

---

## **Polinização assistida na cultura do amendoal**

### **Estudo da aplicação de pólen na cultivar ‘Penta’ visando o incremento de produção**

---

Vasco Fragoso Lourenço

#### **Orientadores**

Professora Adjunta Maria Paula Albuquerque Simões

Eng. Alexandre Leitão Balhau

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do diploma de Licenciado em Agronomia, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Paula Albuquerque Simões, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**Junho de 2024**



## **Dedicatória**

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio incondicional ao longo da minha formação, e aos meus amigos, pela compreensão e incentivo constante. A vossa presença foi fundamental em cada etapa deste percurso.



## **Agradecimentos**

Quero agradecer à Duck River Agriculture e ao Eng. Alexandre Balhau pela oportunidade de realizar este estágio, à minha orientadora Professora Maria Paula Simões, pela sua orientação e disponibilidade ao longo do processo.

E por fim, um especial agradecimento à minha família, namorada e amigos, pelo constante incentivo e confiança depositada em mim.



## Resumo

O estágio realizado na Duck River Agriculture, na herdade da Antinha, teve como principal objetivo avaliar a eficácia da polinização assistida através da aplicação de pólen em amendoeiras da cultivar 'Penta'. O ensaio foi conduzido em dois sistemas de plantação distintos: Super High Density (SHD) e High Density (HD), com o intuito de comparar a produção entre árvores submetidas a polinização natural (controlo) e árvores sujeitas a polinização assistida. A técnica de pulverização de pólen foi aplicada durante o período de plena floração, tendo sido monitorizado alguns elementos climáticos, como precipitação, vento e temperaturas mínimas, uma vez que estas podem influenciar o sucesso da polinização. A análise dos resultados teve como foco determinar o impacto da técnica no número de flores existentes à data de aplicação do pólen e dos frutos formados em cada sistema de condução, contribuindo para a compreensão de como otimizar a produtividade em pomares de amendoeiras.

## Palavras chave

Amendoeira; Polinização; 'Penta'; vingamento;



## **Abstract**

The internship carried out at Duck River Agriculture, at the Antinha estate, aimed to evaluate the effectiveness of assisted pollination through the application of pollen on almond trees of the 'Penta' cultivar. The trial was conducted in two distinct planting systems: SHD (Super High Density) and HD (High Density), with the purpose of comparing the yield between trees subjected to natural pollination (control) and those treated with assisted pollination. The pollen spraying technique was applied to maximize fruit set.

During the flowering period, climatic variables such as precipitation, wind, and minimum temperatures were monitored, as these factors can influence the success of pollination. The analysis focused on determining the impact of the technique on the number of flowers and fruits formed in each planting system, contributing to the understanding of how to optimize productivity in almond orchards.

## **Keywords**

Almond tree; pollination; 'Penta'; production;



# Índice geral

Índice de figuras .....	XIII
Índice de quadros.....	XIV
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos .....	XVI
1. Introdução.....	1
2. Duck River Agriculture.....	2
2.1. Herdade da Antinha .....	2
2.1.1 Condições edafoclimáticas.....	4
2.1.1.1 Solo .....	4
2.1.1.2 Clima.....	5
2.1.2 Cultivares.....	6
2.1.4 Sistema de Rega.....	9
3. Polinização .....	10
3.1. Polinização em amendoeiras ( <i>Prunus dulcis</i> ).....	10
3.2. Importância da polinização.....	11
3.3. Tipos de Polinização .....	12
3.3.1 Vantagens da Polinização Assistida.....	12
3.4 Adversidades da polinização .....	12
4. Ensaio: Polinização assistida de amendoeiras ‘Penta’ .....	13
4.1. Materiais e métodos.....	13
4.1.1 Caracterização do ensaio .....	13
4.1.2. Método de aplicação .....	15
4.1.3. Dados meteorológicos .....	16
4.2. Resultados.....	17
4.4. Conclusões .....	19
5. Considerações Finais.....	19
6. Referências bibliográficas .....	19



## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> - A - Penta, B - Guara, C - Soleta, D - Lauranne.....	3
<b>Figura 2</b> - Distribuição das cultivares na Herdade da Antinha.....	4
<b>Figura 3</b> - Textura de solo da Herdade da Antinha .....	5
<b>Figura 4</b> - Diagrama ombrotérmico .....	5
<b>Figura 5</b> - Divisão dos diferentes sistemas de produção por turnos de rega .....	10
<b>Figura 6</b> - Esquema da flor da amendoeira .....	11
<b>Figura 7</b> - Parcelas onde ocorram o ensaio .....	13
<b>Figura 8</b> - Cobertura das árvores no SHD .....	14
<b>Figura 9</b> - Amendoal em início de floração (imagem esquerda); Amendoal em plena floração (imagem direita).....	14
<b>Figura 10</b> - Pulverizador eletroestático .....	15
<b>Figura 11</b> - Tubo de pólen .....	16
<b>Figura 12</b> - Contador de flores e frutos .....	17
<b>Figura 13</b> - Gráficos representativos das taxas de vingamento.....	18

## Índice de quadros

<b>QUADRO 1</b> - Caracterização do amendoal .....	3
<b>QUADRO 2</b> - Características da cultivar 'Lauranne' .....	6
<b>QUADRO 3</b> - Características da cultivar 'Soleta' .....	6
<b>QUADRO 4</b> - Características da cultivar 'Guara' .....	8
<b>QUADRO 5</b> - Características da cultivar 'Penta' .....	9
<b>QUADRO 6</b> - Dados da estação meteorológica da exploração.....	16



## **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

SHD – Super High Density, Super Intensivo, correspondente à densidade de plantação de 2285 árv./ha.

HD – High Density, Intensivo, correspondente à densidade de plantação de 416 árv./ha.





## 1. Introdução

A polinização é um processo fundamental para a reprodução de muitas culturas agrícolas, incluindo as amendoeiras. A eficiência da polinização influencia diretamente a produtividade e a qualidade das amêndoas, sendo particularmente importante em sistemas de produção intensivos, como os pomares em alta densidade. Nestes sistemas, a competição por agentes de polinização naturais, como a presença de abelhas, pode ser elevada, exigindo a implementação de técnicas complementares, como a polinização assistida, para aumentar o nível de frutificação e correspondente produtividade do pomar.

O presente estágio foi realizado na Duck River Agriculture, na herdade da Antinha, com o objetivo de avaliar a eficácia da polinização assistida por pulverização de pólen na cultivar de amendoeiras 'Penta'. O ensaio foi conduzido em dois sistemas de condução distintos: Super High Density (SHD) e High Density (HD), com duas modalidades de tratamento em cada sistema, nomeadamente, modalidade C – controlo, sem intervenção adicional, e PA – polinização assistida, correspondente à pulverização de pólen. Este relatório tem como objetivo analisar o impacto da polinização assistida na frutificação das amendoeiras, comparando os resultados entre os dois sistemas de condução e modalidades de tratamento.

## 2. Duck River Agriculture

A Duck River Agriculture é uma empresa agrícola portuguesa fundada em 2019, dedicada à produção sustentável de amêndoas. Com aproximadamente 2600 hectares de amendoais nas regiões da Beira Baixa, Baixo Alentejo e Alentejo Central, a empresa investe em tecnologia de ponta para otimizar a produção e minimizar impactos ambientais. Recentemente, a Duck River diversificou as suas operações ao adquirir a empresa Olivais do Sul e todos os seus ativos, mais de 630 hectares de olivais e um lagar, expandindo assim o negócio para ramo agroindustrial na produção de azeite.

A gestão da empresa está nas mãos de uma equipa jovem, dinâmica e multidisciplinar que valoriza a inovação e a capacidade de adaptação, trabalhando assim permanentemente na colheita e análise de dados diários de operações efetuadas na exploração, fatores de produção e desempenho de recursos humanos, com o intuito de rentabilizar o negócio ao máximo. (Duck River Agriculture website)

Para que os dados sejam mais precisos e rigorosos a empresa dá uso às recentes tecnologias de agricultura 4.0 através de sensores, tendo por base o princípio de “Quanto mais dados conseguirmos recolher, melhores decisões conseguiremos tomar” (Duarte Correia, Duck River Agriculture).

Existem os seguintes equipamentos:

- ao nível do Solo – sondas capacitivas para leitura da humidade do terreno;
- ao nível do Planta - dendrómetros que medem o stress hídrico das plantas através da leitura de microvariações no diâmetro do tronco;
- ao nível das condições ambientais - estações agrometeorológicas.

### 2.1. Herdade da Antinha

É na Herdade da Antinha onde a empresa se lança no ramo da agricultura, este projeto foi iniciado em 2019/2020 com a plantação de aproximadamente 200 hectares de amendoal dispostos por dois tipos de densidade de plantação:

- Super High Density ou Super Intensivo (SHD): 97 ha.

Neste sistema de plantação o compasso é de 3,50 m × 1,25 m, sendo a densidade de plantação de 2285 árvores por ha.

- High Density ou Intensivo (HD): 100ha.

Neste sistema de plantação o compasso é de 6 m × 4 m, sendo a densidade de plantação de 416 árvores por ha.

No quadro seguinte (ver **QUADRO 1**) estão apresentadas todas as informações sobre a herdade e densidade de plantação, os porta enxertos utilizados, os viveiros

onde foram adquiridas as árvores das 4 cultivares distintas, nomeadamente: Penta', 'Guara', 'Soleta' e 'Lauranne', bem como a respetiva data de plantação.

QUADRO 1 - Caracterização do amendoal

Cultivar	'Penta'		'Guara'		'Soleta'	'Lauranne'
<b>Origem</b>	CEBAS de Murcia		CITA de Zaragoza		CITA de Zaragoza	INRA de Avignon
<b>Herdade</b>	Antinha	Antinha	Antinha		Antinha	Antinha
<b>Densidade</b>	SHD	HD	HD		SHD	HD
<b>Porta Enxerto</b>	Rootpac 20	Rootpack R	Rootpac R		Rootpac 20	Rootpac 20
<b>Data de Plantação</b>	Nov. 2019	Jun. 2020	Jan. 2020	Ago. 2020	Nov. 2019	Nov. 2019
<b>Viveiro</b>	Agromillora	Agrosan Y José António	Vivers del Abel	Vivers del Abel	Agromillora	Agromillora

Na figura 1 apresenta-se a imagem das amêndoas das cultivares mencionadas. Pode observar-se que a cultivar 'Penta' apresenta a casca mais esbranquiçada e a amêndoa relativamente menor.

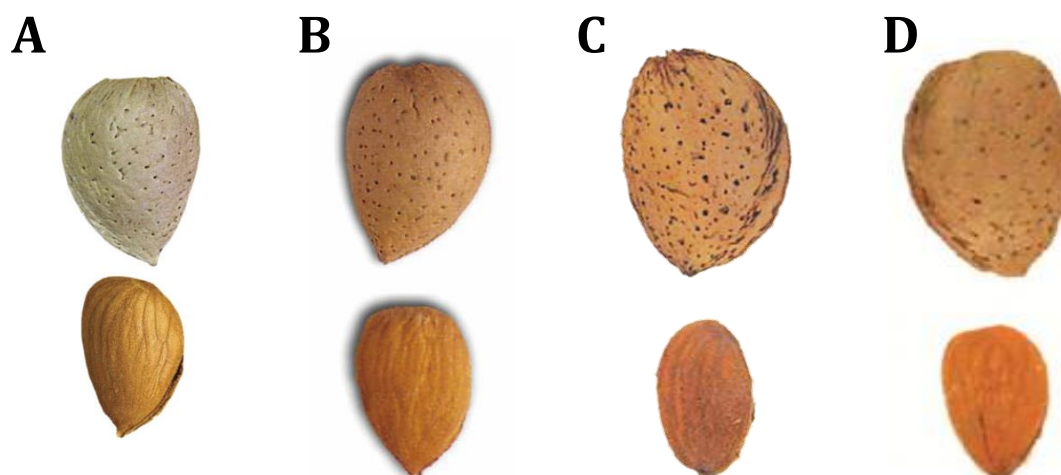


Figura 1 - Amêndoa e miolo de amêndoa das cultivares: A - Penta; B - Guara; C - Soleta; D - Lauranne

Na imagem seguinte podemos ver a distribuição das cultivares pela área da Herdade da Antinha (**Fig. 2**).

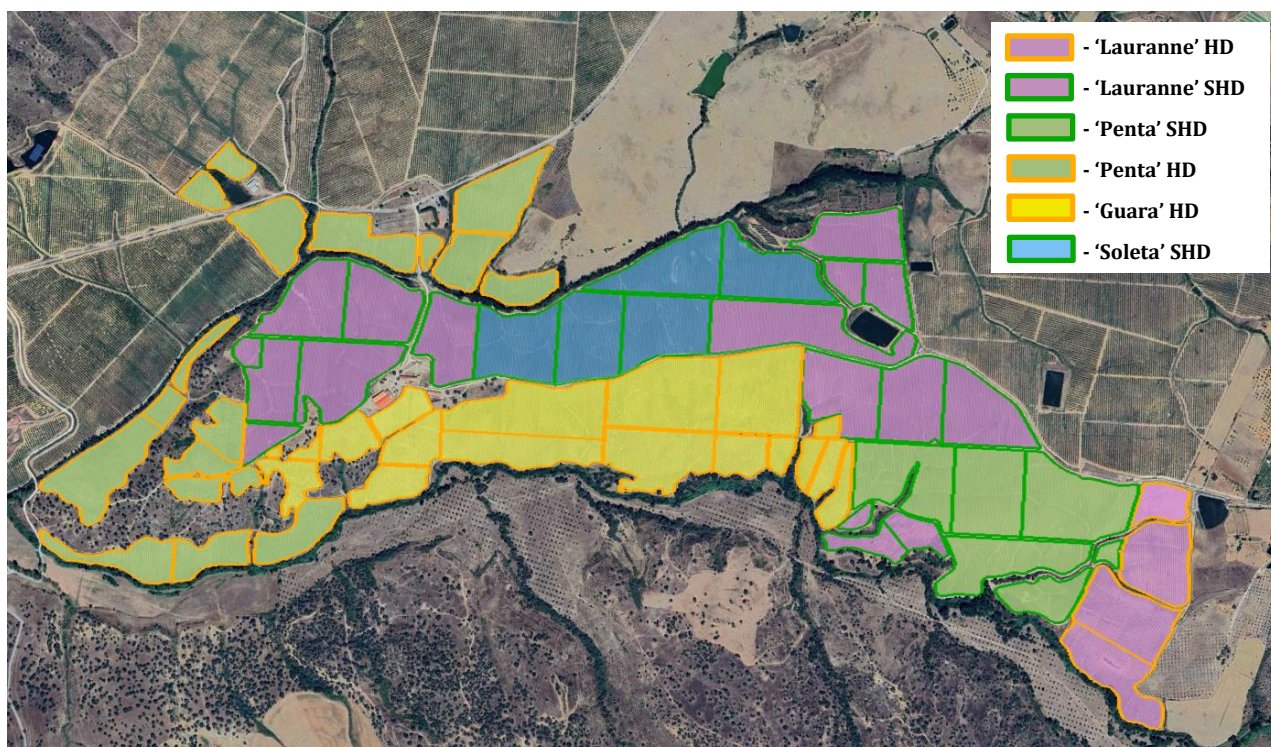


Figura 2 - Distribuição das cultivares na Herdade da Antinha

## 2.1.1 Condições edafoclimáticas

### 2.1.1.1 Solo

O parâmetro do solo é bastante determinante na escolha dos porta-enxertos e na gestão diária da rega. Sendo assim foram feitas análises para a classificação do solo presente na herdade. Segundo as análises conseguimos perceber que a textura do solo é constituída por dois tipos:

- Arenoso Franco;
- Franco Arenoso.

Sendo que a textura do solo mais representativa é Franco Arenoso (**Fig. 3**).

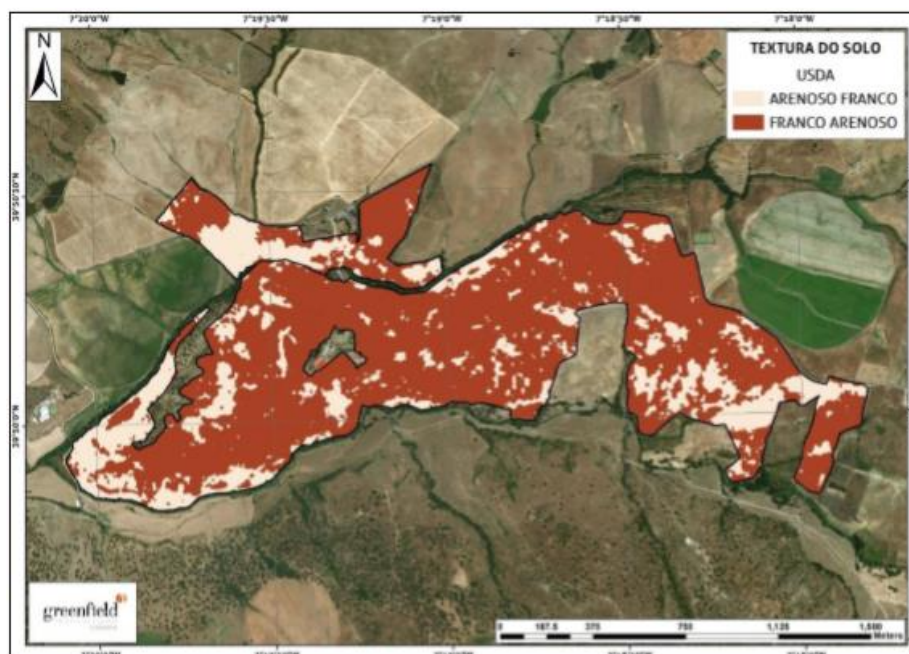


Figura 3 - Textura de solo da Herdade da Antinha

### 2.1.1.2 Clima

Considerando a proximidade que o Ladoeiro tem a Castelo Branco, consideraram-se os dados recolhidos na Estação Meteorológica de Castelo Branco.

Historicamente é uma região caracterizada por verões secos e quentes e invernos frios e de elevada humidade relativa (figura 4). Considerando o período 1983-2015, observa-se que os meses de julho e agosto são os mais quentes, com uma média de próxima dos 25°C. Os meses mais chuvosos são outubro, novembro e dezembro, com uma precipitação entre 100 mm e 120 mm.

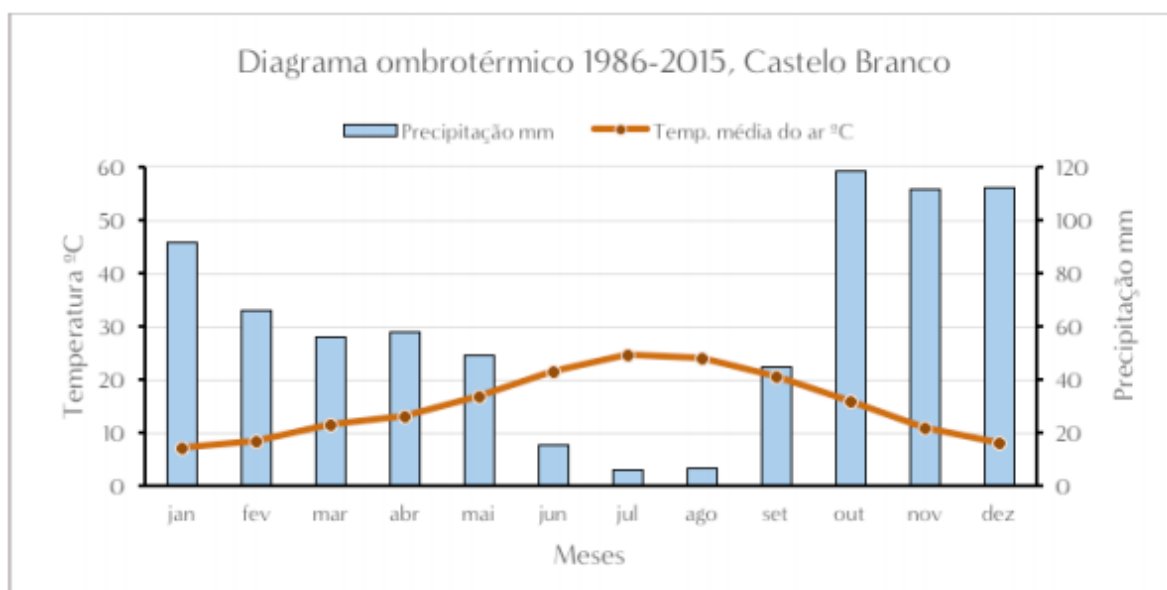


Figura 4 - Diagrama ombrotérmico

### 2.1.2 Cultivares

Cada cultivar tem as suas características e os quadros seguintes (ver **QUADRO 2**, **QUADRO 3**, **QUADRO 4**, **QUADRO 5**) apresentam as características das cultivares presentes na Herdade da Antinha.

**QUADRO 2** - Características da cultivar ‘Lauranne’

<b>‘Lauranne’</b>			
<b>Planta</b>		<b>Fruto</b>	
<b>Vigor da árvore (tamanho)</b>	Médio	<b>Tamanho e forma</b>	1,27 g / Longo e estreito
<b>Tolerância a doenças</b>	Bom	<b>Sabor</b>	Doce
<b>Capacidade de produção</b>	Alto/Muito alto	<b>Eficiência (semente/amêndoa)</b>	35%
<b>Regularidade na produção</b>	Boa/pouca alternância	<b>Endocarpo</b>	Meio duro
<b>Facilidade de despela</b>	Fácil	<b>Amêndoas duplas</b>	5-20%
<b>Período de maturação</b>	2 a 14 de setembro		
<b>Facilidade de colheita</b>	Boa: na maturidade, os frutos permanecem presos aos ramos. Quando a árvore é vibrada, os frutos soltam-se facilmente.		

Adaptado de: Duck River Agriculture (2019)

A cultivar Lauranne tem um vigor médio, e apresenta facilidade de colheita mecânica, com um fruto longo e estreito com um peso médio de 1,27 g. O endocarpo é meio duro e a apresenta 5 a 20% de frutos duplos.

QUADRO 3 - Características da cultivar ‘Soleta’

<b>‘Soleta’</b>			
<b>Planta</b>		<b>Fruto</b>	
<b>Vigor da árvore (tamanho)</b>	Médio	<b>Tamanho e forma</b>	1,27 g / Elíptico
<b>Tolerância a doenças</b>	Razoável	<b>Sabor</b>	Sabor agradável
<b>Capacidade de produção</b>	Alto/Muito alto	<b>Eficiência (semente/amêndoa)</b>	45%
<b>Regularidade na produção</b>	Boa/pouca alternância	<b>Endocarpo</b>	Duro
<b>Facilidade de despela</b>	Médio	<b>Amêndoas duplas</b>	0-5%
<b>Período de maturação</b>	10 a 22 de setembro		
<b>Facilidade de colheita</b>	Boa: na maturidade, os frutos permanecem presos aos ramos. Quando a árvore é vibrada, os frutos soltam-se facilmente.		

Adaptado de: Duck River Agriculture (2019)

A cultivar ‘Soleta’ tem um vigor médio, e apresenta também facilidade de colheita mecânica, com um fruto elíptico, com um peso médio de 1,27 g. O endocarpo é duro e apresenta poucos frutos duplos (0 a 5%).

QUADRO 4 - Características da cultivar 'Guara'

<b>'Guara'</b>			
<b>Planta</b>		<b>Fruto</b>	
<b>Vigor da árvore (tamanho)</b>	Médio/Pequeno	<b>Tamanho e forma</b>	1,7 g / Em formato de coração
<b>Tolerância a doenças</b>	Razoável	<b>Eficiência (semente/amêndoa)</b>	32-35%
<b>Capacidade de produção</b>	Muito alto	<b>Endocarpo</b>	Duro
<b>Regularidade na produção</b>	Boa/pouca alternância	<b>Amêndoas duplas</b>	10-20% pior em áreas quentes
<b>Facilidade de despela</b>	Muito fácil		
<b>Período de maturação</b>	2 a 14 de setembro		
<b>Facilidade de colheita</b>	Boa: na maturidade, os frutos permanecem presos aos ramos. Quando a árvore é vibrada, os frutos soltam-se facilmente.		

Adaptado de: Duck River Agriculture (2019)

A cultivar 'Guara' tem um vigor médio a pequeno, e apresenta também facilidade de colheita mecânica, com um fruto em forma de coração, com um peso médio de 1,7 g (no conjunto das 4 cultivares o fruto pode ser considerado grande). O endocarpo é duro e apresenta 10 a 20% de frutos duplos, observando maior percentagem deste tipo de frutos em zonas com temperaturas mais elevadas.

QUADRO 5 - Características da cultivar ‘Penta’

<b>‘Penta’</b>			
<b>Planta</b>		<b>Fruto</b>	
<b>Vigor da árvore (tamanho)</b>	Médio/pequeno	<b>Tamanho e forma</b>	1 g / Amigdalóide elíptica
<b>Tolerância a doenças</b>	Bom	<b>Eficiência (semente/amêndoa)</b>	25-30%
<b>Capacidade de produção</b>	Alto	<b>Endocarpo</b>	Meio duro
<b>Regularidade na produção</b>	Boa/pouca alternância	<b>Amêndoas duplas</b>	0%
<b>Facilidade de despela</b>	Fácil		
<b>Período de maturação</b>	Última semana de agosto e primeira semana de setembro		
<b>Facilidade de colheita</b>	Boa: na maturidade, os frutos permanecem presos aos ramos.  Quando a árvore é vibrada, os frutos soltam-se facilmente.		

Adaptado de: Duck River Agriculture (2019)

A cultivar ‘Penta’ tem um vigor médio a pequeno, e apresenta também facilidade de colheita mecânica, com um fruto em forma de amigdalóide elíptica, com um peso médio de 1 g. O endocarpo é meio duro e a não se observa a presença de frutos duplos.

#### 2.1.4 Sistema de Rega

A Herdade da Antinha está inserida no perímetro de rega da Associação de Regantes da Beira Interior (ARBI) com um caudal de 1,1 L/s.ha.

Tendo dois projetos de rega diferentes, um para cada densidade de plantação:

- Antinha HD (constituída por 4 setores de 25 ha);
- Antinha SHD (constituída por 4 setores de 25 ha).

Possuem uma casa de rega localizada junto de uma barragem onde é feito o armazenamento de água. É nestas instalações que estão localizados os sistemas de

bombagem e filtragem e onde é feito o armazenamento do adubo para fertirrega, com uma capacidade total de 34 000 L de adubo.

A rega é feita através de dois tubos gotejadores Naan, modelo AMNONDRIP, por linha de plantação. O diâmetro do tubo é de 20 mm, espessura de 1,2 mm, autocompensantes e anti sucção, espaçados a 0,50 m e de débito de 1,63 L/h.

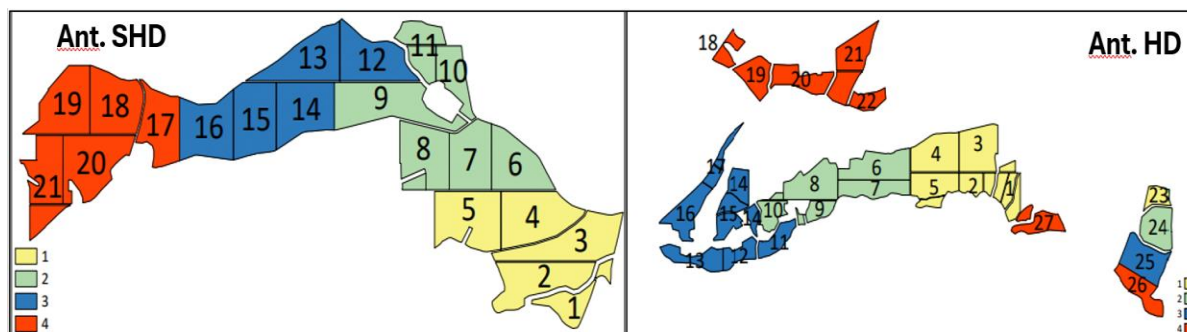


Figura 5 - Divisão dos diferentes sistemas de produção por turnos de rega

### 3. Polinização

#### 3.1. Polinização em amendoeiras (*Prunus dulcis*)

A polinização é o processo pelo qual o pólen é transferido das anteras (a parte masculina da flor) para o estigma (a parte feminina da flor), podendo ser entre flores da mesma planta ou entre flores de plantas diferentes. As plantas podem ser da mesma cultivar ou de cultivares diferentes. Este processo pode ser realizado por diversos agentes, como o vento, a água e os insetos. No caso da amendoeira, a polinização é maioritariamente entomófila e as abelhas são consideradas como os polinizadores mais eficazes.

A polinização e fertilização das flores é essencial para a formação de sementes, e, por conseguinte, para a produção de amêndoas, influenciando diretamente a quantidade e a qualidade dos frutos, uma vez que o que apresenta o maior valor comercial é a semente. As amendoeiras são altamente dependentes da polinização por abelhas, com cerca de 90% a 100% das flores transformando-se em frutos quando há uma polinização e fertilização das flores eficiente (AgNote) (gardeningknowhow)

O ciclo de vida da amendoeira é dividido em várias fases, começando com a dormência no inverno. Durante este período, são acumuladas horas de frio necessário para iniciar a floração na primavera. A floração ocorre geralmente entre fevereiro e março, dependendo das condições climáticas.

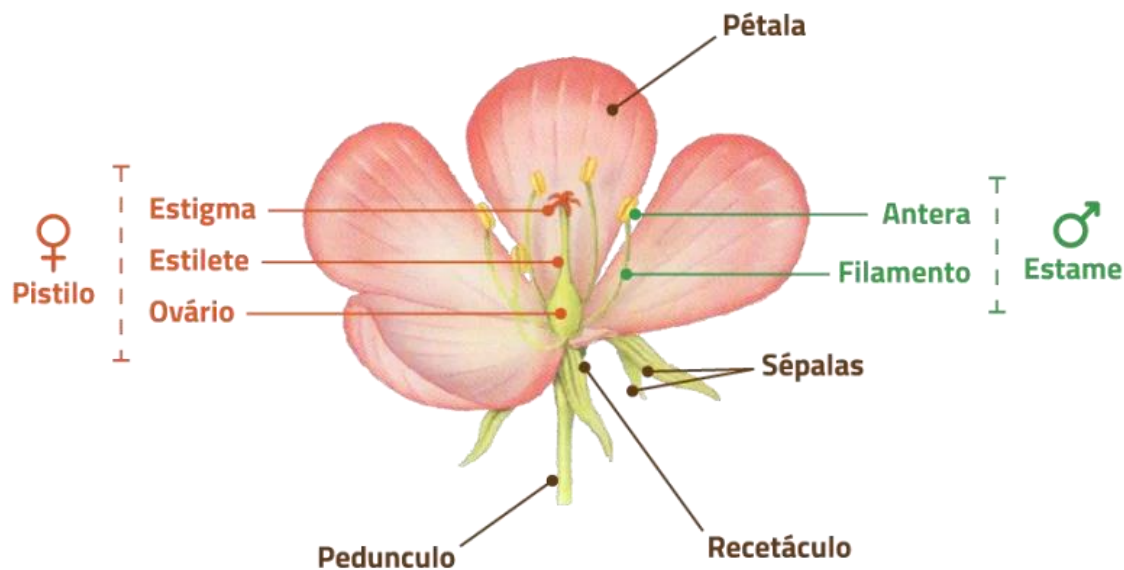


Figura 6 - Esquema da flor da amendoeira

### 3.2. Importância da polinização

A polinização eficaz na amendoeira é vital para garantir uma boa colheita. Para a produção de amêndoa é necessário que o pólen chegue ao estigma da flor e depois germine através do crescimento do tubo polínico até que haja fertilização, que corresponde à fusão entre o núcleo masculino (gâmeta masculino) e o óvulo contido no ovário da flor (gâmeta feminino), para se formar o ovo ou zigoto (Life By Almond).

Na amendoeira há cultivares autoférteis e cultivares autoestéreis. As cultivares autoestéreis necessitam de polinização cruzada, o que significa que o pólen de uma cultivar de amendoeira deve ser transferido para a flor de outra cultivar compatível. Este processo é geralmente facilitado por abelhas, que são os polinizadores mais eficazes para esta cultura (BeeHero) (Life By Almond).

As abelhas desempenham um papel crucial durante a fase de floração, movendo-se de flor em flor para recolher pólen que será a base da produção de mel. Nesse trabalho realizam a transferência de pólen entre flores que podem ser da mesma árvore, e portanto, nesse caso, será sempre na mesma cultivar, ou entre árvores diferentes, e, nesse caso, podem ser cultivares diferentes se estiverem cultivadas nas proximidades umas das outras.

O clima tem um impacto significativo neste processo; condições climáticas favoráveis, como tempo quente, promovem uma maior atividade das abelhas e, portanto, uma melhor polinização (Nature's Eats) (Life By Almond).

### 3.3. Tipos de Polinização

Existem diferentes métodos de polinização na amendoeira:

- **Polinização natural:** realizada principalmente por insetos polinizadores onde se destacam as abelhas, que são atraídas pelo néctar e pólen das flores. As abelhas transferem pólen entre flores facilitando a fecundação.

- **Polinização assistida:** utilização de tecnologias e práticas agrícolas para melhorar a eficiência da polinização. Isto pode incluir a introdução controlada de colmeias nas áreas de cultivo ou o uso de técnicas de polinização mecânica, pulverizando o pólen de uma cultivar noutra cultivar.

#### 3.3.1 Vantagens da Polinização Assistida

A polinização assistida pode ser especialmente benéfica em condições onde a polinização natural é insuficiente. Técnicas como a aplicação de pólen através de máquinas podem aumentar significativamente a taxa de fecundação, resultando em uma produção de amêndoas mais uniforme e abundante. Esta abordagem é particularmente útil em áreas onde a população de abelhas é insuficiente ou onde as condições climáticas são adversas para a atividade das abelhas. A Herdade da Antinha, por exemplo, adotou técnicas de polinização assistida, com esperança de obter um aumento na taxa de polinização e na qualidade dos frutos (AgNote).

### 3.4 Adversidades da polinização

Os produtores enfrentam vários desafios relacionados à polinização, incluindo a disponibilidade e saúde das populações de abelhas durante a floração, a existência de condições climáticas adequadas, como ausência de chuva, temperatura amena e ausência de vento forte, e a necessidade de cultivares compatíveis nas proximidades para facilitar a polinização cruzada. Além disso, a introdução de novas cultivares de amendoeira autoférteis pode reduzir a dependência de polinizadores externos, mas ainda há um papel importante para as abelhas na produção de amêndoas de alta qualidade.

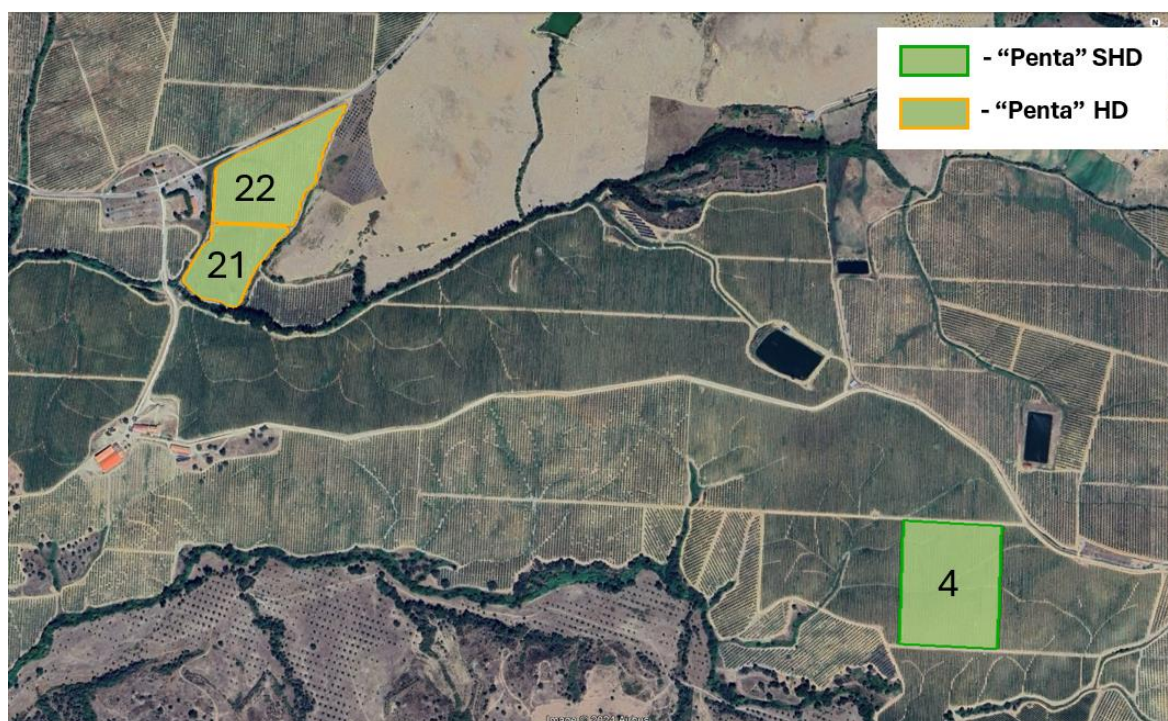
A polinização é um processo complexo, mas essencial à produção de frutos e de sementes, com impactos diretos na produção e qualidade das amêndoas. A combinação de práticas naturais e assistidas pode ajudar a garantir colheitas robustas e sustentáveis.

## 4. Ensaio: Polinização assistida de amendoeiras ‘Penta’

### 4.1. Materiais e métodos

#### 4.1.1 Caracterização do ensaio

O ensaio de polinização assistida na produção dos frutos da amendoeira ‘Penta’ foi efetuado em várias parcelas da Herdade da Antinha, no Ladoeiro (**Fig. 7**). O ensaio consistiu na aplicação de pólen retirado da cultivar ‘Guara’, existente na exploração, através da recolha de flores para a remoção do pólen em laboratório (recolha feita a 21 de fevereiro de 2024).



**Figura 7** - Parcelas onde ocorreram o ensaio

O ensaio ocorreu em duas zonas de controlo e duas zonas de polinização assistida, sendo que as zonas de controlo estavam localizadas, uma, no setor 4 e outra no setor 21 do HD. Na modalidade controlo procedeu-se à cobertura das árvores no SHD com plástico para impedir que fossem atingidas pelo pólen (**Fig. 8**) e outra no setor 21 do HD. As zonas de polinização eram localizadas no setor 4 do SHD e no setor 22 do HD.



**Figura 8** - Cobertura das árvores no SHD

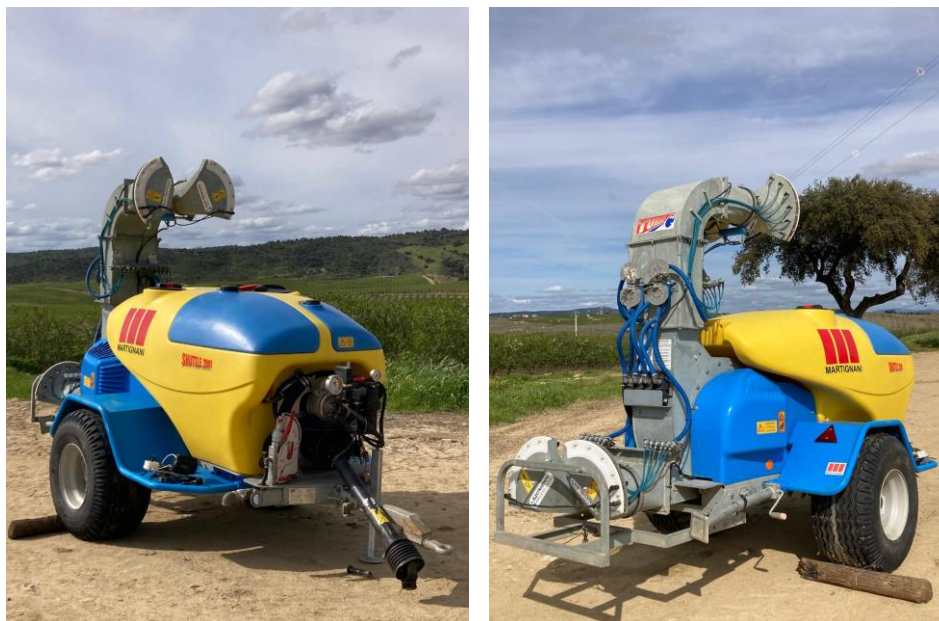
A aplicação do pólen ocorreu em dois momentos distintos, no dia 6 de março de 2024, onde o pomar se encontrava em início de floração (BBCH 57-65), no dia 12 de março de 2024, onde o pomar se encontrava em plena floração (BBCH 65-69) (**Fig. 9**).



**Figura 9** - Amendoal em início de floração (imagem esquerda); Amendoal em plena floração (imagem direita)

#### 4.1.2. Método de aplicação

Para a aplicação do pólen foi utilizado um pulverizador eletroestático da 'Martignani' do modelo 'Shuttle 2001' (**Fig. 10**) com a capacidade de fazer baixos débitos de calda. Com esta tecnologia de transporte de água e produto através de cargas elétricas nas gotículas do conteúdo pulverizado é garantida uma adesão uniforme às superfícies das plantas minimizando assim a deriva.



**Figura 10** - Pulverizador eletroestático

Para a preparação da calda foi necessário calcular o débito para a afinação do pulverizador, usando a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Vol. calda} \times \text{Vel. trator} \times \text{largura entrelinha}}{10}$$

No caso do SHD ou Super intensivo:

$$\frac{50 \text{ L/ha} \times 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 3,5 \text{ m}}{10} = 140 \text{ L/h}$$

No caso do HD ou intensivo:

$$\frac{50 \text{ L/ha} \times 8 \text{ km/h} \times 6 \text{ m}}{10} = 240 \text{ L/h}$$

Por fim, tendo o pulverizador afinado, para a preparação da calda foi usado 1 tubo de pólen e 1 litro de matriz por hectare, a matriz era composta por os seguintes nutrientes, Boro (B), Molibdénio (Mb), Zinco (Zn) e extrato de algas.



Figura 11 - Tubo de pólen

#### 4.1.3. Dados meteorológicos

Na estação meteorológica existente na Herdade da Antinha foi possível aceder às condições meteorológicas às quais as plantas estiveram sujeitas e perceber que não foram as mais favoráveis tanto para a floração assim como para a existência de resultados positivos no ensaio (ver **QUADRO 6**).

QUADRO 6 - Dados da estação meteorológica da exploração.

Data (2024)	Precipitação (mm)	Evapotrans. (mm)	Temp, Ar Méd. (°C)	Temp, Ar Min, (°C)	Temp, Ar Max, (°C)	Vel, Vento Méd, (km/h)	Vel.Vento Min, (km/h)	Vel. Vento Max, (km/h)
05/mar	0,00	1,83	9,26	2,40	16,50	1,84	0,00	5,90
<b>06/mar</b>	<b>0,00</b>	<b>1,76</b>	<b>8,48</b>	<b>-0,10</b>	<b>17,20</b>	<b>1,80</b>	<b>0,00</b>	<b>6,90</b>
07/mar	<b>22,40</b>	1,56	9,18	5,90	12,60	7,06	0,00	15,90
08/mar	<b>11,40</b>	2,01	10,16	7,40	13,90	11,41	4,40	<b>19,80</b>
09/mar	<b>11,40</b>	1,45	8,18	5,10	11,50	8,89	1,00	<b>17,00</b>
10/mar	<b>6,20</b>	2,40	11,43	7,60	16,30	9,61	0,00	<b>18,60</b>
11/mar	0,00	2,24	11,50	5,60	18,10	4,82	0,00	11,30
<b>12/mar</b>	<b>0,00</b>	<b>2,08</b>	<b>10,10</b>	<b>1,80</b>	<b>18,90</b>	<b>2,05</b>	<b>0,00</b>	<b>8,10</b>
13/mar	0,00	2,47	12,72	5,10	22,30	2,45	0,00	10,00

É possível verificar que entre as datas de aplicação (dia 6 e 12 de março), ocorreu um total de 51,40 mm de precipitação (marcado a laranja), rajadas de vento superiores aos 15 km/h (marcado a verde) e temperaturas mínimas inferior a 0°C (-0,10°C) no dia 6 de março e uma temperaturas mínima de 1,8°C, no dia 12 de março, sendo a temperatura média entre 8,18°C e 11,43°C.

## 4.2. Resultados

Para que os resultados obtidos fossem objetivos e concretos, foi feita a contagem das flores existentes por cada árvore, no dia 12 de março de 2024, tanto nas várias modalidades assim como nos diferentes sistemas de condução do pomar. Mais tarde, no dia 26 de abril, para que existisse a mesma coerência nos dados, foi feita a contagem dos frutos por cada árvore.



Figura 12 - Contador de flores e frutos

Assim sendo, com as diferentes contagens de flores e frutos, foi obtida a taxa de vingamento de cada uma das modalidades (**QUADRO 7 e QUADRO 8**).

**QUADRO 7** - Número de flores, frutos e taxa de vingamento, nas modalidades Controlo e de Polinização assistida na cultivar 'Penta', em sistema SHD.

Cultivar	Condução	Modalidade	Árvore	Flores (N.º)	Frutos (N.º)	Vingamento (%)
"Penta"	SHD	Controlo	1	1259	446	35
			2	2299	829	36
			3	1082	352	33
"Penta"	SHD	Polinização	4	1504	605	40
			5	1702	683	40
			6	-	-	-
"Penta"	SHD	Controlo	Média	1547	542	35
"Penta"	SHD	Polinização	Média	1603	644	40

No SHD é visível um acréscimo de aproximadamente 5% na taxa de vingamento na modalidade em que foi feito a polinização assistida.

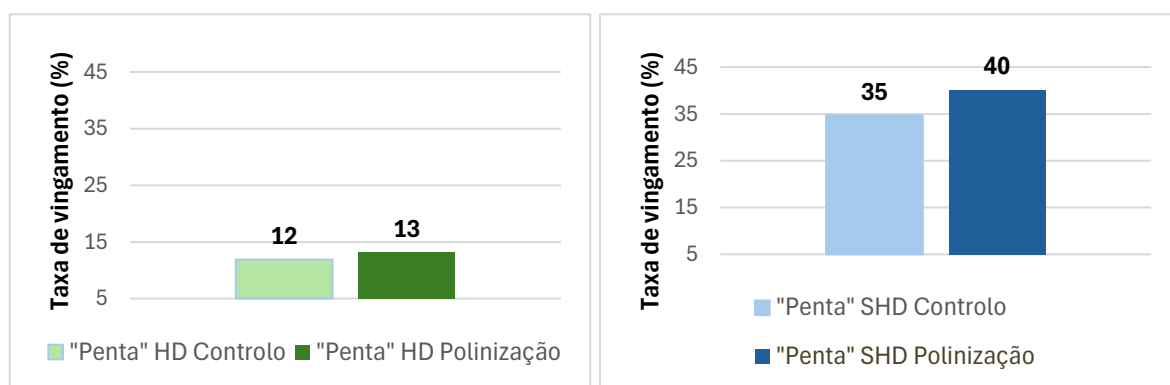
No HD o aumento da taxa de vingamento não é significativo, pois foi só de 1%. De notar que o número de flores nas árvores sujeitas a polinização assistida era muito superior ao das árvores controlo, isto porque não eram árvores adjacentes. Contudo, a taxa de vingamento foi muito semelhante (Figura 13).

**QUADRO 8** - Número de flores, frutos e taxa de vingamento, nas modalidades Controlo e de Polinização assistida da cultivar 'Penta' em sistema HD.

Cultivar	Condução	Modalidade	Árvore	Flores (N.º)	Frutos (N.º)	Vingamento (%)
"Penta"	HD	Controlo	7	4803	652	14
			8	4088	463	11
			9	4075	435	11
"Penta"	HD	Polinização	10	8705	1156	13
			11	13947	1679	12
			12	8737	1244	14
"Penta"	HD	Controlo	Média	4322	517	12
"Penta"	HD	Polinização	Média	10463	1360	13

Os resultados obtidos mostram que a polinização assistida teve um impacto positivo na taxa de vingamento, especialmente no SHD. A taxa de vingamento aumentou com a polinização assistida (de 35% para 40%), indicando que esta técnica foi eficaz e poderá vir a ser implementada para aumentar a produtividade.

No sistema HD, o impacto da polinização assistida foi menos pronunciado (aumento de 12% para 13%). A razão pela qual a polinização pode ser menos eficiente no HD, pode estar relacionada com maior exposição a algum fator meteorológico desfavorável.



**Figura 13** - Taxa média de vingamento da cv. 'Penta' no sistema HD e SHD.

As condições climáticas durante o período de ensaio podem ter afetado a eficácia da polinização assistida, pois a precipitação elevada pode ter prejudicado a aplicação

de pólen reduzindo a sua viabilidade. As rajadas de vento fortes podem ter influenciado a quantidade de pólen que atinge os estigmas das flores e é bastante condicionante da atividade das abelhas. As baixas temperaturas não foram favoráveis à obtenção de elevadas taxas de vingamento.

#### 4.4. Conclusões

A análise dos dados revela que a polinização assistida foi eficaz em aumentar a taxa de frutificação em amendoeiras, especialmente em sistemas SHD. Em sistemas HD, o impacto foi menos pronunciado, indicando menor eficácia desta prática em árvores com uma copa mais globular e, portanto, com menor capacidade de penetração o pólen aplicado. Contudo, é nossa opinião que o fator que mais influenciou a taxa de vingamento foi a ocorrência de condições climáticas adversas, como precipitação elevada e temperaturas mínimas baixas, influenciando negativamente a eficácia da polinização assistida. Este resultado evidencia que é difícil realizar certas práticas quando as condições ambientais são desfavoráveis.

### 5. Considerações Finais

O estudo proporciona conhecimentos importantes sobre a polinização assistida em amendoeiras, destacando a importância de adaptar a sua prática às condições climáticas e características do sistema de produção. Com as informações obtidas permitiu-me perceber e de como as novas inovações ajudam e podem otimizar a produtividade e melhorar a eficiência das práticas de polinização, assim como a influência que as condições atmosféricas têm nas práticas agrícolas.

### 6. Referências bibliográficas

- Duck River Agriculture. 2019. *Duck River*. <https://www.duckriveragriculture.com/>
- Jimenez, Ilana Goldowitz. (n.d.). *Pollinating Almonds - How to Pollinate Almond Trees*. Gardening Know How. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/nut-trees/almonds/how-are-almond-trees-pollinated.htm>
- AJAP (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal). 2017. Manual Boas Práticas para Culturas Emergentes A Cultura da Amêndoa ISBN: 978-989-8319-16-6. [https://culturasemergentes.ajap.pt/wp-content/uploads/2018/07/Manual\\_Culturas\\_Emergentes\\_Amendoa\\_Digital.pdf](https://culturasemergentes.ajap.pt/wp-content/uploads/2018/07/Manual_Culturas_Emergentes_Amendoa_Digital.pdf)

Bjorn, Joel. 2023. *Almond tree pollination and the role of bees - Life By Almond*. (2023, March 5). Life by Almond. <https://lifebyalmond.com/almond-tree-pollination-and-the-role-of-bees/>

Almond Tree Pollination: A Sweet Deal for Bees and Growers | AgNote <https://agnote.com/almond-tree-pollination-a-sweet-deal-for-bees-and-growers/>

Planning almond pollination precisely | BeeHero Research Labs <https://www.beehero.io/research/planning-almond-pollination-precisely>