: Adaptado de INMET, 2019.