

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - IFRS
CAMPUS IBIRUBÁ**

LAÍS LUPATINI

**DIFERENTES MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO NO CULTIVO DE
MORANGUEIRO FORA DO SOLO**

IBIRUBÁ

2025

LAÍS LUPATINI

**DIFERENTES MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO NO CULTIVO DE
MORANGUEIRO FORA DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Eduardo Matos Montezano.

Coorientadora: Anna Carolina Cerato Confortin.

IBIRUBÁ

2025

LAÍS LUPATINI

**DIFERENTES MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO NO CULTIVO DE
MORANGUEIRO FORA DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Eduardo Matos Montezano.

Coorientadora: Anna Carolina Cerato Confortin.

Aprovado em 23 de junho, 2025.

Prof. Dr. Eduardo Matos Montezano – Orientador

Prof. Dra. Suzana Ferreira da Rosa

Prof. Dra. Anna Carolina Cerato Confortin

Prof. Dr. Ben-hur Costa de Campos – Coordenador do
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a minha jornada acadêmica.

A Deus pela saúde e pelo privilégio da vida.

A minha mãe e ao meu pai por me proporcionarem a realização do meu sonho de cursar Agronomia.

Ao meu namorado Gabriel pelo apoio e incentivo durante esta caminhada.

Ao meu orientador Eduardo Matos Montezano pela oportunidade, ensinamentos e valiosas contribuições.

A minha coorientadora Anna Carolina Cerato Confortin pelo suporte e colaboração.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá por proporcionar um ensino gratuito e de qualidade, bem como pelas instalações e materiais utilizados ao longo da condução do experimento.

As empresas parceiras Agrinobre®, BioAgro® e Cooperativa Coopeagri.

Aos colegas que estiveram presentes e participaram deste momento importante em minha vida.

A todos vocês, o meu muito obrigada!

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

DIFERENTES MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO NO CULTIVO DE MORANGUEIRO FORA DO SOLO

AUTORA: LAÍS LUPATINI
ORIENTADOR: EDUARDO MATOS MONTEZANO
Ibirubá/RS, 23 de junho de 2025

A polinização desempenha um papel relevante na agricultura brasileira, sendo um processo essencial para a reprodução e produção de frutos e sementes de diversas culturas, como a do morangueiro. Investir em pesquisas nesse setor auxilia os produtores a obterem resultados para o manejo da cultura do morangueiro, além de aumentar a eficiência do sistema de cultivo utilizado, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e em harmonia com o meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes mecanismos de polinização como fator de produção no cultivo de morangueiro, cultivar Albion, em sistema semi-hidropônico, em ambiente protegido. O experimento foi conduzido de junho a dezembro de 2024, na área agrícola do setor de horticultura do IFRS, Campus Ibirubá. Foram adotadas seis repetições para cada tratamento, correspondendo cada uma a um *slab* com cinco plantas amostradas. Os três tratamentos empregados foram: 1 - Os botões florais receberam sacos de TNT totalmente fechados (autopolinização); 2 - Os *slabs* foram isolados com um sombrite e dentro foi inserido um enxame de abelhas Jataí para polinizar os botões florais (polinização por abelhas); 3 - Os botões florais ficaram expostos (polinização livre). As variáveis analisadas para o morangueiro foram: o número médio de flores, o número médio de frutos, o peso médio dos frutos (g/planta^{-1}), o teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), a produção média (g.planta^{-1}), a produção por unidade de área útil da estufa (kg.m^{-2}) e o grau de deformação dos frutos (sem deformação, deformação leve e deformação grave). Os dados obtidos no decorrer da pesquisa foram avaliados através da análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com base nos resultados encontrados concluiu-se que as variáveis número médio de flores, número médio de frutos, peso médio dos frutos, produção média e produção por unidade de área útil da estufa não foram influenciadas pelos diferentes mecanismos de polinização estudados. No entanto, para a variável teor de sólidos solúveis totais dos frutos, o mecanismo da polinização por abelhas possibilitou valores superiores com

relação aos demais mecanismos utilizados. Já para a variável correspondente ao grau de deformação dos frutos verificou-se que o mecanismo da polinização por abelhas expressou o maior número de frutos sem deformação e a menor quantidade de frutos com deformações leves e graves.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa Duch. Albion. Tetragonisca angustula. Slab.*

ABSTRACT

Completion of course work
Agronomy Course
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

DIFFERENT POLLINATION MECHANISMS IN SOILESS STRAWBERRY CULTIVATION

AUTHOR: LAÍS LUPATINI
ADVISOR: EDUARDO MATOS MONTEZANO
Ibirubá/RS, 23, junho, 2025

Pollination plays an important role in Brazilian agriculture, being an essential process for the reproduction and production of fruits and seeds of several crops, such as strawberries. Investing in research in this sector helps producers to obtain results for the management of strawberry crops, in addition to increasing the efficiency of the cultivation system used, promoting more sustainable agricultural practices in harmony with the environment. In this sense, the objective of this study was to evaluate the influence of different pollination mechanisms as a production factor in the cultivation of strawberry plants, cultivar Albion, in a semi-hydroponic system, in a protected environment. The experiment was conducted from June to December 2024, in the agricultural area of the horticulture sector of IFRS, Ibirubá Campus. Six replicates were adopted for each treatment, each corresponding to a slab with five sampled plants. The three treatments used were: 1 - The flower buds received completely closed TNT bags (self-pollination); 2 - The slabs were isolated with a shade cloth and a swarm of Jataí bees was inserted inside to pollinate the flower buds (bee pollination); 3 - The flower buds were exposed (free pollination). The variables analyzed for the strawberry plant were: the average number of flowers, the average number of fruits, the average weight of the fruits (g/plant-1), the content of total soluble solids (°Brix), the average production (g.plant-1), the production per unit of useful area of the greenhouse (kg.m⁻²) and the degree of deformation of the fruits (no deformation, slight deformation and severe deformation). The data obtained during the research were evaluated through analysis of variance and Tukey's test at 5% probability. Based on the results found, it was concluded that the variables average number of flowers, average number of fruits, average weight of fruits, average production and production per unit of useful area of the greenhouse were not influenced by the different pollination mechanisms studied. However, for the variable total soluble solids content of fruits, the bee pollination mechanism allowed higher values in relation to the other mechanisms used. For the variable corresponding to the degree of fruit deformation, it was

found that the bee pollination mechanism expressed the highest number of fruits without deformation and the lowest amount of fruits with mild and severe deformations.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch. Albion. *Tetragonisca angustula*. Slab.

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1A, 1B e 1C - Preparo e plantio das mudas de morangueiro. Muda da cultivar Albion (1-A). Poda do sistema radicular (1-B). Acomodação das mudas nos <i>slabs</i> (1-C)	13
Figura 2 - Sistema de irrigação por gotejamento no cultivo semi-hidropônico de morangueiro.....	13
Figuras 3A, 3B e 3C - Manejo da fertirrigação no cultivo de morangueiro. Preparo da solução nutritiva (3-A). Temporizador analógico programado para efetuar a frequência da irrigação (3-B). Medição da CE e do pH (3-C)	15
Figura 4 - Frutos de morangueiro colhidos na coloração vermelha característica	16
Figura 5 - Tratamento da autopolinização do morangueiro	17
Figuras 6A, 6B e 6C - Estrutura para o tratamento das abelhas. Tela sombrite branca (6-A). Enxame de Jataí a 1,0 metro de altura do piso da estufa (6-B). Flores de morangueiro acessadas e polinizadas apenas pelas abelhas (6-C)	18
Figura 7 - Tratamento da polinização livre do morangueiro	19
Figuras 8A e 8B - Experimento com morangueiro. Fase inicial (8-A). Fase final (8-B)	20
Figura 9 - Pesagem dos frutos de morangueiro em uma balança de precisão digital	20
Figuras 10A, 10B e 10C - Medição do teor de açúcar em °Brix de frutos de morangueiro. Extração do suco do fruto (10-A). Suco colocado na lente do aparelho (10-B) e verificação no refratômetro (10-C).....	21
Figura 11 - Categorias adotadas pelas normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH) e Produção Integrada de Morango (PIMo), com imagens e descrição de frutos com deformação leve e com deformação grave	22
Figuras 12A, 12B e 12C - Classificação dos frutos de morango colhidos. Frutos bem formados (12-A), frutos colhidos com deformação leve (12-B) e fruto colhidos com deformação grave (12-C).....	23
Figura 13 - Porcentagem de frutos de morangueiro da cultivar Albion, com diferentes graus de deformação, resultantes dos três tratamentos: autopolinização, polinização por abelhas e polinização livre. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número médio de flores e número médio de frutos de morangueiro produzidos por planta, utilizando a cultivar Albion, no cultivo fora do solo, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025	24
Tabela 2 - Peso médio dos frutos (g.planta^{-1}) e teor de sólidos solúveis totais dos frutos ($^{\circ}\text{Brix}$) de morangueiro, utilizando a cultivar Albion, no cultivo fora do solo, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.....	26
Tabela 3 - Produção média (g.planta^{-1}) e produção por unidade de área (kg.m^{-2}) no cultivo do morangueiro fora do solo, utilizando a cultivar Albion, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 DESENVOLVIMENTO	3
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.1 A cultura do morangueiro e os sistemas de cultivo.....	3
2.1.2 Botânica e morfologia do morangueiro	4
2.1.3 Polinização do morangueiro.....	5
2.1.4 Influência da polinização por abelhas na cultura do morangueiro.....	8
2.1.5 Caracterização das variáveis produtivas do morangueiro.....	9
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.2.1 Caracterização da área experimental.....	11
2.2.2 Manejos e tratos culturais do cultivo do morangueiro.....	11
2.2.3 Descrição e condução dos mecanismos de polinização.....	16
2.2.4 Delineamento experimental e variáveis avaliadas.....	19
2.2.5 Análise estatística dos dados.....	23
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A olericultura, como um segmento relevante da agricultura, desempenha um papel essencial na diversificação das atividades agrícolas e no fortalecimento da economia rural. O morangueiro, por exemplo, possui importância econômica e social representativa para o agronegócio nacional, devido à sua crescente expansão no mercado consumidor e à sua viabilidade como uma possibilidade de geração de renda aos pequenos produtores. Dessa maneira, para suprir a demanda da população e para aumentar o retorno financeiro das propriedades, é necessário buscar estratégias que permitam maximizar a produção, através de pesquisas que forneçam informações para o aperfeiçoamento da cultura do morangueiro, aliadas à adoção de tecnologias adequadas e práticas sustentáveis de cultivo.

Uma alternativa interessante e que vem sendo cada vez mais adotada é o sistema de cultivo semi-hidropônico, no qual segundo Rampazzo *et al.*, (2016), o morangueiro é cultivado fora do solo, em substrato acondicionado em sacos plásticos, conhecidos como *slabs*. Esse sistema também caracteriza-se pela adoção da técnica da fertirrigação, a qual busca otimizar o uso de recursos como água e nutrientes, pelo fornecimento dos mesmos diretamente nas raízes das plantas. Utilizar esse sistema, em ambiente protegido, possibilita o cultivo e a colheita de frutos durante o ano todo, com melhor qualidade, devido a menor exposição a patógenos e pragas. No entanto, apesar da expansão deste sistema de cultivo, poucas pesquisas têm sido realizadas visando oferecer novos dados para o seu aprimoramento e melhorias, principalmente relacionados à polinização.

A polinização desempenha um papel relevante na agricultura brasileira, sendo um processo essencial para a reprodução e produção de frutos e sementes de diversas culturas, como a do morangueiro. As flores do morango apresentam características que favorecem a polinização cruzada (Roselino *et al.*, 2009), apesar da maioria delas serem hermafroditas e autoférteis (Malagodi-Braga, 2018), ou seja, apresentam os órgãos reprodutores masculino e feminino na mesma flor. Sendo assim, essa cultura possui a capacidade de autopolinizar-se, no entanto a polinização cruzada, realizada por insetos, especialmente as abelhas, pode contribuir significativamente para a eficiência do processo reprodutivo, promovendo o desenvolvimento de frutos bem formados, com maior padrão de qualidade comercial e características desejáveis para o consumo *in natura*.

Além disso, compreender o efeito da polinização na cultura do morangueiro pode contribuir significativamente para a conservação de polinizadores naturais, como as abelhas, que desempenham um papel crucial na estabilidade dos ecossistemas e na manutenção da diversidade genética das espécies vegetais. Portanto, estudar a polinização desta cultura pode auxiliar os produtores de morango, fornecendo subsídios técnicos que favoreçam as tomadas de decisões e ajudem a entender os mecanismos que afetam diretamente a qualidade e a produção dos frutos, incluindo fatores genéticos, ambientais e de manejo. Desse modo, também pode contribuir para aumentar a eficiência do sistema de cultivo utilizado, além de promover práticas agrícolas mais sustentáveis e em harmonia com o meio ambiente.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade da realização de novos estudos, visando gerar informações técnicas e relevantes para o manejo da cultura do morangueiro. Em vista disso, foi conduzida esta pesquisa de caráter experimental, na área agrícola do setor de horticultura do IFRS Campus Ibirubá, com o objetivo de avaliar a influência de diferentes mecanismos de polinização na cultura do morangueiro, cultivado em sistema semi-hidropônico, em ambiente protegido.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 A cultura do morangueiro e os sistemas de cultivo

Nos últimos anos, o cultivo do morangueiro tem apresentado um crescimento significativo, impulsionado pela sua importância nutricional, pela facilidade de comercialização do fruto, além de ser uma fonte de geração de renda, principalmente, para a agricultura familiar e também por incentivar a permanência dos produtores no meio rural. Na classificação de pequenos frutos, por exemplo, o morango é a espécie de maior expressão em área cultivada e em volume produzido (Cerutti; Santos, 2018). Conforme dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) *apud* Revista Hortifruti Brasil (2023), o total de hectares cultivados no mundo subiu em torno de 20%, de 2011 para 2021, enquanto que a produção de morangos em termos globais avançou o total de 44% neste mesmo período.

Atualmente no Brasil, de acordo com Fronza, Steyding e Hamann (2017) o cultivo comercial de morangueiro pode ser realizado através dos seguintes sistemas de produção: cultivo convencional, cultivo integrado e cultivo orgânico. Cada sistema, possui suas características, vantagens e desvantagens, as quais devem ser levadas em consideração pelo produtor na escolha da forma de cultivo a ser adotada. Porém, no Brasil, o sistema de produção convencional do morango é o mais utilizado, tendo em vista a sua facilidade de manejo, além de não ser necessária a certificação e também pelo fato de ser possível de utilizar todos os sistemas de cultivo empregados nesta cultura: cultivo no solo, cultivo em substratos e cultivo hidropônico (Fronza, Steyding e Hamann, 2017).

No Brasil, segundo Fronza, Steyding e Hamann (2017), o morangueiro têm sido cultivado por meio do sistema de cultivo no solo, o qual pode ou não utilizar o recurso do *mulching* plástico ou de resíduos vegetais, protegido por casas de vegetação (estufas) ou por túneis baixos, médios e altos. No entanto, é cada vez maior a migração dos produtores para os sistemas de cultivos fora do solo, devido aos seus excelentes resultados quanto à produtividade, além de otimizar o uso das áreas dispensando a rotação da cultura (Richter *et*

al. 2017), pela possibilidade de colheita na entressafra e também pelo fato de possuir menor incidência de agentes patogênicos, os quais a cultura do morango é bastante suscetível.

Conforme Calvete *et al.* (2016), os sistemas de cultivo fora do solo mais utilizados nacionalmente consistem no sistema hidropônico propriamente dito, onde as raízes entram em contato direto com a água e os nutrientes e no sistema semi-hidropônico, em que o cultivo é realizado em substrato sólido, inerte e poroso, conhecido popularmente como “*slabs*”. Uma importante vantagem destes sistemas citados, em relação ao cultivo diretamente no solo, é a facilidade na execução dos tratamentos culturais, como colheitas e manejos, uma vez que o cultivo é realizado em bancadas suspensas, em altura confortável, sem a necessidade de se curvar ou ajoelhar, o que reduz o estresse físico dos trabalhadores, melhorando sua eficiência e preservando a ergonomia de trabalho.

2.1.2 Botânica e morfologia do morangueiro

De acordo com Antunes, Carvalho e Santos (2011), o morangueiro produzido comercialmente nos dias de hoje é um híbrido natural resultante do cruzamento entre duas espécies (*Fragaria x ananassa* Duch.). É pertencente à família botânica Rosaceae, com altura que pode variar de 15 a 30 centímetros (Vignolo *et al.*, 2016), dependendo da cultivar, do ambiente de cultivo e das práticas agrícolas adotadas. Embora seja uma planta perene, ou seja, capaz de produzir frutos por vários anos, o morangueiro é normalmente cultivado como uma planta anual, renovando os plantios a cada safra para garantir uma produção consistente e de alta qualidade. Essa abordagem também permite aos agricultores ajustar as cultivares de morango conforme as condições de mercado e a demanda dos consumidores.

O sistema radicular do morangueiro é fasciculado e superficial, com cerca de 90% das raízes localizadas nos primeiros 25 cm de profundidade (Palha, 2020). Esse fato exige maiores cuidados relacionados ao manejo da irrigação. Além disso, conforme Vignolo *et al.* (2016), as raízes renovam-se continuamente durante o ciclo do morango e esse processo de reposição radicular é importante para a sobrevivência da planta, podendo ser influenciado pela disponibilidade de água, aeração, patógenos de raízes ou translocação de fotoassimilados. Já as folhas, segundo Palha (2020), são trifoliadas, de coloração verde, formato oval ou arredondado, com margem pouco ou muito serrilhada e com um elevado número de

estômatos, entre 300 a 400 por mm², o que causa uma grande perda de água através da evapotranspiração.

O caule é um rizoma estolhoso, cilíndrico e retorcido, com entrenós curtos, em cujas gemas terminais podem nascer as folhas compostas, os estolões ou as inflorescências, dependendo de sua idade fisiológica, das condições de fotoperíodo e temperatura (Vignolo *et al.*, 2016). Os estolões são estruturas propagativas utilizadas para a obtenção de mudas, pois ao entrarem em contato com o solo possuem a capacidade de enraizar-se, originando novas plantas. Já as flores do morango são hermafroditas (Malagodi-Braga, 2018), ou seja, apresentam os órgãos reprodutores masculino e feminino na mesma flor. Silva, Dias e Maro (2007), salientam que a primeira flor normalmente origina o primeiro fruto, em geral o mais desenvolvido de cada inflorescência. Os frutos do morango (pseudofrutos) são um receptáculo no qual estão aderidos os verdadeiros frutos, botanicamente chamados de aquênios, ou seja, a parte comestível do morango consiste nesta união do receptáculo e dos múltiplos aquênios (Fronza, Steyding e Hamann, 2017).

2.1.3 Polinização do morangueiro

Cerca de 76% das plantas utilizadas para a produção de alimentos no Brasil são dependentes do serviço de polinização realizado por animais como moscas, vespas, besouros, borboletas, mariposas, morcegos, pássaros e, principalmente as abelhas, as quais são responsáveis por quase 80% dos cultivos polinizados (Wolowski *et al.*, 2019). No entanto, alguns fatores têm causado o declínio e prejudicado a ação desses agentes polinizadores, como as mudanças climáticas, a poluição ambiental, o uso intensivo de agrotóxicos e a monocultura, que resultam na destruição de habitats naturais essenciais para o abrigo e alimentação dos polinizadores. Em vista disso, a preservação do serviço de polinização emerge como um elemento crucial para garantir tanto a segurança alimentar quanto a geração de renda aos agricultores, através de ganhos em quantidade e qualidade na produção agrícola brasileira.

O processo de polinização desempenha um papel fundamental para a reprodução e sobrevivência das plantas, garantindo a diversidade genética e a continuidade das espécies. Segundo Klein *et al.* (2020) a polinização consiste na transferência de grãos de pólen compatíveis e viáveis das partes masculinas (antras) de uma flor para as partes femininas

(estigmas) dessa ou de outra flor, resultando na fertilização dos óvulos. Após, decorre a etapa do desenvolvimento e da formação dos frutos. Vale salientar que o amadurecimento do pólen ocorre antes da abertura das anteras e a deiscência apenas acontece no momento em que a flor abre (Palha, 2020). E ainda, destaca-se que os grãos de pólen conservam-se viáveis durante 2 a 3 dias, e o estigma permanece receptivo ao grão durante 8 a 10 dias e a fertilização ocorre 24 a 48 horas após a polinização do morangueiro (Palha, 2020).

É importante ressaltar que para a obtenção de uma adequada e homogênea taxa de fertilização dos óvulos e consequente formação de frutos de morangos com qualidade, é necessário que o processo de polinização desta cultura ocorra em condições ambientais adequadas e propícias. Conforme Ronque (1998), os melhores resultados com a polinização são alcançados quando a umidade relativa do ar encontra-se em torno de 80% e a temperatura em aproximadamente 15°C, considerando que o intervalo de tempo entre a polinização e a maturação dos frutos pode transcorrer entre 20 e 50 dias. Para Silva, Dias e Maro (2007), uma polinização bem sucedida é percebida com o crescimento do rudimento seminal, conhecido como estabelecimento do fruto.

O cultivo do morangueiro, em ambiente protegido, proporciona uma série de vantagens, em que se destaca a proteção dessa cultura contra condições meteorológicas adversas e ataque de pragas e doenças (Antunes *et al.*, 2007). Porém, a barreira física imposta por estufas totalmente fechadas, dificulta o acesso dos polinizadores externos às flores dessa cultura. Nessa situação, o morangueiro obrigatoriamente desempenha a sua capacidade de realizar a autopolinização, ou seja, depositar os grãos de pólen dentro de uma mesma flor ou em flores distintas do mesmo indivíduo. As flores das cultivares comerciais são, em sua maioria, hermafroditas e autoférteis, no entanto apresentam variações na capacidade de autopolinizar-se, relacionadas ao grau de separação dos órgãos reprodutivos e ao tamanho da flor (Malagodi-Braga, 2018).

Segundo Malagodi-Braga (2018), as flores do morangueiro podem apresentar dois tipos de separação: a separação temporal, que se dá pelo amadurecimento dos estigmas e das anteras em tempos diferentes, e a separação espacial, a qual está relacionada à altura das anteras e do receptáculo (local onde encontram-se os estigmas) e ao movimento que as anteras podem apresentar afastando-se desse órgão. Neste caso, observa-se que durante o processo de autopolinização, os grãos de pólen podem não atingir espontaneamente a totalidade dos

pistilos, onde encontram-se os órgãos reprodutivos femininos. Sendo assim, conforme citado por Zawadneak, Schuber e Mógor (2014) a fertilização de apenas parte dos óvulos de uma flor limitará o número de aquênios no receptáculo, resultando em morangos com diferentes padrões de deformação.

Para Malagodi-Braga (2010), no morangueiro, o tamanho da flor irá depender da sua posição na inflorescência: as primeiras flores (primárias) do ramo floral são maiores que as outras e apresentam um grande número de pistilos (de 450 a 800), com potencial para originar os frutos de maior porte e peso. É importante destacar que essa variação no tamanho das flores de uma mesma inflorescência pode ser mais ou menos acentuada, dependendo da cultivar. Portanto, como o número de pistilos está diretamente relacionado ao tamanho do receptáculo floral e o desenvolvimento adequado do fruto depende da polinização dos pistilos, verifica-se que quanto maior a flor, maior será a dependência da polinização por abelhas (Malagodi-Braga, 2018) ou qualquer outro agente polinizador biótico. Ou seja, neste caso, é necessário que ocorra uma polinização complementar externa, além da autopolinização, para que o pólen seja distribuído por todo o receptáculo, onde estão localizados os estigmas da flor.

Na cultura do morango, a ação da gravidade, da água e do vento permitem a autopolinização, porém apenas os insetos são capazes de realizar a polinização cruzada, através da dispersão dos grãos de pólen entre flores de plantas diferentes. Os insetos são considerados os principais polinizadores da flora do planeta (Freitas; Silva, 2015). Trabalhos recentes apontam para ganhos econômicos significativos, como resultado da polinização cruzada, em cerca de 75% das culturas agrícolas alimentares, mesmo para aquelas espécies de plantas que não dependem obrigatoriamente desse serviço (Freitas; Nunes-Silva, 2012). Na polinização entomófila realizada no morangueiro, os principais grupos de visitantes, segundo Palha (2020), são os himenópteros (*Apis mellifera* e várias abelhas melíponas), dípteros (sirfídeos e outros) e coleópteros.

De acordo com Novais *et al.* (2016), as culturas podem ser classificadas de acordo com sua dependência de polinização cruzada e podem ser dependentes, moderadamente dependentes, pouco dependentes e não dependentes. Em estudos realizados no Brasil, por Giannini *et al.* (2015), avaliou-se a dependência de 141 culturas, entre elas, a do morangueiro, o qual foi considerado moderadamente dependente da polinização cruzada. Portanto, no cultivo do morango, em ambiente protegido, a exemplo de estufas plásticas com aberturas nas

janelas laterais, poderá haver um efeito benéfico da polinização, realizada através das visitas de diferentes espécies de insetos, como as abelhas, que são consideradas o principal e mais importante agente polinizador biótico.

No morangueiro, pode ocorrer uma polinização deficiente, se parte dos pistilos não forem fecundados, dando origem a frutos deformados (Bucci *et al.*, 2010, *apud* Gonçalves *et al.*, 2016, p. 56). A principal causa, segundo Ronque (1998), está relacionada a ausência ou insuficiência de agentes polinizadores. No entanto, conforme Palha (2020), outras possíveis razões podem ocasionar essa deformação de frutos como: danos provocados por oídio, botrytis, tripses, afídeos e *Cicadella viridis*, além de temperaturas baixas (< 12°C) ou altas (>30°C), quebra de dormência insuficiente, deficiência em boro e a esterilidade feminina muitas vezes de causa acidental (efeito da geada, excesso de salinidade) observada na flor através do enegrecimento do receptáculo ou abortamento dos carpelos. Por isso, o controle desses fatores é imprescindível para a garantia de frutos de qualidade e viáveis para a comercialização.

2.1.4 Influência da polinização por abelhas na cultura do morangueiro

As abelhas são os principais agentes polinizadores bióticos do morangueiro devido ao seu comportamento na flor, frequência e constância de visitas, que resultam em uma distribuição ampla e uniforme do pólen, produzindo frutos mais pesados e bem formados (Malagodi-Braga, 2018). Por isso, a presença das abelhas nos locais de cultivo de morangueiro é fundamental para aumentar as chances de polinização de todos os pistilos das flores, o que impulsiona uma maior taxa de fecundação dos óvulos e, conseqüentemente, promove uma colheita satisfatória, com frutos de morangos de maior qualidade comercial.

No Brasil, inúmeras abelhas nativas são responsáveis pela ação de polinização em campos de produção comercial do morangueiro. Conforme Malagodi-Braga (2018), além da abelha “africanizada” (*Apis mellifera*) é comum encontrar a pequena abelha metálica do gênero *Dialictus* e diversas espécies de abelhas sem ferrão como: irapuá, jataí-da-terra, jataí, mirim e mombuca. Também conhecidas como meliponíneos, as abelhas sem ferrão possuem grande potencial para a polinização comercial por constituírem colônias perenes, além de serem de fácil criação e manejo e por não oferecerem risco à saúde dos humanos devido à ausência de um ferrão funcional (Slaa *et al.*, 2006).

Quando o morangueiro é cultivado em estufas, em algumas regiões, há a necessidade da implementação de agentes polinizadores na área de cultivo (Witter *et al.*, 2007). Ou seja, no cultivo de morangos em estufas completamente fechadas ou em locais onde a presença de abelhas não é expressiva, recomenda-se introduzir colmeias, buscando potencializar a produção. Essa prática, de acordo com Pires e Passos (1999), contribui para a produção de morangos bem formados. Caso as colmeias não forem colocadas, o rendimento poderá ser reduzido de 10% a 15% e, em condições climáticas adversas, esses valores podem duplicar (Medina, 2008, *apud* Picolotto *et al.*, 2016, p. 216).

Segundo Fronza, Steyding e Hamann (2017), alguns produtores da Serra Gaúcha e da Depressão Central do estado do RS, têm utilizado as abelhas sem ferrão, em particular a espécie *Tetragonisca angustula*, popularmente chamada de abelha jataí. Eles adquirem colmeias e introduzem as mesmas nas estufas de cultivo de morangos, visando beneficiar a produção, obter frutos bem formados e com maior valor de comercialização. Quando o produtor optar por utilizar esta técnica deverá ter alguns cuidados para potencializar a ação das abelhas, como utilizar quebra-ventos em torno da área e posicionar a colmeia direcionada ao quadrante do sol nascente (Fronza, Steyding e Hamann, 2017).

2.1.5 Caracterização das variáveis produtivas do morangueiro

De acordo com Cavinatto (2022), a cultura do morangueiro é altamente responsiva a fatores ambientais, como a temperatura e o fotoperíodo para o desenvolvimento do ciclo de produção, pois a temperatura é um agente regulador da floração e o fotoperíodo se refere ao tempo de exposição da planta à luz solar. No entanto, é importante destacar que as cultivares comerciais de morangueiro também podem apresentar respostas distintas, devido ao potencial genético de cada uma delas e pela sua resposta ao fenótipo (interação genótipo + ambiente).

Para a comercialização de morango como fruto *in natura*, os padrões de qualidade como tamanho e massa são decisivos para compra pelo consumidor e agregam valor ao produto (Rosa, Lima e Santos, 2020). Além disso outro fator que interfere nesses parâmetros de qualidade dos frutos é a dependência de diversos aspectos de manejo, como sistema de cultivo, condições edafoclimáticas, adubação, espaçamento, grau de maturação entre outros, que interferem na manutenção das características de cada cultivar (Paulus, Santin e Becker 2024). Nesse sentido, verifica-se que a interferência dos fatores ambientais, práticas de

manejo e a escolha das cultivares influenciam diretamente nas variáveis produtivas do morangueiro.

Em um experimento agrícola, as variáveis produtivas são os fatores avaliados em uma cultura, a qual foi submetida a diferentes tratamentos, visando medir e comparar o efeito dos mesmos nas plantas. No morangueiro, algumas variáveis produtivas possíveis de serem determinadas são o número médio de flores e de frutos, o peso médio dos frutos, o teor de sólidos solúveis totais dos frutos, a produção média, a produção por unidade de área útil da estufa e o grau de deformação dos frutos. Determinar a produção média e a produção por unidade de área útil da estufa é fundamental para avaliar a eficiência do sistema de cultivo e a viabilidade econômica da produção.

A caracterização e compreensão das variáveis produtivas do morangueiro é de extrema importância pois muitas delas são parâmetros utilizados como indicativos de qualidade, padrão de comercialização e maturação dos frutos. Segundo as normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH) e Produção Integrada de Morango (PIMo) (2009) os frutos que apresentarem deformações leves não impedem o consumo do produto, mas depreciam o seu valor, já os frutos com deformação grave inviabilizam o consumo e depreciam muito a aparência e o valor do produto. Além dos frutos bem formados, se os mesmos apresentarem maior peso, também terão maior valorização comercial, sendo também uma característica importante a ser estudada.

O teor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix, é outro parâmetro usado como indicador da qualidade dos frutos, o qual é determinado por meio de refratômetro. Segundo Calvete *et al.* (2016), os açúcares solúveis presentes nos frutos, na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, por meio do balanço com ácidos, pela cor atrativa e pela textura. Os principais açúcares presentes nos frutos são a glicose, a sacarose e a frutose (Chitarra; Chitarra, 2005). De acordo com Girardi, Sanhueza e Bender (2002), à medida que a maturação do fruto avança, aumentam os teores de açúcares em virtude da transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose). Portanto, verifica-se que o conhecimento sobre as variáveis produtivas do morangueiro pode auxiliar os produtores nas tomadas de decisões e nas práticas de manejo, contribuindo para a sustentabilidade e a rentabilidade da atividade.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na área didática e experimental do setor de horticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, sendo conduzido no período de junho a dezembro de 2024. O local citado está situado na região fisiográfica do Planalto Médio do estado, apresentando coordenadas geográficas de 28°39'16'' S e 53°06'46'' W, além de estar a 457,0 metros acima do nível do mar (Google Earth Website, 2024). Segundo a classificação climática de Köppen (1931), o clima é do tipo Cfa (subtropical úmido).

O sistema utilizado foi de cultivo semi-hidropônico, conduzido em ambiente protegido, dentro de uma estufa agrícola com cobertura plástica. A estufa agrícola usada para o experimento, pertence ao IFRS Campus Ibirubá e dispõe de uma estrutura metálica, de modelo arco, com janelas laterais para ventilação, além de possuir acesso a água e a energia elétrica. A mesma apresenta dimensões aproximadas de 30,0 metros de comprimento por 10,0 metros de largura e 3,0 metros de altura, além de ser coberta com filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade.

O sistema de cultivo fora do solo foi executado sobre bancadas de madeira, numa linha dupla de cultivo, onde foram utilizados 18 *slabs* no total, sendo posicionados 9 *slabs* em cada bancada. A cultivar de morangueiro empregada foi a Albion, a qual é uma cultivar de dias neutros. Vale salientar que os *slabs*, as mudas de morangueiro e os fertilizantes foram fornecidos pelas empresas parceiras Agrinobre®, BioAgro® e Cooperativa Coopeagri, respectivamente.

2.1.2 Manejos e tratos culturais do cultivo do morangueiro

Neste experimento, optou-se por utilizar mudas de morangueiro da cultivar Albion (Figura 1-A), a qual é bastante empregada pelos produtores da região e principalmente por se tratar de uma cultivar de dias neutros, ou seja, possui a capacidade de produzir frutos de qualidade durante o ano todo, permitindo a obtenção de maior retorno econômico aos

produtores de morangos. O florescimento das cultivares de dias neutros é relativamente insensível ao comprimento do dia em regimes de temperatura dia/noite de 21/16°C, mas a variação na temperatura pode modificar grandemente esse efeito, o que aumenta o período de produção de frutos, no chamado período de entressafra (Manakasem; Goodwin, 2001 *apud* Otto, *et al.* 2009, p. 218).

A cultivar Albion é amplamente adaptada às mais diversas condições de cultivo no país e tem demonstrado bom rendimento em sistema protegido e de cultivo fora do solo, apresentando características como formato do fruto cônico longo, moderados níveis de acidez, arquitetura de planta aberta e com baixo vigor (Antunes; Junior, 2019). A cultivar Albion também possui sabor mais agradável do que outras cultivares de dias neutros (Antunes, Carvalho e Santos, 2011), sendo indicada para o consumo *in natura* (Antunes; Junior, 2019).

Primeiramente, foi realizada a limpeza, o preparo e a seleção dos melhores *slabs*, os quais consistem em sacos plásticos preenchidos com substrato comercial e que possuem 90,0 cm de comprimento por 15,0 cm de largura. Estes, foram acomodados horizontalmente, um ao lado do outro, sobre uma bancada construída com ripas de madeira, com 1,0 metro de altura e desnível de cerca de 2 a 3%. Visando auxiliar na sustentação e posicionamento uniforme dos *slabs*, foram utilizados arames galvanizados na base dos *slabs*, fixados transversalmente na estrutura de madeira.

Outra tarefa realizada na fase inicial de implantação do experimento foi a limpeza da caixa d'água utilizada para a fertirrigação e a substituição por novas mangueiras de gotejamento. Após esta etapa, foi realizado o preparo das mudas de morangueiro e o respectivo plantio das mesmas nos *slabs*.

No momento do plantio das mudas, foi efetuada a poda do sistema radicular do morangueiro (Figura 1-B), mantendo as raízes com aproximadamente 10,0 cm de comprimento, bem como, observou-se o cuidado para não amassar as mesmas no momento de enterrá-las. O espaçamento de plantio utilizado foi de 15,0 cm entre plantas, através de cortes na parte superior dos *slabs*, a fim de acomodar as mudas (Figura 1-C) de acordo com a densidade de plantas recomendada (cinco plantas por *slab*).

Figuras 1A, 1B e 1C: Preparo e plantio das mudas de morangueiro. Muda da cultivar Albion (1-A). Poda do sistema radicular (1-B). Acomodação das mudas nos *slabs* (1-C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento (Figura 2), o qual caracteriza-se pela aplicação de água em pequena quantidade e com alta frequência nas raízes do morangueiro. Este era totalmente automatizado por meio de mangueiras plásticas de gotejamento, instaladas internamente e horizontalmente ao longo dos *slabs*, com espaçamento de 20 cm entre gotejadores, permitindo o fornecimento uniforme de água e fertilizantes.

Figura 2: Sistema de irrigação por gotejamento no cultivo semi-hidropônico de morangueiro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

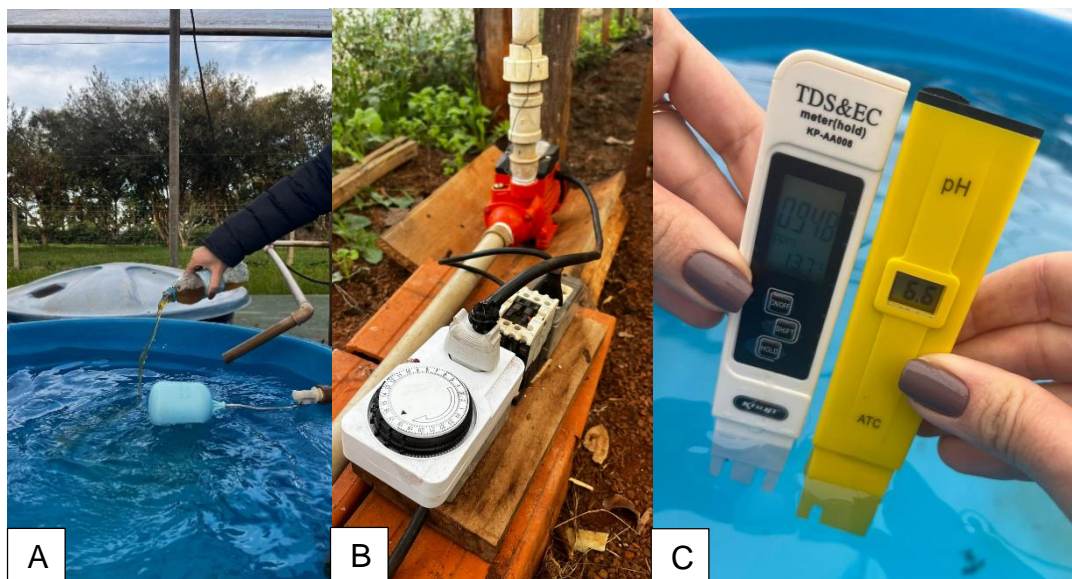
A adubação do sistema de cultivo semi-hidropônico, conforme ilustrado na Figura 3-A, foi por solução nutritiva (água + nutrientes) via fertirrigação. Vale ressaltar que o manejo da fertirrigação foi realizado em conjunto com outras duas colegas, alunas do IFRS – Campus Ibirubá, as quais também realizaram experimentos com a cultura do morangueiro. Além disso, destaca-se que nos finais de semana e feriados não era realizada a aplicação de fertilizantes, ou seja, as mudas eram apenas irrigadas com água.

Para a execução da irrigação e fertirrigação das mudas de morangueiro foi utilizada uma caixa d'água de fibra de vidro com capacidade para 500 litros para o armazenamento e preparo manual da solução nutritiva, um conjunto motobomba com motor de 0,5 HP, um temporizador analógico programado para efetuar a frequência de irrigação (Figura 3-B) e canos de PVC 20 mm para a condução da água e da solução nutritiva até as mangueiras de gotejamento. Todos estes equipamentos ficaram instalados dentro da estufa e no entorno das bancadas com os *slabs*, facilitando as vistorias, regulagens e manutenções. A irrigação e a fertirrigação ocorreram, em média, oito vezes ao dia, iniciando às 8 horas da manhã e finalizando às 16 horas da tarde, durante 15 minutos para cada intervalo de irrigação.

Durante a realização da irrigação e fertirrigação a caixa d'água permaneceu sempre cheia, com o controle da boia de entrada de água. Dessa maneira, não foi necessário reabastecer o reservatório, mantendo sempre os níveis de água adequados, sem comprometer o funcionamento do conjunto motobomba. Vale ressaltar que foram efetuados pequenos cortes na parte inferior dos *slabs* para que ocorresse a drenagem do excesso da solução nutritiva fertirrigada, justificando o conceito de sistema aberto.

É importante destacar que diariamente, conforme apresentado na Figura 3-C, foi realizado o monitoramento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, através de um aparelho portátil denominado de condutivímetro, permitindo realizar a medição da concentração total de sais e nutrientes dissolvidos, na forma de íons, na solução nutritiva, a qual foi mantida em torno de $1,8 \text{ mS.cm}^{-1}$. Outro parâmetro monitorado foi o pH (potencial hidrogeniônico) da solução nutritiva, o qual foi mantido na faixa de 5,5 a 6,5. A medição do pH foi realizada através do uso de um pHômetro portátil.

Figuras 3A, 3B e 3C: Manejo da fertirrigação no cultivo de morangueiro. Preparo da solução nutritiva (3-A). Temporizador analógico programado para efetuar a frequência da irrigação (3-B). Medição da CE e do pH (3-C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para a adubação via fertirrigação foram utilizados os fertilizantes da marca Samo Fertilizantes® e os produtos empregados foram os fertilizantes minerais mistos fluídos para fertirrigação/hidroponia da marca comercial Ferti Base® e Ferti Morango®, ambos com uma dosagem de 100 ml para cada 100 litros de água. No início do florescimento da cultura do morangueiro utilizou-se o fertilizante Blum P® (25g para 500 litros de água), o qual foi aplicado em intervalos quinzenais, alternado com o fertilizante Farben K®, o qual foi usado na mesma dosagem e forma de aplicação que o fertilizante Blum P®.

O manejo fitossanitário de controle de pragas e doenças no cultivo do morangueiro foi efetuado quando necessário conforme as recomendações técnicas da cultura, buscando-se fazer o uso de alternativas de baixo impacto ambiental como, por exemplo, o uso da água de vidro (preparado à base de cinzas de madeira + cal), a qual busca deixar as plantas mais resistentes, além de ajudar a repelir pragas. No total, foram efetuadas 6 aplicações de água de vidro. Também foram realizadas 10 aplicações do fungicida Amistar Top da Syngenta® (2,0 ml para 1 litro de água) visando controlar manchas de *Mycosphaerella*. Além disso, foi realizada uma única aplicação de inseticida, visando controlar pulgões, onde foi utilizado o produto Actara (10 g para 100 L de água). Vale destacar que foi verificada a presença da

doença flor preta, causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum*, porém não existem fungicidas registrados para o controle do mesmo no morangueiro.

Semanalmente foram realizadas podas fitossanitárias com o objetivo de eliminar folhas secas, doentes ou em processo de senescência, como forma de reduzir inóculos de patógenos e estimular a brotação de folhas novas e saudáveis. Esse manejo também permitiu maior incidência de radiação solar nos frutos, além de melhorar a circulação de ar no interior das plantas e entre elas. Além disso, semanalmente, também foi realizado o manejo de retirada dos estolões, os quais são considerados fontes de dreno para as plantas.

Foram realizadas 23 colheitas durante o decorrer do experimento, as quais iniciaram-se em setembro e finalizaram no mês de dezembro. Em média, a colheita dos frutos ocorreu duas vezes por semana, quando os mesmos atingiram aproximadamente 75% da coloração vermelha característica e desejada, conforme representado na Figura 4.

Figura 4: Frutos de morangueiro colhidos na coloração vermelha característica.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.1.3 Descrição e condução dos mecanismos de polinização

Neste experimento, os tratamentos utilizados referiram-se a diferentes mecanismos de polinização no cultivo do morangueiro. No total, foram empregados três tratamentos, sendo

eles: autopolinização, polinização por abelhas e polinização livre. Vale salientar que nos dois últimos tratamentos citados as plantas também poderiam autopolinizar-se naturalmente.

Para o tratamento que envolveu o mecanismo da autopolinização do morangueiro (Figura 5), foi necessário conduzir de uma forma diferente, ou seja, as repetições (*slabs*) que receberam este tratamento tiveram suas flores isoladas por pequenos sacos de TNT, semelhantes aos sacos utilizados para proteger frutos do ataque de pragas em pomares de frutíferas. O objetivo era proteger os botões florais da polinização efetuada por qualquer agente polinizador externo, para que assim, pudesse ser avaliada apenas a capacidade de autopolinização do morangueiro.

Figura 5: Tratamento da autopolinização do morangueiro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para o manejo e condução do tratamento referente a polinização por abelhas foi necessário ter alguns cuidados especiais, tendo em vista que o mesmo envolveu o uso de enxames de abelhas da espécie *Tetragonisca angustula*, popularmente chamada de abelha Jataí. É importante destacar que esta espécie não possui ferrão funcional, ou seja, não causa nenhum risco aos seres humanos.

Para este tratamento, foi montada uma estrutura toda fechada com tela sombrite de cor branca (Figura 6-A) em torno das linhas de cultivo e dos *slabs* que receberam esse tratamento.

A tela sombrite de cor branca foi escolhida por possuir menor interferência na absorção solar pelas plantas e por controlar a circulação de ar, tendo em vista que o vento influencia na atividade do enxame de abelhas. Dentro dessa estrutura, foi colocado um enxame de abelhas Jataí, a 1,0 metro de altura do piso da estufa (Figura 6-B). É importante frisar que a colmeia foi colocada direcionada ao quadrante do sol nascente e também foi necessário fornecer água e alimentação artificial para as abelhas.

A transferência do enxame, do apiário até a estufa de morangos, ocorreu no dia 30/07/2024 quando iniciou a floração da cultura. No entanto, neste período, as condições climáticas ainda eram de baixas temperaturas o que causou a diminuição da atividade das abelhas. Por isso, visando auxiliar na polinização da cultura, no dia 05/08/24, foi acrescentado mais um enxame a este tratamento. O mesmo foi retirado no dia 12/09/24 quando a temperatura voltou a aumentar e os enxames começaram a competir pelo ambiente. E assim, até o final do experimento, foi mantido apenas um enxame de abelhas Jataí.

Com esse tratamento, o objetivo era que a polinização fosse efetuada apenas por esses meliponíneos e nenhum outro agente polinizador tivesse acesso e interferência nos *slabs* deste tratamento (Figura 6-C). Além disso, vale salientar que as colheitas dos frutos de morangueiro foram realizadas sempre ao final da tarde pois era o momento de menor atividade das abelhas.

Figuras 6A, 6B e 6C: Estrutura para o tratamento das abelhas. Tela sombrite branca (6-A). Enxame de Jataí a 1,0 metro de altura do piso da estufa (6-B). Flores de morangueiro acessadas e polinizadas apenas pelas abelhas (6-C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Já o tratamento que envolveu o mecanismo da polinização livre do morangueiro (Figura 7), teve suas repetições (*slabs*) conduzidas normalmente. Vale ressaltar que as plantas deste tratamento estavam sujeitas à polinização de agentes polinizadores abióticos, como, por exemplo, o vento e a água e aos agentes polinizadores bióticos como os insetos e as aves.

Figura 7: Tratamento da polinização livre do morangueiro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.1.4 Delineamento experimental e variáveis avaliadas

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado e unifatorial (avaliação de diferentes mecanismos de polinização), onde contou com três tratamentos (autopolinização, polinização por abelhas e polinização livre). No total, tiveram seis repetições de cada tratamento, dos quais cada um correspondeu a um *slab*, com cinco plantas amostradas. A seguir, é possível observar a condução do experimento, com seus referentes tratamentos e repetições, na fase inicial (Figura 8-A) e na fase final desta pesquisa (Figura 8-B).

Figuras 8A e 8B: Experimento com morangueiro. Fase inicial (8-A). Fase final (8-B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Uma das variáveis avaliadas foi o peso médio dos frutos de morangueiro expresso em gramas, utilizando uma balança de precisão digital (Figura 9). Também foram colhidos todos os frutos de cada planta amostrada e contabilizado o número total de frutos por planta e a partir desses dados foi determinada a produção média por planta (g.planta^{-1}) e a produção por unidade de área útil da estufa (kg.m^{-2}).

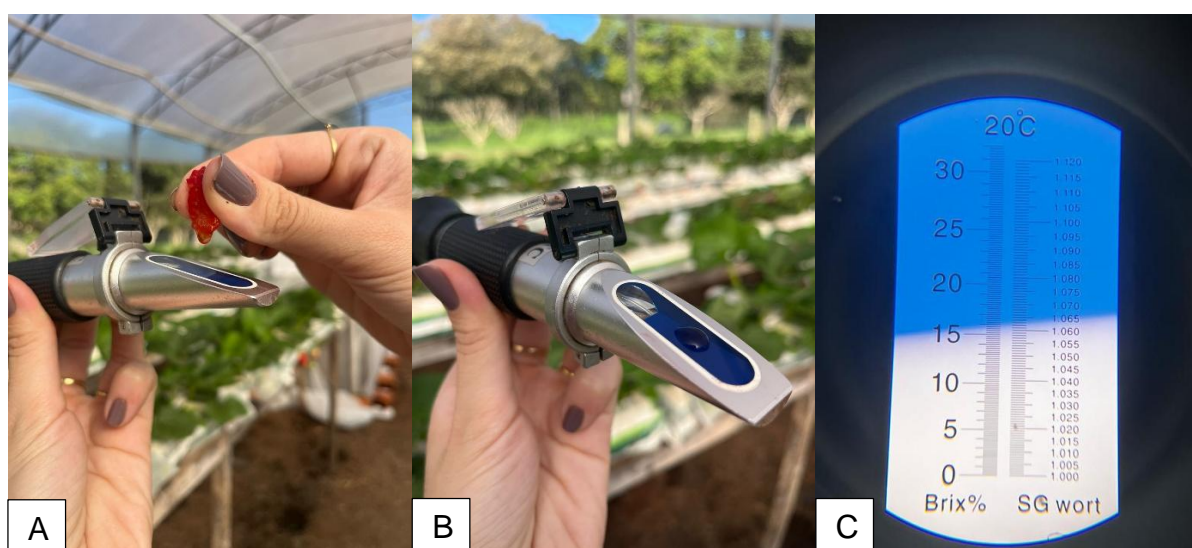
Figura 9: Pesagem dos frutos de morangueiro em uma balança digital.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Outra variável avaliada foi o teor de sólidos solúveis totais dos frutos expresso em °Brix (foram amostrados, em média, dois frutos de cada planta por colheita). Para essa determinação foi utilizado um aparelho chamado refratômetro portátil, no qual o fruto foi colhido e após isso, se extraía um pouco do suco do fruto (Figura 10-A), espremendo-o em uma lente presente no aparelho (Figura 10-B) que após isso, possibilitava visualizar o teor de sólidos solúveis (açúcares) presentes nos frutos (Figura 10-C).

Figuras 10A, 10B e 10C: Medição do teor de açúcar em °Brix de frutos de morangueiro. Extração do suco do fruto (10-A). Suco colocado na lente do aparelho (10-B) e verificação no refratômetro (10-C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Outras duas variáveis avaliadas foram o número médio de flores e o número médio de frutos produzidos por planta. Foram contabilizadas todas as flores emitidas e posteriormente todos os frutos produzidos e colhidos, para no final do experimento, com os dados de todas as colheitas, ser possível somar e determinar o número médio de flores e o número médio de frutos por planta.

Além disso, foi realizada a classificação visual dos frutos quanto ao seu grau de deformação, em categorias representadas na Figura 11, as quais foram adotadas pelas normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH) e Produção Integrada de Morango (PIMo) (2009), onde os frutos foram colhidos e classificados em bem formados (Figura 12-A), com deformação leve (Figura 12-B) e com deformação grave (Figura 12-C). Também foi levada em consideração a avaliação da deformação dos frutos de morangueiro

realizada por Malagodi-Braga (2018). Com os dados de todas as colheitas efetuadas no experimento foi possível verificar a porcentagem de frutos com diferentes graus de deformação para cada tratamento realizado.

Figura 11: Categorias adotadas pelas normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH) e Produção Integrada de Morango (PIMo), com imagens e descrição de frutos com deformação leve e com deformação grave.

Grupo
Organização das cultivares

O agrupamento dos cultivares de morango é uma tarefa complexa. Os frutos dos cultivares de morango podem ser diferenciados por tamanho, tipo de inserção do cálice, flexibilidade do pedicelo, coloração externa, coloração e firmeza da polpa, densidade e posição do aquênio, doçura e acidez.

Classe
Garantia de homogeneidade de tamanho

A classe agrupa frutos de tamanhos semelhantes. O tamanho é definido pelo maior diâmetro equatorial do fruto.

Classe	Diâmetro (mm)
15	de 15 até 35
35	Maior que 35

A diferença do maior fruto poderá ser no máximo, 50% superior ao diâmetro do menor fruto na mesma embalagem. Multiplique o diâmetro do menor fruto por 1,5 para ter o diâmetro permitido para o maior fruto.

Categoria
Garantia de padrão mínimo de qualidade

Qualidade é a ausência de defeitos. As categorias caracterizam a qualidade de um lote de morango e diferem na tolerância aos defeitos graves e leves. O produtor deve eliminar os produtos com defeitos graves, antes do seu embalamento.

Limite de frutos com defeitos graves e leves por categoria, em porcentagem de frutos com defeito

Defeitos graves	Categoria		
	Extra	I	II
Podridão	0	1	5
Outros Defeitos graves	0	3	5
Total de Defeitos Graves	0	3	10
Total de defeitos Leves	5	10	100
Total de Defeitos	5	13	110

O morango Categoria Extra deverá apresentar mais de 75% da sua superfície colorida.

Defeitos Graves
Muito prejudiciais ao produto

Os defeitos graves, ilustrados a seguir, inviabilizam o consumo e depreciam muito a aparência e o valor do produto.



Defeitos Leves
Pouco prejudiciais ao produto

Os defeitos leves, ilustrados a seguir, não impedem o consumo do produto, mas depreciam o seu valor.

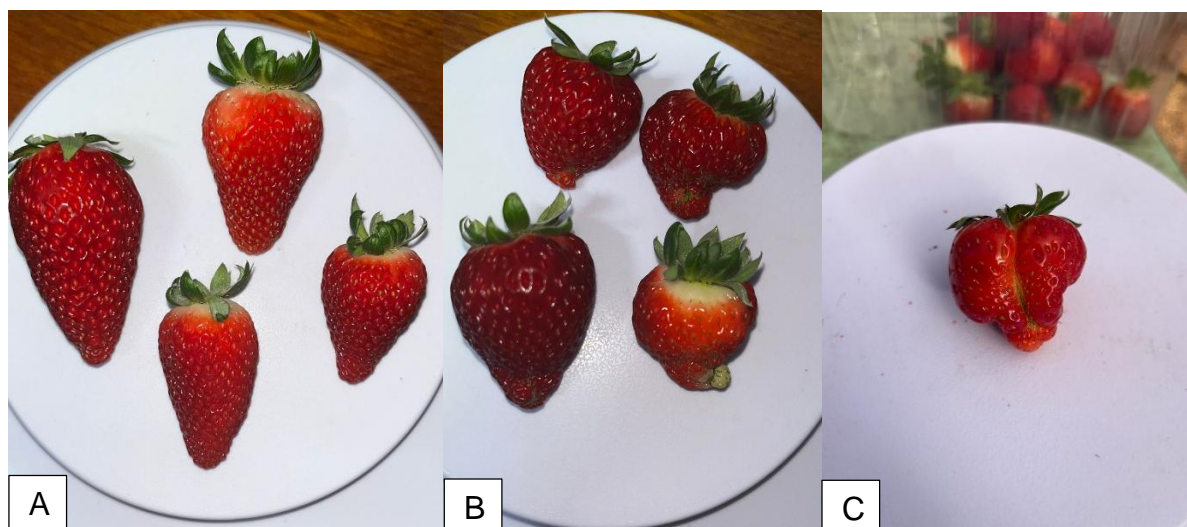


Glossário
Vocabulário

- Ausência de cálice ou sépalas:** Desprovido de cálice ou sépalas.
- Coloração não característica ou albinismo:** Coloração atípica do fruto.
- Dano mecânico:** Alteração da polpa sem ruptura da epiderme e com deformação, visível externamente.
- Dano superficial cicatrizado:** Lesão cicatrizada sem exposição da parte interna do fruto.
- Deformação grave:** Alteração acentuada do formato característico do produto, conhecido pela denominação de borboleta ou cara de gato, podendo apresentar lóculo aberto.
- Deformação leve:** Pequeno desvio do formato característico do ápice do fruto.
- Imaturo:** Fruto colhido antes de atingir o estágio ideal de maturação, caracterizado por apresentar mais de 50% de superfície verde clara ou branca e ou que apresente o conteúdo de sólidos solúveis menor que 7° Brix.
- Lesão profunda:** Ferimento por dano mecânico ou praga com exposição da polpa do fruto.
- Oco:** Espaço interno vazio no fruto.
- Passado:** Estádio avançado de maturação ou senescência, que apresenta textura mole e odor peculiar.
- Presença de materiais estranhos:** Ocorrência de materiais estranhos ao fruto.
- Podridão:** Dano patológico que apresenta qualquer grau de decomposição ou desintegração.

Fonte: PBMH e PIMo (2009).

Figuras 12A, 12B e 12C: Classificação dos frutos de morango colhidos. Frutos bem formados (12-A), frutos colhidos com deformação leve (12-B) e fruto colhido com deformação grave (12-C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.1.4 Análise estatística dos dados

A partir dos dados coletados, das plantas amostradas, durante as colheitas realizadas obteve-se as médias das variáveis a serem avaliadas e essas foram comparadas utilizando-se a análise de variância e o teste de Tukey a um nível de significância de 5%, por meio do programa computacional SISVAR.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode-se observar que, para a variável número médio de flores de morangueiro produzidas por planta, não ocorreu diferença significativa entre o tratamento autopolinização, polinização por abelhas e polinização livre. Considerando-se a variável número médio de frutos de morangueiro produzidos por planta, também não verificou-se diferença significativa entre os tratamentos analisados.

Tabela 1: Número médio de flores e número médio de frutos de morangueiro produzidos por planta, utilizando a cultivar Albion, no cultivo fora do solo, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.

Mecanismos de polinização	Número médio de flores	Número médio de frutos
Autopolinização	16,98 a	16,31 a
Polinização por abelhas	12,66 a	12,41 a
Polinização livre	11,66 a	11,56 a
Média Geral	13,77	13,43
CV (%)	29,82	29,74

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando as duas variáveis representadas na Tabela 1, observa-se que, para os três tratamentos, o número médio de flores apresentou resultados superiores aos valores de número médio de frutos de morangueiro. Essa diferença está relacionada a quantidade de flores que foram emitidas e contabilizadas, no entanto, nem todas elas foram polinizadas, ou seja, não foram capazes de formar frutos, o que resultou em uma média inferior para a variável número médio de frutos. De acordo com Roselino *et al.* (2009), apesar das flores do morangueiro serem hermafroditas e autoférteis, necessitam dos insetos para promover a polinização cruzada. Por isso, verificou-se que para o mecanismo da autopolinização, a diferença entre o número de flores e o número de frutos foi maior que os outros mecanismos de polinização avaliados, ou seja, para os mecanismos da polinização por abelhas e da polinização livre, as médias obtidas apresentaram diferenças menores entre o número médio de flores e o número médio de frutos, apontando uma maior taxa de polinização bem sucedida.

As respostas do morangueiro nas diferentes regiões onde é cultivado dependem de sua interação com o ambiente (Delazeri, 2020). Nesse sentido, segundo Santin (2017), o número de flores é variável de acordo com a cultivar e com as condições climáticas. Em vista disso, não foram encontrados estudos específicos sobre o morangueiro que descrevessem o número médio de flores, uma vez que essa variável pode ser influenciada por uma série de fatores

como a região e a época de cultivo, condições ambientais, além da cultivar empregada. Assim sendo, torna-se difícil a padronização ou a definição de um valor médio universal para essa variável, em razão da mesma ser influenciada pela interação genótipo + ambiente.

No experimento realizado por Bertani (2023), durante maio à dezembro de 2022, com o objetivo de avaliar diferentes genótipos de morangueiro em sistema de cultivo semi-hidropônico, o resultado encontrado para a variável número médio de frutos, para a cultivar Albion, foi de 35,75 frutos por planta. Já Santos (2023), conduziu de setembro de 2022 à fevereiro de 2023 um estudo que tratava do cultivo de morangueiro com diferentes cultivares de dias neutros e obteve para a cultivar Albion o número médio de 28,74 frutos por planta. E ainda, no trabalho efetuado por Souza (2023), de setembro de 2022 à fevereiro de 2023, o qual consistia no cultivo de diferentes genótipos de morangueiro em sistema semi-hidropônico, foi obtido o número médio de 25,20 frutos por planta para a cultivar Albion. Estes três trabalhos citados foram conduzidos no IFRS Campus Ibirubá, assim como este experimento em questão. No entanto, o período de colheita dos experimentos comparados foi superior ao do experimento em pauta, o que pode justificar o resultado do mesmo ter sido inferior para a variável número médio de frutos por planta.

Além disso, em um ensaio efetuado por Carvalho (2013), na Embrapa Clima Temperado de Pelotas – RS, durante as safras de 2011/2012 e 2012/2013, foram obtidos, respectivamente, os valores médios de 24,73 e 15,84 frutos por planta para a cultivar Albion. Já em outro trabalho realizado por Carvalho *et al.* (2011), durante maio a dezembro de 2010, o resultado encontrado para a variável número médio de frutos, para a cultivar Albion, foi de 16,3 frutos por planta. Percebe-se que os valores obtidos nesses trabalhos foram semelhantes aos resultados encontrados neste experimento em discussão.

É válido salientar que no decorrer do experimento foi observada a presença da doença flor preta, a qual conforme Ueno e Costa (2016), é causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum* e está presente nos restos culturais ou em mudas infectadas. O principal sintoma verificado no morangueiro é a necrose dos pedúnculos e demais partes dos órgãos florais, culminando com a seca e a morte das flores (Ueno; Costa, 2016). Segundo Henz e Reifschneider (1990), os frutos pequenos e em crescimento também podem ser prejudicados, adquirindo coloração escura e tornando-se mumificados. Devido a isso, supõe-se que os sacos de TNT utilizados no tratamento da autopolinização tenham auxiliado para que as flores e

frutos fossem mais protegidos. Ao contrário disso, nos tratamentos da polinização por abelhas e da polinização livre, as flores e frutos acabaram ficando mais expostos e suscetíveis aos danos da doença, o que pode ter contribuído para as médias das variáveis desses tratamentos terem sido inferiores às médias da autopolinização.

Na Tabela 2, a seguir, verifica-se os resultados obtidos para a variável peso médio dos frutos de morangueiro por planta, do qual não observou-se diferença significativa entre os mecanismos de polinização, no entanto, o mecanismo da polinização por abelhas apresentou uma tendência a valor absoluto superior aos demais tratamentos. Observando a variável teor de sólidos solúveis totais dos frutos, percebe-se que o mecanismo da polinização por abelhas se mostrou estatisticamente superior à polinização livre, a qual se mostrou superior ao mecanismo da autopolinização.

Tabela 2: Peso médio dos frutos (g/planta^{-1}) e teor de sólidos solúveis totais dos frutos ($^{\circ}\text{Brix}$) de morangueiro, utilizando a cultivar Albion, no cultivo fora do solo, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.

Mecanismos de polinização	Peso médio dos frutos (g/planta^{-1})	Teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$)
Autopolinização	15,18 a	9,08 c
Polinização por abelhas	15,40 a	11,03 a
Polinização livre	15,21 a	9,98 b
Média Geral	15,26	10,03
CV (%)	9,27	5,93

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Inagaki (2019) realizou um estudo que analisava a influência da polinização das abelhas no morangueiro, utilizando a cultivar Albion, onde o tratamento com polinização livre se mostrou estatisticamente superior aos demais, em relação à variável peso médio dos frutos, enquanto que a variável teor de sólidos solúveis não diferiu estatisticamente entre os mecanismos averiguados. Nesse sentido, em outro experimento, efetuado por Simões (2022), o qual buscava avaliar a qualidade dos frutos de morango visitados por agentes polinizadores,

a variável teor de sólidos solúveis também não obteve diferenças significativas em relação aos mecanismos de polinização verificados (polinização livre; autopolinização; polinização pelo vento e autopolinização).

Em um experimento conduzido por Calvete *et al.* (2010), foi avaliada a polinização do morangueiro na ausência e na presença da abelha *Apis mellífera* e constatou-se que a variável teor de sólidos solúveis totais obteve médias superiores para as cultivares Oso Grande, Diamante e Aromas, quando as mesmas foram visitadas pelo agente polinizador citado. Em outro estudo, efetuado por Malagodi-Braga (2010), onde uma das variáveis analisadas era o peso médio dos frutos de morangueiro, verificou-se que o mecanismo da polinização com abelhas Jataí se mostrou estatisticamente superior à polinização livre, a qual se mostrou superior ao mecanismo da autopolinização. Os resultados deste experimento em pauta, em relação à variável peso médio dos frutos, coincidem com os dados encontrados por Malagodi-Braga (2010), no entanto, as médias neste experimento em discussão não distinguiram estatisticamente para essa variável.

Na Tabela 3, percebe-se que não houve diferenças estatísticas significativas para as variáveis produção média por planta de morangueiro e produção por unidade de área útil da estufa.

Tabela 3: Produção média (g.planta⁻¹) e produção por unidade de área (kg.m²) no cultivo do morangueiro fora do solo, utilizando a cultivar Albion, com três diferentes mecanismos de polinização. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.

Mecanismos de polinização	Produção média (g.planta ⁻¹)	Produção por unidade de área (kg.m ²)
Autopolinização	247,48 a	1,53 a
Polinização por abelhas	193,05 a	1,20 a
Polinização livre	179,65 a	1,13 a
Média Geral	206,72	1,28
CV (%)	32,35	31,59

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

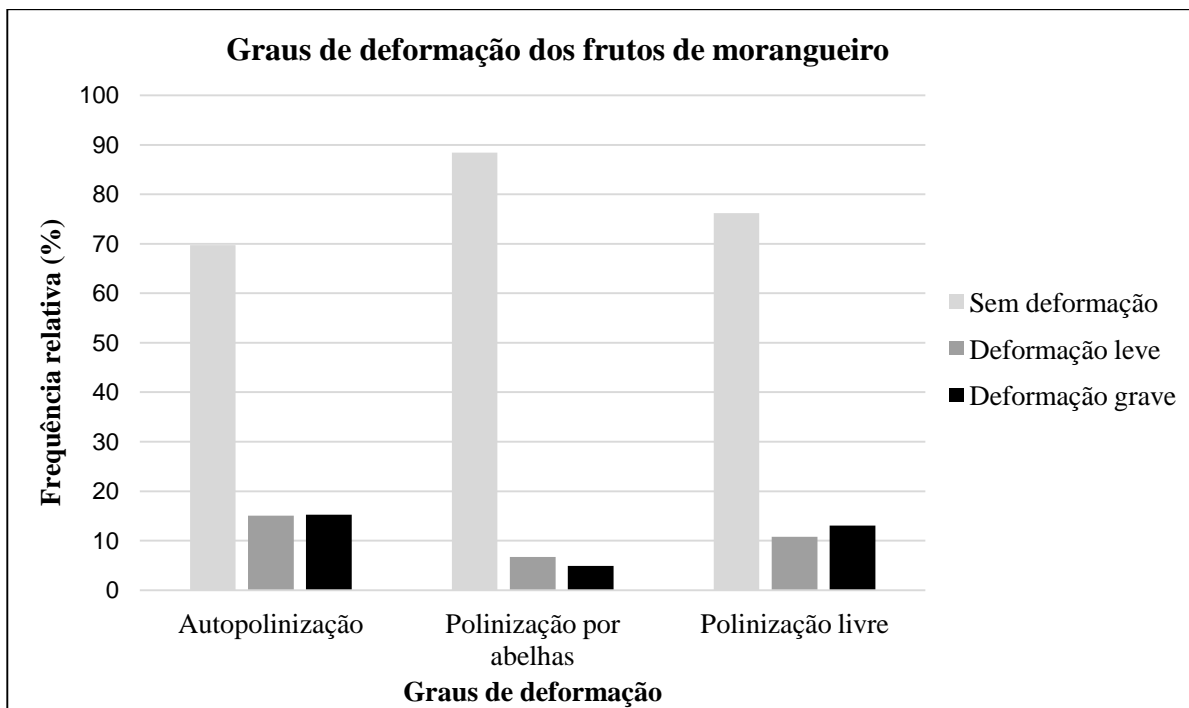
Calvete *et al.* (2010), avaliaram a polinização do morangueiro na ausência e na presença da abelha *Apis mellifera* e observaram que para a variável produção média por planta, a cultivar Camarosa obteve respostas positivas com a introdução das abelhas. Já em um ensaio realizado por Carvalho (2013), utilizando distintas cultivares de morangueiro, obteve-se para a cultivar Albion a produção média de 263,86 g.planta⁻¹.

Além disso, no experimento realizado por Souza (2023), de setembro de 2022 à fevereiro de 2023, o qual avaliou o cultivo de diferentes genótipos de morangueiro em sistema semi-hidropônico, obteve-se o resultado, para a cultivar Albion, de 2,43 kg.m² para a variável produção por unidade de área útil da estufa. E ainda, Santos (2023), em seu trabalho efetuado de setembro à fevereiro de 2022, com a cultura do morangueiro, obteve para as variáveis produção média das plantas e produção por unidade de área, respectivamente, os valores de 388,70 g.planta⁻¹ e 2,04 kg.m⁻², para a cultivar Albion.

Pelo fato de que para os cálculos da produção média por planta e da produção por unidade de área utilizou-se os dados correspondentes ao número médio de frutos por planta, suponha-se que por este motivo, o mecanismo da autopolinização tenha-se destacado em relação aos demais tratamentos empregados no experimento, para as duas variáveis apresentadas na Tabela 3.

Na Figura 13, a seguir, observa-se a porcentagem de frutos de morangueiro da cultivar Albion, com diferentes graus de deformação, resultantes dos três tratamentos empregados neste experimento. O mecanismo da polinização por abelhas apresentou a maior quantidade de frutos sem deformação (88,42%), sendo superior a polinização livre (76,17%), a qual obteve resultados melhores em comparação ao mecanismo da autopolinização (69,73%). Já em relação a quantidade de frutos com deformação leve, o mecanismo da polinização por abelhas apresentou o menor resultado (6,70%) em relação ao tratamento da polinização livre (10,79%) e da autopolinização (15,05%). E ainda, referente a quantidade de frutos com deformação grave, o mecanismo da autopolinização atingiu o maior resultado (15,22%) se comparado com a polinização livre (13,04%) e com a polinização por abelhas (4,88%).

Figura 13: Porcentagem de frutos de morangueiro da cultivar Albion, com diferentes graus de deformação, resultantes dos três tratamentos: autopolinização, polinização por abelhas e polinização livre. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Gusmão (2018), conduziu um estudo com a cultura do morangueiro, para avaliar o efeito de diferentes mecanismos de polinização, onde observou que o tratamento de polinização livre proporcionou 89,3% de frutos bem formados, com apenas 7,14% com deformação leve e menos de 4% com deformação grave. Já no tratamento de autopolinização, foi obtida a mesma porcentagem de frutos sem deformação e deformação leve (36,36%), mas foi esse tratamento que obteve o maior número de frutos com deformações graves (27,28%) (Gusmão, 2018).

No experimento realizado por Simões (2022), na cultura do morangueiro, a análise dos dados mostrou que a polinização livre conteve o maior número de frutos bem formados, enquanto que com a autopolinização os frutos não foram nem formados e no tratamento da polinização pelo vento e autopolinização a maior parte dos frutos apresentaram uma deformação leve. A polinização livre teve a formação dos seus frutos superiores aos demais tratamentos, mas estatisticamente não diferiu do tratamento de polinização pelo vento e autopolinização (Simões, 2022).

No trabalho de Oliveira (2024), efetuado com a cultura do morangueiro, percebe-se que na polinização livre 70% dos frutos atingiram a classificação de valor comercial para o mercado *in natura* e 30% dos frutos, foram considerados com valor industrial sendo esses destinados para a fabricação de geleias, sucos, polpas, iogurtes, entre outros. Já na polinização restrita (autopolinização), os frutos considerados com valor para o mercado *in natura* alcançaram apenas 3%, já para a indústria chegou a 97% (Oliveira, 2024).

Antunes *et al.* (2007) avaliaram a produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha Jataí em ambiente protegido, verificando que a porcentagem de frutos comercializáveis foi superior na presença de duas e quatro colmeias, em relação ao tratamento testemunha (ausência de colmeias). Estes resultados concordam com Godoy e Barros (2004) que concluíram que a polinização entomófila desempenha papel importante na cultura do morangueiro, aumentando o índice de frutos comerciais em 14,9% e diminuindo o percentual de frutos defeituosos em 16,4%.

Witter *et al.* (2012) executaram um estudo para comparar o efeito dos tratamentos da polinização livre, autopolinização e polinização pela abelha *Plebeia nigriceps*, onde verificaram que o maior percentual de frutos deformados foi obtido no tratamento com autopolinização, nas três cultivares de morangueiro avaliadas, sendo elas Aromas, Diamante e Cegnidarem. Esses valores excederam 70%, na cultivar Diamante, e 60% na Aromas; entretanto, verificou-se que na Cegnidarem esse valor não ultrapassou 30% (Witter *et al.*, 2012).

Roselino *et al.* (2009) submeteram flores da cultivar 'Camarosa' a diferentes tratamentos de polinização e verificaram que o percentual de frutos deformados foi de 23% no tratamento sem abelhas, 2% em ambiente protegido com abelhas, e de 13% no tratamento com polinização livre. Estes dados se assemelham ao experimento em discussão, onde o tratamento da polinização por abelhas apresentou a maior porcentagem de frutos sem deformação, seguido do tratamento da polinização livre, enquanto que o tratamento da autopolinização apresentou a maior porcentagem de frutos com deformações leves e graves.

Através deste trabalho de pesquisa em discussão, verificou-se que a presença efetiva das abelhas durante o período de floração da cultura do morangueiro contribui para uma polinização mais eficiente, resultando em frutos bem formados e com maior teor de açúcar. Essas características são altamente valorizadas pelo mercado consumidor, onde fatores como doçura dos frutos de morangueiro consiste em um dos principais parâmetros sensoriais

apreciados pelos consumidores tanto para o consumo *in natura* como também na forma de ingrediente em sobremesas e preparações culinárias. Além disso, a aparência visual, relacionada a frutos bem formados, também é determinante para a aceitação e venda do produto final. Assim, reforça-se a importância de práticas agrícolas que favoreçam a presença e a atividade desses polinizadores naturais nas áreas de cultivo, como forma de assegurar a qualidade comercial e a competitividade do morango no mercado.

3 CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados encontrados, pode-se concluir que as variáveis número médio de flores, número médio de frutos, peso médio dos frutos, produção média e produção por unidade de área útil da estufa não foram influenciadas pelos diferentes mecanismos de polinização do morangueiro.

Para a variável teor de sólidos solúveis totais dos frutos de morangueiro, o mecanismo da polinização por abelhas possibilitou valores superiores com relação aos demais mecanismos estudados no experimento.

Considerando a variável equivalente a porcentagem de frutos de morangueiro com diferentes graus de deformação, verificou-se que o mecanismo de polinização por abelhas expressou o maior número de frutos sem deformação e a menor quantidade de frutos com deformações leves e graves.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; CARVALHO, Geniane Lopes; SANTOS, Alverides Machado dos. **A cultura do morango**. Coleção Plantar - Embrapa Informação Tecnológica. 2. ed. Brasília, DF, 2011. 51 p.
- ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. **Recomendação da utilização do sistema de produção fora de solo para morangueiro**. Embrapa Clima Temperado. 12 p. Pelotas, RS, 2019. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 203).
- ANTUNES, Odirce Teixeira *et al.* Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 94-99, 2007.
- BERTANI, Rafael. **Avaliação de diferentes genótipos de morangueiro (fragaria x ananassa duch) em sistema de cultivo semihidropônico**. Orientador: Eduardo Matos Montezano. 2023. 33 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Ibirubá, RS, 2023.
- CALVETE, Eunice Oliveira *et al.* Sistemas de produção fora de solo. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. SCHWENGBER, José Ernani. **Morangueiro**. 1. ed. Embrapa, Brasília, DF, 2016, p. 219-258.
- CALVETE, Eunice Oliveira *et al.* Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 32, n. 1, p. 181-188, 2010.
- CARVALHO, Sarah Fiorelli. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS**. Orientador: Luis Eduardo Corrêa Antunes. 2013. 102 f. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2013.
- CARVALHO, Sarah Fiorelli *et al.* Produtividade de cultivares de morangueiro de dia neutro na região de Pelotas - RS. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 13., 2011, Pelotas. **Anais[...]**. Pelotas, RS, 2011. 3 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/917729/1/CA00296.pdf>. Acesso em 29 mar. 2025.
- CAVINATTO, Joélen. **Cultura do morango é classificada de acordo com o fotoperíodo**. 31 out. 2022. Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/cultura-do-morang0-e-classificada-de-acordo-comofotoperiodo_472285.html1#:~:text=S%C3%A3o%20representantes%20desse%20grupo%20as,Fonte:%20Embrapa%2C%202016. Acesso em: 10 abr. 2025.
- CERUTTI, Paulo Henrique; SANTOS, Marcio dos. Desafios do cultivo de morangueiro no Brasil. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, volume 20, nº 2, p. 236-252, 2018.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Admilson Bosco. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005, 783 p.

DELAZERI, Eloi Evandro. **Avaliação de genótipos de morangueiro na região de Pelotas para diferentes sistemas de cultivo**. Orientador: Luís Eduardo Corrêa Antunes. 2020. 125 f. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2020.

FREITAS, Breno Magalhães; NUNES-SILVA, Patrícia. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. In: IM PERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia et al. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo, SP. Editora EDUSP, 2012, p. 103-118.

FREITAS, Breno Magalhães; SILVA, Cláudia Inês da. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. In: **Agricultura e Polinizadores**. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas. São Paulo, SP, 2015, p. 9-18.

FRONZA, Diniz; STEYDING, Élcio Ricardo; HAMANN, Jonas Janner. **Cultivo de morangueiro fertirrigado**. Santa Maria, RS, UFSM, 2017. 277 p.

GIANNINI, Tereza Cristina *et al.* The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in BRAZIL. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GIRARDI, César Luis; SANHUEZA, Rose Maria Valdebenito; BENDER, Renar João. **Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs**. Embrapa Uva e Vinho. 23 p. Bento Gonçalves, RS, 2002. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 31).

GODOY, Wilson Itamar; BARROS Ingrid Bergman Inchausti de. Importância da polinização na cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., 2004, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas, RS, Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 60 - 62.

GONÇALVES, Michel Aldrighi *et al.* Crescimento e desenvolvimento. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. SCHWENGBER, José Ernani. **Morangueiro**. 1. ed. Embrapa, Brasília, DF, 2016. p. 47-66.

GUSMÃO, Ana Luiza de Jesus. **Polinização e germinação em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos**. Orientadora: Raquel Pérez Maluf. 2018. 75f. Dissertação (Mestrando em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, BA, 2018.

HENZ, Gilmar Paulo; REIFSCHNEIDER, Francisco José Becker. Surto de antracnose em morangueiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 8, n. 1, 28 p. 1990.

HORTIFRUTI/CEPEA: Morango em números. In: **Revista Hortifruti Brasil**, 3 out. 2023. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-morango-em-numeros.aspx>. Acesso em: 20 mar. 2024.

IFRS - Campus Ibirubá. In: **GOOGLE EARTH WEBSITE**. Google, 2024. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 21 de mai. de 2024.

INAGAKI, Felipe Minoru de Oliveira. **A influência da polinização das abelhas (Hymenoptera, Anthophila) em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* cv. albion)**. Orientadora: Elizabete Sekine Satsuki. 2019. 29 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, PR, 2019.

KLEIN, Alexandra - Maria et al. **A Polinização Agrícola por Insetos no Brasil: Um Guia para Fazendeiros, Agricultores, Extensionistas, Políticos e Conservacionistas**. Universidade de Friburgo e Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2020, 1. ed. 149 p.

KÖPPEN, William. **Climatologia**. Fundo de Cultura Econômica, México, 1931, 474 p.

MALAGODI-BRAGA, Kátia Sampaio. **A polinização como fator de produção na cultura do morango**. Embrapa Meio Ambiente. 13 p. Jaguariúna, SP, 2018. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico 56).

Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177654/1/COMUNICA DO-TECNICO-56-Malagodi-Braga2018.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177654/1/COMUNICA_DO-TECNICO-56-Malagodi-Braga2018.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2024.

MALAGODI-BRAGA, Kátia Sampaio. A polinização do morangueiro (*Fragaria x ananassa*). In: II SEMANA DOS POLINIZADORES, 2., 2010, Petrolina. **Palestras [...]** Petrolina, PE, Embrapa Semiárido, 2010. p. 36-48. 85p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 229).

NOVAIS, Samuel Matos Antunes de et al. Efeitos de uma possível crise de polinizadores na produção de alimentos no Brasil. **Revista PLOS ONE**, v. 11, 12 p. 2016.

OLIVEIRA, Pedro de Assis de. **Abelhas visitantes florais e polinizadoras do morangueiro (*Fragaria x ananassa* duch.) cultivado em ambiente tropical**. Orientador: Breno Magalhães Freitas. 2024. 130 f. Tese (Pós - Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2024.

OTTO, Rafael *et al.* Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

PALHA, Maria da Graça. **Cultura do morango: no solo e em substrato**. Quântica Editora, 1. ed, 2020, 195 p.

PAULUS, Dalva; SANTIN, Anderson; BECKER, Dislaine. Potencial produtivo e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro em substrato. **Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 6, p. 01-22, 2024.

PBMH & PIMo - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

PICOLOTTO, Luciano *et al.* Produção no campo. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. SCHWENGBER, José Ernani. **Morangueiro**. 1. ed. Embrapa, Brasília, DF, 2016. p. 201-218.

PIRES, Regina Célia de Matos; PASSOS, Francisco Antonio. Irrigação do morangueiro. **Informe Agropecuário**. Morango: tecnologia inovadora, Belo Horizonte, MG, v. 20, n. 198, p. 52-58, 1999.

RAMPAZZO, Elcio Félix *et al.* **Cultivo de morangueiro em substrato**. 1 ed. Senar Paraná, Curitiba, PR, 2016. 112 p.

RICHTER, Adrik *et al.* Produção de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo. **Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, Bagé-RS, v. 14, nº14, p. 2307-2314, 2017.

RONQUE, Enio Ricardo Vaz. **Cultura do morangueiro: revisão prática**. 1 ed. Emater, Curitiba, PR, 1998. 206 p.

ROSA, Gabriela Gerhardt da; LIMA, Claudia Simone Madruga; SANTOS, Josué Reis do. Ácido salicílico na pós-colheita de morangos cultivar San Andreas. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**. v. 21, nº 1, p. 1-9, 2020.

ROSELINO, Ana Carolina *et al.* Diferenças entre a qualidade de morangos (*Fragaria x ananassa*) polinizados pelas abelhas sem ferrão *Scaptotrigona aff*, *Depilis* e *Nannotrigona testaceicornis*. **Genética e Biologia Molecular**, v.8, p. 539-545, 2009.

SANTIN, Anderson. **Produção e qualidade de frutos de morangueiro cultivados sobre coberturas plásticas de solo**. Orientadora: Fabíola Villa. 2017. 68 f. Tese (Pós-graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, PR, 2017.

SANTOS, Lorenzo de Oliveira. **Cultivo de morangueiro com diferentes cultivares de dias neutros em duas posições de slab**. Orientador: Eduardo Matos Montezano. 2023. 37 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Ibirubá, RS, 2023.

SLAA, Ester Judith *et al.* Abelhas sem ferrão na polinização aplicada: prática e perspectivas. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SILVA, Andréia Fonseca; DIAS, Mário Sérgio Carvalho; MARO, Luana Aparecida Castilho. In: Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, MG, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SIMÕES, Meyrielle Soprani. **Qualidade dos frutos de morango (*Fragaria x ananassa duch.*) visitados por agentes polinizadores**. Orientador: Robson Celestino Meireles. 2022.

26 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal do Espírito Santo. Santa Teresa, ES, 2022.

SOUZA, Lukas Möhlecke de. **Cultivo de diferentes genótipos de morangueiro (fragaria x ananassa duch) em sistema semi-hidropônico submetidos a diferentes populações de plantas.** Orientador: Eduardo Matos Montezano. 2023. 43 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Ibirubá, RS, 2023.

UENO, Bernardo; COSTA, Hélcio. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. SCHWENGBER, José Ernani. **Morangueiro**. 1. ed. Embrapa, Brasília, DF, 2016. p. 413-480.

VIGNOLO, Gerson Kleinick *et al.* Origem e botânica. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; JUNIOR, Carlos Reisser. SCHWENGBER, José Ernani. **Morangueiro**. 1. ed. Embrapa, Brasília, DF, 2016. p. 35-46.

WITTER, Sídia *et al.* Potencial polinizador da *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Apidae Meliponina) em morangueiro. In: ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; RASEIRA, Maria do Carmo Bassols; PEREIRA, José Francisco Martins. **III Simpósio Nacional do Morango**. II Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2007. 291 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 203).

WITTER, Sídia *et al.* Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v. 47, n°1, p. 58-65, 2012.

WOLOWSKI, Marina *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil.** Editora Cubo. Brasília, DF, 2019. 179 p.

ZAWADNEAK, Maria Aparecida Cassilha; SCHUBER, Joselia Maria; MÓGOR, Átila Francisco. **Como produzir morangos**. 1. ed. Editora UFPR. Curitiba, PR, 2014. 280 p.