

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Agronómica**

Dissertação

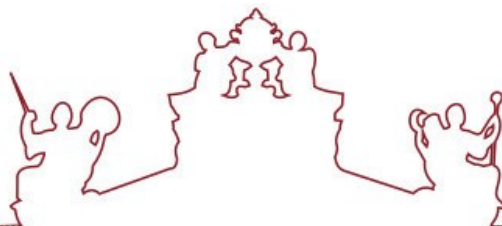
**Anomalias fisiológicas no desenvolvimento do miolo  
da noz na nogueira-comum (*Juglans regia* L.)**

Daniela Fortunato Farinha

Orientador(es) | Ana Elisa Rato  
João Manuel Barroso

Évora 2022





**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Agronómica**

Dissertação

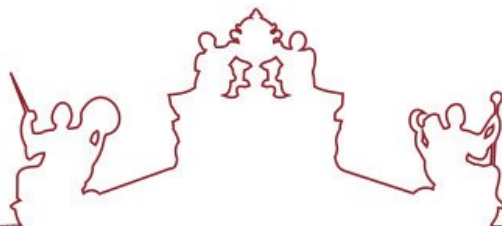
**Anomalias fisiológicas no desenvolvimento do miolo  
da noz na nogueira-comum (*Juglans regia* L.)**

Daniela Fortunato Farinha

Orientador(es) | Ana Elisa Rato  
João Manuel Barroso

Évora 2022





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Vasco Fitas da Cruz (Universidade de Évora)

Vogais | Ana Elisa Rato (Universidade de Évora) (Orientador)

Renato Ruas Coelho (Universidade de Évora) (Arguente)







## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à Professora Doutora Ana Elisa Rato que aceitou ser minha orientadora neste trabalho e pela oportunidade que me proporcionou de trabalhar junto de si no Projeto QualFastNut. A realização deste trabalho só foi possível graças à sua paciência, disponibilidade, conselhos e todo o seu conhecimento transmitido. Um enorme obrigado! Ao Professor Doutor João Mota Barroso, o meu sentido agradecimento pela aceitação da orientação deste trabalho, por todo o conhecimento transmitido, pela disponibilidade e empenho, que foram essenciais para que esta dissertação atingisse um bom termo.

À central fruteira da Fruteco e aos produtores associados que permitiram e tornaram possível a concretização deste estudo. À Tatiana Silvestre por toda a ajuda, obrigada.

Um especial agradecimento à Professora Doutora Maria do Rosário Félix, ao Professor Doutor Anacleto Pinheiro e ao Engenheiro Simão Abelho pela amizade e incentivo que tiveram para comigo ao longo de todo o meu percurso académico e a todos os meus professores do curso de Agronomia e do Mestrado em Engenharia Agronómica da Universidade de Évora.

Um agradecimento aos colegas e aos técnicos do Laboratório de Tecnologia e Pós-Colheita, ao Laboratório de Química Agrícola, ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo da Universidade de Évora, por todo o apoio e disponibilidade em auxiliar na análise química das amostras.

Um sincero obrigado a todos os meus colegas e amigos de curso, em especial à Maria Beatriz Mendes por ter sido incansável e por toda a ajuda, à Ana Miguel, Margarida Borges, Miguel Robalo, Inês Gafanhoto, Mariana Beja, Catarina Silva, Laura Costa, Catarina Ramos, Maria Fonseca, e aos meus afilhados, Beatriz Correia, Pedro Oliveira, Pedro Adegas e João Marcelino, pela amizade e companheirismo. À Alexandra Guerreiro, Ana Fena, Andreia Silva e Alexandre Chaves, por terem estado sempre presentes.

Quero agradecer do fundo do meu coração, aos meus pais, por todo o carinho e por tudo aquilo que me proporcionaram para que eu conseguisse atingir todos os meus objetivos. Sem eles nada disto teria sido possível e a eles dedico esta dissertação.

## **Anomalias fisiológicas no desenvolvimento do miolo da noz na nogueira-comum (*Juglans regia* L.)**

### **Resumo**

A Nogueira (*Juglans regia* L.) é uma das espécies de frutos secos mais consumidas. Esta espécie, embora conhecida há muito tempo no território nacional, tem vindo a ganhar importância observando-se a implantação de novos pomares de Norte a Sul do país.

O interesse em aumentar a produção de nozes torna imprescindível a necessidade de um conhecimento aprofundado acerca da fisiologia desta espécie de forma a evitar alguns problemas que afetam a qualidade final do produto. A formação incompleta da semente que pode afetar o miolo inteiro ou surgir apenas em zonas isoladas na semente, é um dos problemas que deprecia a qualidade e para o qual não existe um controle eficaz por se desconhecer a sua origem.

A acumulação das reservas ao nível da semente que resultam no desenvolvimento dos tecidos de reserva do embrião depende de vários fatores associados à fisiologia da árvore. De forma a perceber a origem desta anomalia fisiológica no desenvolvimento do miolo da noz, foram avaliados vários parâmetros: teor de nutrientes, fibra, gordura e amido.

Verificou-se que o amido, de entre todos os resultados obtidos e analisados nesta dissertação, parece ser o parâmetro mais correlacionado com o enrugamento do miolo da noz. Obtiveram-se resultados muito significativos no teor de amido no súber dos ramos, observando-se nas variedades menos vigorosas (*Lara* e *Howard*) maior teor de amido e uma menor predisposição para a ocorrência deste dano. Sendo estas, as variedades que apresentam uma menor percentagem de miolo enrugado, e sendo menos vigorosas, não investem tanto em crescimento vegetativo, ficando com mais reservas de amido para o desenvolvimento da semente.

**Palavras-chave:** Nogueira; hidratos de carbono; nutrição; miolo

## Physiological anomalies in kernel development of walnut (*Juglans regia* L.)

### Abstract

Walnut (*Juglans regia* L.) is one of the most consumed nut species. This species, although known for a long time in the national territory, has shown recently an important increment with the establishment of new orchards from North to South of the country.

There is a growing interest in expanding the walnut production area which makes it essential to have an in-depth knowledge about the walnut physiology to avoid some problems that affect its final quality. The incomplete formation of the seed, which can affect the entire kernel or appear only in isolated areas in the seed, is one of the problems that depreciates the quality and for which there is no effective control due to its unknown origin.

The accumulation of seed reserves that result in the development of reserve tissues in the embryo depends on several factors associated with the physiology of the tree.

To understand the origin of this physiological anomaly in the development of the kernel, several parameters were evaluated: nutrient, fiber, fat, and starch content.

It was found that starch, among all the results obtained and analyzed in this dissertation, seems to be the parameter most correlated with the kernel shrivel. Very significant results were obtained in the starch content in branches. In the less vigorous varieties (*Lara* and *Howard*) it was quantified a higher starch content and a lower predisposition for the occurrence of this damage. This seems to indicate that, varieties with a lower percentage of kernel shrivel are less vigorous and consequently with lower investments in vegetative growth, becoming available more starch reserves to seed development.

**Keywords:** walnut; carbohydrates; nutrition; kernel shrivel

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>I</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>VII</b>
<b>Índice de Quadros</b> .....	<b>IX</b>
<b>Índice de Anexos</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de Siglas</b> .....	<b>XII</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. A cultura da noqueira</b> .....	<b>3</b>
2.1.1. A sua origem.....	3
2.1.2. A cultura da noqueira no mundo, Portugal e Alentejo .....	3
2.1.3. Sistemática e Morfologia.....	5
2.1.4. Requisitos edafoclimáticos .....	8
2.1.5 Ciclo vegetativo .....	10
2.1.5.1. Floração .....	13
2.1.5.2. Crescimento e maturação dos frutos.....	15
<b>2.2. A noz</b> .....	<b>20</b>
2.2.1. Características nutricionais da noz .....	20
2.2.2. Parâmetros de qualidade da noz .....	21
<b>2.3. Metabolismo e desenvolvimento do fruto</b> .....	<b>24</b>
2.3.1. Disponibilidade de água .....	24
2.3.2. Disponibilidade de nutrientes .....	27
2.3.3. Reservas de hidratos de carbono não estruturais (HCN).....	30
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1. Caracterização dos locais em estudo</b> .....	<b>34</b>
3.1.1. Localização .....	34
3.1.2. Caracterização climática.....	36

3.1.3. Caracterização edáfica .....	40
3.1.4. Caracterização dos pomares .....	43
3.1.5. Descrição das variedades de nozeiras utilizadas e porta-enxertos .....	45
<b>3.2. Recolha do material vegetal.....</b>	<b>46</b>
3.2.1. Na associação de produtores.....	46
3.2.2. No campo.....	47
<b>3.3. Parâmetros em estudo .....</b>	<b>47</b>
3.3.1 Determinação do teor de azoto (N).....	47
3.3.2. Determinação do teor em fibra .....	48
3.3.3. Determinação do teor em gordura .....	49
3.3.4. Marcha dos catiões .....	50
3.3.5. Determinação do Amido.....	51
<b>3.4. Análise e Delineamento estatístico .....</b>	<b>55</b>
<b>4. Resultados e Discussão .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1. Quantificação da percentagem de miolo enrugado na receção dos frutos ...</b>	<b>56</b>
<b>4.2. Influência do local de produção no enrugamento do miolo da variedade</b>	
<b><i>Chandler</i>.....</b>	<b>58</b>
4.2.1. Teor de N nas folhas .....	58
4.2.2. Teor de N presente no súber dos ramos.....	59
4.2.3. Teor de Amido no súber dos ramos.....	61
<b>4.3. Influência da variedade no enrugamento do miolo .....</b>	<b>62</b>
4.3.1. Teor de N nas folhas .....	62
4.3.2. Teor de N no súber dos ramos .....	63
4.3.3. Teor de Amido no súber dos ramos.....	63
<b>4.4. Comparação de nozes com e sem dano na variedade <i>Chandler</i> .....</b>	<b>65</b>
4.4.1. Teor de N no miolo.....	65
4.4.2. Teor em fibra do endocarpo da noz .....	66
4.4.3. Teor em gordura .....	67
4.4.4. Marcha dos catiões .....	67
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>69</b>

<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>71</b>
<b>7. Anexos.....</b>	<b>78</b>

## Índice de Figuras

Figura 1- Produção, área cultivada e produtividade de noz em Portugal nos anos 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020. (Adaptado de: Instituto Nacional de Estatística, 2018, 2020)	4
Figura 2 – Flor masculina e flor feminina. ....	7
Figura 3 - Diagrama da estrutura da noz. (Adaptado de: Wu et al., 2009).....	16
Figura 4 - Localização dos pomares de nogueiras (ArcGIS Desktop, versão 10.6).....	34
Figura 5 - Localização do produtor 1 na carta militar nº 426.....	35
Figura 6 - Localização do produtor 2 na carta militar nº 396.....	35
Figura 7 - Classificação climática de Köppen-Geiger (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).....	36
Figura 8 - Gráfico termopluiométrico de 1971-2000, da estação meteorológica de Évora. ....	37
Figura 9 - Gráfico termopluiométrico de 1971-2000, da estação meteorológica de Portalegre.....	39
Figura 10 - Delimitação da herdade do produtor 1 na carta de solos nº 36-B.....	40
Figura 11 -Delimitação da herdade do produtor 2 na carta de solos nº 32-C.....	42
Figura 12 – Localização das variedades produtoras no pomar do produtor 1 (Google Earth, 2019). ....	43
Figura 13 - Localização da variedade produtora no pomar do produtor 2 (Google Earth, 2019).....	44
Figura 14 – Metodologia para a determinação do teor de azoto (N).....	48
Figura 15 – Fibretherm. ....	48
Figura 16 – Gerhardt soxtherm.....	49
Figura 17 – Metodologia para a quantificação dos catiões. ....	51
Figura 18 – Percentagem de miolo enrugado entre variedades e produtores. ....	56
Figura 19 – Exemplo de miolo de noz enrugado.....	57
Figura 20 – Média do teor de N avaliado nas folhas da variedade Chandler dos 2 produtores para as diferentes datas de colheita. ....	59
Figura 21 – Médias e desvios padrão dos dois produtores do teor de N avaliado no súber dos ramos consoante as datas de colheita.....	61
Figura 22 – Média do teor de amido avaliado no súber dos ramos dos 2 produtores. ...	62

Figura 23 – Média do teor de N avaliado nas folhas para as 4 variedades do produtor 1. .....	63
Figura 24 – Médias do produtor 1 relativamente ao teor de amido avaliado no súber dos ramos consoante as datas de colheita. ....	64
Figura 25 – Média do teor de amido avaliado no súber dos ramos das 4 variedades consoante as datas de colheita no produtor 1. ....	65
Figura 26 – Médias do teor de N avaliado na noz (miolo). ....	66
Figura 27 – Média do teor de K avaliado no endocarpo da noz (casca). ....	68
Figura 28 – Média do teor de P avaliado no endocarpo da noz (casca).. ....	68



## Índice de Quadros

Quadro 1 - Estados fenológicos masculinos (Adaptado de: Iannamico, 2009).....	11
Quadro 2 – Estados fenológicos femininos (Adaptado de: Iannamico, 2009).....	12
Quadro 3 – Fases e duração do desenvolvimento da noz. ....	17
Quadro 4 - Composição bioquímica média do miolo de noz (Adaptado de: Lavialle et al., 1993; Germain et al., 1999).....	19
Quadro 5 - Número de dias de geada mensais (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).....	38
Quadro 6 - Número de dias de geada mensais (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).....	39
Quadro 7 - Delineamento estatístico adotado.....	55

## Índice de Anexos

Anexo I - Constituintes inorgânicos do miolo da noz (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: McCance & Widdowson's, 2014; Germain et al., 1999).....	78
Anexo II - Teor em vitaminas do miolo de noz, (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: McCance & Widdowson's, 2014; Germain et al., 1999).....	79
Anexo III - Teor em ácidos gordos do miolo de noz, (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: Germain et al., 1999).....	80
Anexo IV - Metades: miolos separados em duas partes mais ou menos iguais e intactas (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).....	81
Anexo V - Quartos: miolo separado longitudinalmente em quatro partes, mais ou menos iguais (United Nations Economic Commission for Europe, 2014). ....	82
Anexo VI - Pedacos grandes: porções menores do que um "miolo lascado", mas maiores do que um "pedaço partido " (United Nations Economic Commission for Europe, 2014). ....	83
Anexo VII - Pedacos: Porções de miolos que podem passar por uma tela de dimensionamento de 8 mm, mas não por uma tela de dimensionamento de 3 mm (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).....	84
Anexo VIII - Peças grandes e metades: uma mistura de miolos correspondentes aos “Pedacos grandes” e “Metades” (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).....	85
Anexo IX – Tolerâncias permitidas nos miolos de noz consoante a classe. ....	86
Anexo X – Diferenças significativas entre grupos calculadas através do teste de Tuckey com 5% de significância.....	87
Anexo XI - Tabela Anova do teor de N% no súber dos ramos, comparação entre média considerando a variedade e a data, com nível de significância de 5%. ....	88
Anexo XII - Tabela do teste da Anova do teor de N% no miolo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%... ..	89
Anexo XIII – Representação dos intervalos de confiança quanto à % amido no endocarpo da semente para frutos com e sem enrugamento do miolo, calculados com 5% de significância.....	90
Anexo XIV – Representação dos intervalos de confiança quanto à % de gordura no miolo para frutos com e sem enrugamento do miolo, calculados com 5% de significância. ...	91

Anexo XV - Tabela do teste da Anova do teor de Ca% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.....	92
Anexo XVI - Tabela do teste da Anova do teor de Mg% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.....	93
Anexo XVII - Tabela do teste da Anova do teor de K% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.....	94
Anexo XVIII - Tabela do teste da Anova do teor de P% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.....	95

## **Lista de Siglas**

Ca – Cálcio

Csa – Clima temperado com verão quente e seco

HCl – Ácido clorídrico

HCN – Hidratos de carbono não estruturais

K – Potássio

Kc – Coeficiente cultural

KOH – Hidróxido de Potássio

Mg – Magnésio

N – Azoto

P – Fósforo

pH – Potência de Hidrogénio

S – Enxofre

## 1. Introdução

A Nogueira (*Juglans regia* L.) é das espécies de frutos secos mais consumidas. Esta espécie, embora conhecida há muito tempo no território nacional, tem vindo a ganhar importância observando-se a implantação de novos pomares de Norte a Sul do país. Particularmente no Alentejo, com a utilização dos novos perímetros de rega, esta espécie tem ganho recentemente uma importância crescente.

O interesse em aumentar a produção de nozes torna imprescindível a necessidade de um conhecimento aprofundado acerca da fisiologia desta espécie de forma a evitar alguns problemas que afetam a qualidade final do produto.

A presença de nozes vazias ou com um incompleto desenvolvimento do miolo, é um problema fisiológico que pode, em determinados anos, ocorrer nas nozes com graus de intensidade variável e que se designa vulgarmente por enrugamento do miolo (*kernel shrivel*). De um modo geral, este problema é mais acentuado na variedade *Chandler*, em comparação com as outras variedades, embora ainda não tenham sido identificados os aspetos relevantes para a maior suscetibilidade desta variedade.

Dos vários problemas associados à qualidade da noz, o incompleto enchimento do miolo é um dos que tem mais impacto principalmente na comercialização da noz com casca. O deficiente enchimento do miolo leva a nozes de peso inferior, em que o interior não se encontra totalmente preenchido, podendo em casos mais severos o miolo estar reduzido apenas ao pericarpo da semente. O mau desenvolvimento da semente para além de levar a perdas de produção, obriga antes da calibração à necessidade de seleção e separação de todas estas nozes vazias ou de fraca qualidade. A indústria habitualmente recorre a sopradores para fazer esta separação, no entanto o incompleto enchimento do miolo pode manifestar-se por graus de intensidade. Assim, se este for um problema muito extenso dentro da noz, e ficando esta com um peso muito inferior, existe a possibilidade desta noz ser bem descartada, pela ação do soprador. No entanto este problema pode estender-se apenas a uma pequena região da semente o que dificulta a sua seleção através da ação do soprador. A presença deste dano desvaloriza a produção diminuindo o retorno para o produtor, bem como dificulta toda a logística final do processamento e embalamento da noz. Para uma separação eficaz e fazer cumprir as especificações das normas de

qualidade, a presença de nozes com incompleto desenvolvimento do miolo, exige ajustes diferentes nos sopradores de acordo com a extensão dos danos presentes no miolo da noz.

A acumulação das reservas ao nível da semente que resultam no desenvolvimento dos tecidos de reserva do embrião depende de vários fatores associados à fisiologia da árvore. A produção de fotoassimilados pela árvore com a posterior distribuição e acumulação em maior ou menor quantidade no tronco e nos ramos parece ser um fator que contribui para este problema. A distribuição da luz ao nível da copa e a maior ou menor exposição das zonas da copa parece ser outro dos fatores que contribui para a formação incompleta da semente.

Com o objetivo de avaliar a contribuição do local e da variedade na ocorrência do enrugamento do miolo, foram analisadas neste trabalho, durante o período de crescimento do fruto duas frações do fruto, o endocarpo e a semente, aqui designada por miolo, bem como folhas e súber de ramos com 1 ano. Os parâmetros quantificados no material vegetal foram: teor de nutrientes, fibra, gordura e amido, de forma a perceber a sua relação com a ocorrência desta anomalia fisiológica.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. A cultura da noqueira**

#### **2.1.1. A sua origem**

A teoria da origem da cultura da noqueira, que por norma é mais aceite, é a de que esta seja originária da Ásia Central, numa área que se estende entre a Turquia e os Himalaias, embora com centro provável no Irão, de onde foi levada pelos gregos para a Europa. Depois, terá sido difundida pelo resto da Europa e posteriormente na América.

Existe ainda outra hipótese que sugere a presença da noqueira comum na Europa antes destas civilizações, hipótese esta suportada pela descoberta de pólen com 5000 anos, pertencentes a árvores que sobreviveram à última glaciação (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

#### **2.1.2. A cultura da noqueira no mundo, Portugal e Alentejo**

Atualmente, a nível mundial, os principais produtores de nozes são a China, os Estados Unidos da América e o Chile, representando no seu conjunto mais de 2/3 da produção mundial (Almeida, 2020).

Já em Portugal, o cultivo desta espécie encontra-se um pouco disperso por todo o país. Os pomares ordenados assumem maior importância nas regiões de Trás-os-Montes – Bragança e Mirandela, na região da Beira Litoral – Condeixa, Penela e Miranda do Corvo, e na região do Alentejo – Estremoz, Arraiolos, Portalegre, Castelo de Vide e Marvão (Marketing Agrícola, 2017). A região do Alentejo é aquela que mais superfície e produção tem, seguindo-se por ordem decrescente as regiões do Norte, Centro e Algarve, (Instituto Nacional de Estatística, 2018).

Para Almeida (2020) em termos globais a produção de noz em Portugal tem rondado as 4000 t, parecendo haver uma tendência crescente nos últimos anos.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, nos anos 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 a produção e a área cultivada foram de 4299, 4569, 4750, 6158 e 5111 t e 3303, 3525, 3851, 5371 e 5397 ha, respetivamente. Apesar da área cultivada ter vindo a aumentar, a produtividade tem vindo a diminuir, tal como se verifica na figura 1.

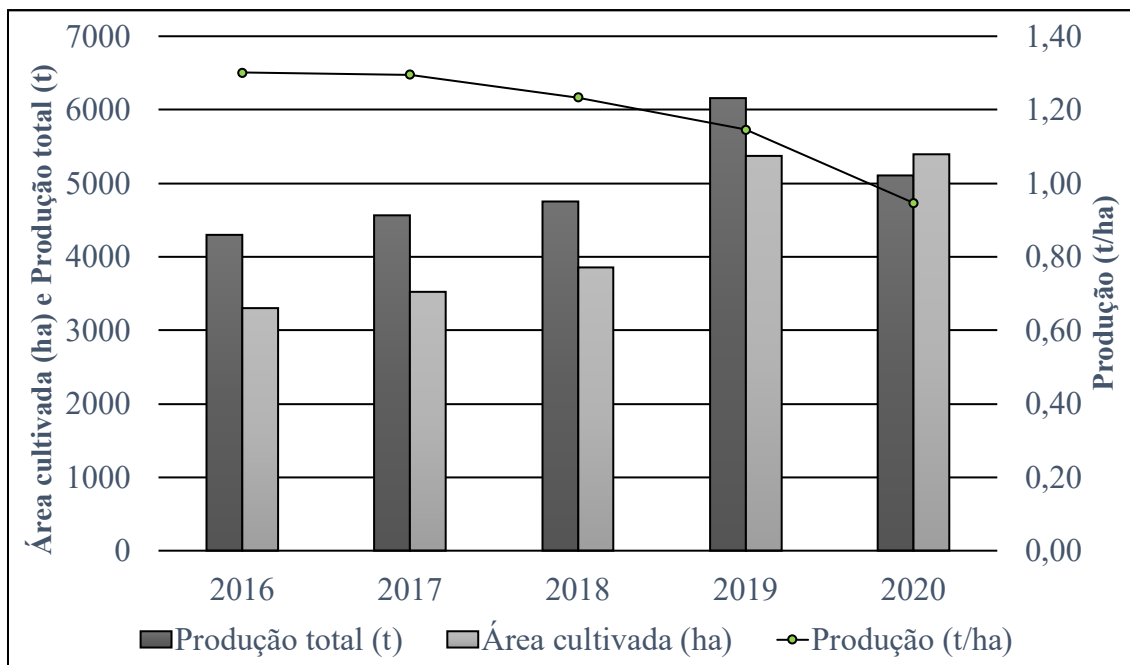


Figura 1- Produção, área cultivada e produtividade de noz em Portugal nos anos 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020. (Adaptado de: Instituto Nacional de Estatística, 2018, 2020)

No contexto do mercado mundial a comercialização da noz com casca é pouco habitual, no entanto em Portugal existe um grande volume da produção que é comercializada desta forma. O mercado da noz em Portugal valoriza o facto deste fruto seco se apresentar com casca quer pela tradição do consumo deste fruto seco, quer pelo facto de esta ser a forma que permite a uma conservação mais duradoura. Tal como no mercado português o mercado australiano, recorre maioritariamente à comercialização de nozes com casca apenas uma pequena percentagem é comercializada já sem casca e processada. Segundo alguns autores, muito poucos produtores processam as nozes, pois isto faz aumentar muito o valor do produto final (Adem, 2003).

Em contraste com esta situação, o comércio mundial de nozes é feito maioritariamente de produto processado, o que justifica o principal uso final do produto como sendo as indústrias de panificação e confeitaria. O processamento deste fruto seco para a obtenção



de miolo, envolve a fase de descasque, separação das cascas do miolo e a calibração do miolo. Este processo pode apresentar um grau variável de sofisticação podendo existir sensores óticos para separação do miolo através da cor. A conservação do produto descascado é mais difícil já que este perde mais facilmente qualidade por oxidação da fração lipídica. Uma forma de evitar estas perdas das características nutricionais do miolo de noz, é este ser embalado em atmosfera protetora. A atmosfera protetora recorre a um gás ou uma mistura de gases, de acordo com o Regulamento (CE) nº1333/2008, que na ausência de oxigénio permitem aumentar a longevidade do produto.

A venda de miolo de noz pode ser uma alternativa para as nozes que ficam com a casca danificada ou apresentam calibres reduzidos, evitando assim o desperdício e permitindo aumentar a oferta de outros produtos mais atrativos ao consumidor.

Na Europa até 2030 espera-se um aumento de 319 g per capita semanais, no consumo de nozes assim como para todos os frutos de casca rijas, pelo que é esperado, para a produção de nozes, um aumento da sua superfície. No entanto a disponibilidade de água na região do Mediterrâneo parece vir a tornar-se o grande travão à expansão da cultura.

### **2.1.3. Sistemática e Morfologia**

A noqueira é denominada por *Juglans regia* Linnaeus, pertence à ordem *Fagales*, à família das *Juglandaceae* e ao género *Juglans*, cujo número de espécies é significativo. Existem cerca de 17 espécies englobadas em três grupos com quatro secções:

- Nogueiras brancas, secção *Dioscaryon* – à qual a *Juglans regia* pertence. De origem europeia e persa são as noqueiras normalmente cultivadas e tipicamente identificadas pelo fruto;
- Nogueiras negras, secção *Rhysocaryon* – incluem-se neste grupo as espécies *J. rupestris*, *J. hindsii*, *J. nigra*, entre outras, todas originárias da América do Norte e América Central;

- Nogueiras cinzentas, secções *Trachycaryon* e *Cardiocaryon* – a primeira secção é representada por uma única espécie com origem norte-americana, a *J. cinerea*, as restantes espécies pertencem à segunda secção, com origem asiática e incluem a *J. cathayensis*, *J. ailanthifolia* e a *J. sieboldiana*.

Embora os frutos destas espécies sejam todos comestíveis é a *J.regia* a espécie mais cultivada pelos seus frutos e a *J.nigra* pela sua madeira e pelas suas características como porta-enxerto.

Em termos de morfologia é uma árvore de folha caduca, ou seja, as suas folhas secam e caem quando chega o outono. Estas desenvolvem-se de forma alternada e são compostas, ovaladas, de margem inteira e tem um comprimento de aproximadamente 30 cm. A noqueira é uma árvore muito vigorosa e de grande dimensão podendo chegar a alcançar 30 m de altura (aproximadamente) e uns 3 a 4 m de diâmetro.

É uma espécie muito ramificada, com uma copa muito ampla que projeta uma sombra densa sob ela. O seu tronco é robusto e de uma tonalidade esbranquiçada. Tem um sistema radicular composto por uma raiz principal pivotante a qual pode atingir grandes profundidades.

Segundo Bernard *et al.* (2017) a noqueira é uma espécie monoica, ou seja, tem flores masculinas e femininas em gomos e inflorescências separadas na mesma planta. As primeiras desenvolvem-se em amentilhos de cor amarelo-esverdeado, cilíndricos e distribuídos nos terminais dos rebentos do ano anterior que se formam durante a fase de crescimento e estão visíveis nos ramos durante o período de repouso invernal, retomando o desenvolvimento na primavera até à plena maturação dos órgãos florais e libertação do pólen. Como a formação e o desenvolvimento dos amentilhos ocorre em dois anos consecutivos, pode dizer-se que o ciclo reprodutivo masculino é bienal. As flores femininas crescem individualmente ou em grupos de dois, estas aparecem nos ramos jovens do ano, normalmente na extremidade, em posição apical. Os gomos que dão origem aos crescimentos do ano e à frutificação aparecem nos ramos do ano anterior, apenas um ou em número reduzido em posição apical (terminal) ou subapical, ou então em número elevado, em posição axilar, distribuídos ao longo do ramo. Se a indução floral ocorrer apenas no período pré ou pós abrolhamento, no final do inverno e início da

primavera, o ciclo reprodutivo feminino da noqueira pode considerar-se anual. Se a condição de desenvolvimento da árvore durante o período de formação dos gomos influenciar o aparecimento ou o número de flores no ano seguinte, o ciclo reprodutivo feminino terá que ser considerado bienal, tal como na grande maioria das espécies frutícolas (Almeida, 2017). Das flores femininas nascem os frutos.



Figura 2 – Flor masculina e flor feminina.

Sendo uma espécie autocompatível apresentam dicogamia, ou seja, existe separação temporal na maturação das flores masculinas e femininas, sendo as diferentes variedades incompatíveis. Assim há uma necessidade de ocorrer a polinização cruzada com a utilização de variedades polinizadoras (Husqvarna, 2019).

De acordo com infoAgro (2001) a descrição morfológica da noqueira pode completar-se com os seguintes elementos:

- Árvore vigorosa (até 24 a 27 m de altura e tronco até 3 a 4 m de diâmetro). Copa ramificada, arborescente, de forma esférica compacta. Tronco ereto com casca cinzenta e grossa, ramos jovens com casca lisa e vermelho-escura, ramos velhos com casca sulcada e cinzenta.
- Sistema radicular muito desenvolvido, com raiz principal profunda e raízes secundárias superficiais e robustas.
- Folhas grandes imparipinuladas, de cor verde opaco, glabras, de odor intenso e desagradável, ricas em taninos (tal como nas outras partes da planta). Cinco a nove folíolos ovais, em geral inteiros (com nervuras inferiores salientes), com pecíolo curto, opostos ou quase, com 6 a 12 cm de comprimento e 3 a 6 cm de largura.

- Gomos de tamanho variável, ovais arredondados, finamente tomentosos e cobertos exteriormente por 2 escamas que envolvem mais ou menos completamente as peças mais “tenras”. Os gomos terminais são eretos, os laterais pendentes. Aparecem sobre uma cicatriz foliar larga e sobrelevada.
- Flores monoicas. Flores masculinas em amentilhos longos de 6 a 8 cm, quase sempre solitários, de cor verde acinzentada e inseridos na parte superior dos raminhos do ano anterior. As flores femininas são solitárias ou em grupos de até 5, em espigas terminais, na parte superior dos ramos do ano corrente, suportados por um pedúnculo curto e grosso. O receptáculo floral leva um pequeno perigónio com 3 ou 4 dentinhos. O ovário é ínfero, aderente, uniovular e terminado por 2 estigmas muito curtos.
- O fruto é uma noz grande, drupácea, com mesocarpo carnudo e endocarpo duro, enrugado, formado por duas valvas. O interior está incompletamente dividido em duas ou quatro câmaras. A semente tem 2 ou 4 lóbulos e apresenta-se com muitos sulcos e reentrâncias.

#### **2.1.4. Requisitos edafoclimáticos**

Os fatores climáticos que podem influenciar a adaptação e a produtividade da noqueira são: temperatura, precipitação, humidade relativa e o vento.

O intervalo de temperatura que é considerado ótimo para o desenvolvimento da atividade fotossintética situa-se entre os 15 °C e os 30 °C, abaixo dos 10 °C e acima dos 38 °C pode verificar-se uma redução da mesma (Adem, 2003).

A noqueira requer um clima mediterrânico, pois é uma planta moderadamente exigente em frio invernal, necessitando em média de 600 a 800 h de frio (número de horas com temperaturas inferiores a 10 °C), isto para que se inicie o período vegetativo e tenha uma floração e frutificação com sucesso. Esta é uma necessidade que varia consoante a variedade, podendo haver variedades que necessitem de menos ou mais horas de frio.

Desta forma, a estação fria pode ser um fator limitante na produção de nozes, pela ausência de horas de frio para quebrar a dormência e ter um crescimento vegetativo e

floração satisfatórias. Na ausência das horas de frio necessárias, a abertura e a floração dos botões serão irregulares e retardadas (Verma, 2014).

A noqueira é uma árvore com uma grande capacidade de conseguir resistir a temperaturas abaixo dos 0 °C durante o repouso invernal, contudo quando os diferentes órgãos da árvore estão formados, como por exemplo os frutos vingados, as flores, as gemas e principalmente durante a floração, esta capacidade de resistência a baixas temperaturas não acontece. Estes órgãos são bastante suscetíveis às geadas que podem ocorrer durante a primavera. No verão temperatura superior a 38 °C, juntamente com a baixa humidade, pode queimar os frutos.

Conforme descrito por Almeida (2017) as condições ambientais mais amenas (zonas ou regiões menos frias durante o inverno) tendem a agravar a dicogamia, enquanto o contrário ocorre nas regiões mais frias.

A precipitação de um modo geral para as fruteiras é um fator bastante importante e limitante nas nossas condições de clima mediterrânico, uma vez que além de se verificar um elevado deficit hídrico durante o verão e parte da primavera, no outono, também ocorrem, por vezes, períodos de seca. Desta forma, é complicado fazer esta cultura em sequeiro, uma vez que é necessário um mínimo de 700 a 800 mm de precipitação anual e de preferência bem repartidos, que no nosso clima não acontece. Verificando-se nos meses de maior necessidade hídrica (junho, julho e agosto) a ausência de precipitação. Deve-se ter em consideração áreas onde a disponibilidade de água seja abundante, pois considera-se que a produtividade desta cultura beneficia largamente com regadio, sendo cada vez mais uma opção por parte dos produtores.

A humidade relativa é outro fator importante, especialmente se se verificarem valores elevados durante a primavera, pois pode ser um fator favorável para o desenvolvimento de doenças, como a bacteriose e fungos. Daí que a ausência de precipitação nesta altura, seja uma razão de interesse para a cultura e que não seja desejável chuvas tardias de outono, uma vez que podem provocar atrasos na colheita e diminuição da qualidade dos frutos se estes permanecerem muito tempo no solo em condições de humidade.

O vento tem uma elevada importância, especialmente, durante a polinização, pois os ventos fortes podem dificultar a polinização, ao mesmo tempo que provocam a queda dos amentilhos e dos frutos recém vingados. Por outro lado, o vento pode provocar a dessecação das folhas pelo aumento da taxa de transpiração.

O vento forte, nos primeiros anos, pode dificultar a formação das árvores, sendo que recurso a tutores permite o seu estabelecimento. Assim, o desenho da plantação, tem de ter em conta a direção dos ventos dominantes (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

Os melhores solos para esta cultura, devem ser solos com uma textura franca-arenosa a franca-argilosa, profundos não inferiores a 2 m, bem arejados, ricos em matéria orgânica e com boa drenagem. Sendo que as raízes podem atingir os 3 a 4 m de profundidade em condições favoráveis, necessitam de solos profundos, sem perfis compactados, com uma boa permeabilidade. É uma cultura extremamente sensível à asfixia radicular, desta forma, em determinadas condições é mais prejudicial um excesso de água do que quantidades insuficientes.

A noqueira é uma planta calcífuga, o que significa que é pouco tolerante à presença de cálcio no solo, além de requerer um pH do solo entre 6 e 8. O excesso de calcário, pelo efeito que tem na insolubilização de alguns elementos, tornando-os indisponíveis para as plantas, manifesta-se muitas vezes na forma de clorose. É igualmente muito sensível à salinidade, sendo que uma condutividade elétrica do extrato de saturação do solo superior a 3 dS/m pode reduzir a produção em cerca de 30% (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

### **2.1.5 Ciclo vegetativo**













A noqueira, tal como outras árvores de fruto da região temperada, com utilização comercial, em termos do ciclo vegetativo anual, podemos considerar duas fases: a fase de repouso invernal e a fase de atividade vegetativa.

O repouso invernal é o período entre a queda das folhas (paragem do crescimento vegetativo, no outono) até ao início da atividade vegetativa no final do inverno. O período de atividade vegetativa tem início no final do inverno, com os primeiros sinais de














atividade até à queda das folhas. É neste período que se diferenciam os vários órgãos da noqueira, que se designa por estados fenológicos.

No ciclo vegetativo anual das noqueiras podemos considerar: o repouso vegetativo, abrolhamento, floração, crescimento e maturação do fruto, colheita e entrada no repouso vegetativo com a queda da folha. Na fase de abrolhamento podemos considerar as seguintes fases (Quadro 1 e Quadro 2).

Quadro 1 - Estados fenológicos masculinos (Adaptado de: Iannamico, 2009).

<b><i>Amr</i></b> Amentilho em fase de diferenciação	<b><i>Amv</i></b> Amentilho no final do verão	<b><i>Amg</i></b> Amentilho em repouso invernal	<b><i>Bm</i></b> Início de crescimento
			
<b><i>Cm</i></b> Individualização das flores masculinas	<b><i>Dm</i></b> Separação das flores masculinas	<b><i>Dm<sub>2</sub></i></b> Abertura das flores masculinas	<b><i>Em</i></b> Separação das anteras
			
<b><i>Fm</i></b> Início da deiscência das anteras	<b><i>Fm<sub>2</sub></i></b> Deiscência total das anteras	<b><i>Gm</i></b> Anteras vazias de pólen	<b><i>Hm</i></b> Queda dos amentilhos
			

Quadro 2 – Estados fenológicos femininos (Adaptado de: Iannamico, 2009).

<p><b><i>Af</i></b> Gema em repouso invernal</p> 	<p><b><i>AF<sub>2</sub></i></b> Queda das escamas externas</p> 	<p><b><i>Bf</i></b> Gema inchada</p> 	<p><b><i>Cf</i></b> Rebentação</p> 
<p><b><i>Cf<sub>2</sub></i></b> Individualização das folhas</p> 	<p><b><i>Df</i></b> Individualização de fóliosolos</p> 	<p><b><i>Df<sub>2</sub></i></b> Folhas soltas</p> 	<p><b><i>Ef</i></b> Aparecimento das inflorescências</p> 
<p><b><i>Ff</i></b> Aparecimento dos estigmas</p> 	<p><b><i>Ff<sub>1</sub></i></b> Divergência dos estigmas</p> 	<p><b><i>Ff<sub>2</sub></i></b> Estigmas curvados</p> 	<p><b><i>Ff<sub>3</sub></i></b> Início do escurecimento dos estigmas</p> 
<p><b><i>Gf</i></b> Estigmas secos</p>			
			



### 2.1.5.1. Floração

Como referido anteriormente, a noqueira é uma espécie monoica, autocompatível em que todas as variedades são intercompatíveis, contudo, a floração das flores masculinas e femininas quase nunca ocorre ao mesmo tempo, ou seja, acontece o fenómeno designado de dicogamia, para além de terem diferentes durações. Desta forma, como a autofertilização é condicionada pela dicogamia, é necessário haver polinização cruzada, ou seja, intercalar com árvores polinizadoras cuja emissão de pólen coincide com a floração feminina das variedades produtoras.

A floração e a duração do período em que as flores se encontram ativas é condicionado pela variedade e por fatores ambientais. A duração da floração feminina depende da variedade, sendo pouco influenciada pelas condições climáticas existentes ao longo desse período. Em média tem a duração de 15 a 20 dias, ocorrendo a plena floração num período de 8 a 10 dias. Uma primavera quente acelera o desenvolvimento dos amentilhos, enquanto tem uma influência menos marcada na floração feminina. Já as temperaturas mais baixas, na época do arranque da vegetação, atrasam a floração masculina e não influenciam a feminina. Outro fator que pode ter consequências na dicogamia, é a idade das plantas. Em árvores adultas, a floração é geralmente mais prolongada do que nas árvores mais jovens (Batista, 2013). Em algumas cultivares existe uma percentagem de flores mais tardias que, quando são fecundadas, dão origem a nozes de pequeno calibre (Regato *et al.*, 2004 citado por Bergougnoux & Grosperre, 1981).

A polinização é anemófila e tendo em conta que todas as variedades são intercompatíveis, basta assegurar que as florações femininas e masculinas coincidam, uma vez que existem diferentes variedades no pomar.

Deve-se ainda ter em conta que o aparecimento dos amentilhos, na maioria dos casos, é um a dois anos posterior ao aparecimento das flores femininas, o que pode atrasar a entrada em produção. Pode-se considerar adequados valores de 2 a 4% de árvores polinizadoras a serem intercaladas nos pomares, embora seja uma questão que ainda não está totalmente esclarecida (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

Apesar das flores femininas de uma árvore ou variedade poderem ser fecundadas pelo pólen da mesma árvore (Palomares, 2008), a polinização da noqueira é, geralmente, cruzada devido à dicogamia. Acerca do desfasamento temporal das duas florações, é mais

frequente a ocorrência da floração masculina antes da feminina (protandria), embora algumas cultivares exibam o fenômeno contrário (protoginia). A simultaneidade das florações masculina e feminina é relativamente rara na noqueira (Almeida, 2017). Em muitos casos, o período de floração feminina não é totalmente coberto pela floração masculina, sendo necessário haver mais do que uma variedade polinizadora. Como a polinização da noqueira é anemófila (através do vento) as polinizadoras devem ser em número adequado e tendo em conta os ventos dominantes (Iannamico, 2009). Uma inadequada escolha ou distribuição das polinizadoras pode ser um fator importante para o insucesso da polinização por falta de pólen no momento em que as flores femininas estão recetivas. No entanto, uma excessiva carga de pólen durante a floração também pode ser prejudicial, originando um fenômeno de abscisão (aborto) das flores pistiladas (femininas), conhecido por PFA (*pistillate flower abscission or abortion*). O excesso de pólen simula a produção de etileno, causando a abscisão das flores e reduzindo, assim, o vingamento dos frutos e conseqüentemente uma diminuição da produção (Almeida, 2017).

Os amentilhos da noqueira libertam o pólen a partir do estado fenológico "Fm", durante dois ou três dias até ao estado "Fm2". A polinização das flores femininas, é possível logo que se dá o início da divergência dos estigmas, mas atinge o estado ótimo de recetividade, no momento em que os estigmas estão bem desenvolvidos, mas não estão ainda completamente divergentes, com uma coloração verde-amarelada e extremidade alaranjada, ou seja, no estado fenológico "Ff1". A taxa de fecundação vai diminuindo à medida que os estigmas com coloração verde-amarelado pálido se dobram (estado fenológico "Ff2"), porque a epiderme do estigma deixa de produzir as substâncias oleosas que facilitam a penetração do tubo polínico.

Segundo Bergougnoux & GrosPierre (1981) e Germain *et al.* (1972), a polinização torna-se nula ou inexistente quando o estigma fica castanho. O período recetivo de cada flor, ocorre durante os estados fenológicos "Ff" a "Ff2" e num período entre 4 e 6 dias. No entanto outros autores consideram períodos diferentes:

- 3 a 5 dias (Forde & Griggs, 1972).

- 1 a 8 dias (Nyéki & Soltész, 1996).

### 2.1.5.2. Crescimento e maturação dos frutos

Os hábitos de frutificação e crescimento são muito importantes na caracterização e na capacidade produtiva das diversas cultivares de noqueira. De acordo com Palomares (2008), existem três tipos de cultivares quanto aos seus hábitos de frutificação:

- **Frutificação apical:** as cultivares tradicionais europeias, nomeadamente as francesas, possuem gomos florais (femininos) apenas na extremidade dos ramos do ano anterior. Localizada na posição subapical ocorre o abrolhamento de um gomo na primavera seguinte ao seu aparecimento, este dará origem a um ramo herbáceo, na extremidade do qual aparecem as flores femininas. Ou seja, em posição subapical no ramo do ano anterior desenvolve-se um novo ramo (a partir de um gomo foliar) que vai atemper e dar origem a um novo gomo apical que irá produzir no ano seguinte. As cultivares com frutificação apical apresentam uma frutificação periférica e uma capacidade produtiva menor.
- **Frutificação lateral:** nas cultivares californianas, os gomos florais (femininos) aparecem não apenas em posição apical como também em posição lateral, ou seja, formam-se também nas axilas de algumas folhas dos ramos do ano anterior, dando origem a ramos frutíferos herbáceos, em geral curtos. Nos ramos do ano anterior, desenvolvem-se também alguns ramos não frutíferos (de gomos foliares), onde se formarão os gomos para produzir no ano seguinte. As cultivares com frutificação lateral são mais produtivas e têm uma frutificação mais distribuída pela copa.
- **Frutificação subapical:** algumas cultivares têm hábitos de frutificação intermédios entre a apical e a lateral. São cultivares que exibem uma dominância apical menos intensa, pelo que os gomos florais (femininos) aparecem não só na extremidade como também em posição subapical nos ramos do ano anterior. De igual forma, podem desenvolver-se vários ramos não frutíferos (de gomos foliares) onde se formam os gomos que irão produzir no ano seguinte.

O fruto é uma drupa deiscente que apresenta uma curva de crescimento em sigmoide, em que o mesocarpo é carnudo e o endocarpo duro. A semente de superfície sinuosa, é

formada por dois ou quatro lóbulos, simétricos e rodeados por um tegumento de cor castanho-claro, com muitos sulcos e reentrâncias. (Almeida, 2017).

O pericarpo e o mesocarpo são uma estrutura segmentada em quatro partes que, quando desidratadas, abrem-se, deixando o endocarpo e a semente livres. As nozes compostas pelo endocarpo e pela semente têm normalmente 2 a 6 cm de comprimento e pesam 4 a 12 g cada, sendo que o desenvolvimento completo do fruto precisa cerca de 135 a 160 dias, a partir do momento em que ocorre o processo de polinização. Pode acontecer que no caso das variedades de floração precoce a maturação ocorra antes das de floração tardia (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

A casca da noz é a casca externa dura (endocarpo) da noz, é constituída por celulose, hemicelulose, lignina e outras substâncias moleculares pequenas e representa 67% do peso total da noz (Zheng *et al.*, 2019). O fruto só é formado após a fecundação, este resulta dos tecidos do ovário maduro. No interior do fruto está localizada a semente.

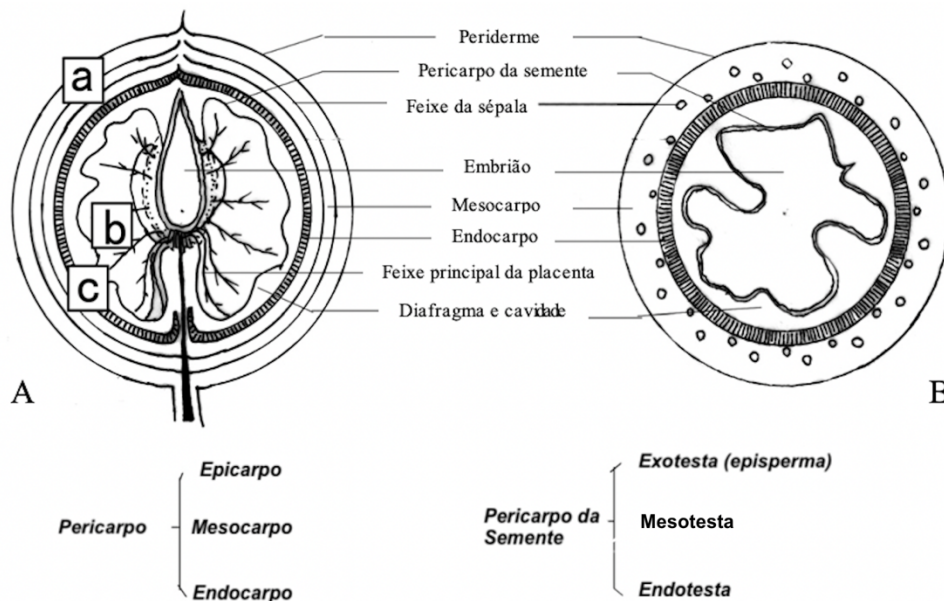


Figura 3 - Diagrama da estrutura da noz. (Adaptado de: Wu et al., 2009)

(A) Esta seção mostra uma seção vertical do tecido do fruto e o local de onde as amostras foram retiradas, ou seja, o mesocarpo (a), o tegumento (b) e o endocarpo (c). Esta seção mostra o epicarpo na parte externa, o endocarpo (casca) na parte interna e o mesocarpo no meio. Pode-se observar uma rede vascular a desenvolver-se nos cotilédones que estão em expansão dentro do tegumento. Na Fig. 3a pode-se observar o movimento e distribuição do mesocarpo e tegumento; o feixe da placenta fornece nutrientes para a semente (embrião). Seção transversal do tecido da noz (B).

A parede desenvolvida do ovário é o pericarpo, que corresponde ao fruto propriamente dito. Este tecido envolve a semente, que é formada pelo tegumento (ou casca) e a noz. O tegumento tem origem a partir dos tegumentos dos óvulos e a noz é constituída pelo embrião e o endosperma, o tecido de reserva de nutrientes para a germinação. O pericarpo é dividido em três camadas: o epicarpo, camada mais externa, originada da epiderme externa do ovário; mesocarpo, camada mediana, localizada entre o epicarpo e o endocarpo; e endocarpo, camada mais interna, formada a partir da epiderme interna do ovário. O processo e a duração das diferentes fases encontram-se descritos no quadro 3.

Quadro 3 – Fases e duração do desenvolvimento da noz.

Fase	Duração (semanas)
Fecundação	1
Crescimento rápido do fruto	8
Endurecimento da casca	7
Maturação	4-7

Após a fecundação o desenvolvimento do fruto é bastante rápido demorando cerca de 7 semanas a atingir o tamanho próximo do definitivo, seguindo-se o endurecimento da casca, demorando esta fase cerca de 7 semanas. Na fase de maturação o fruto já atingiu o seu tamanho definitivo e a morfologia está completa, apenas ocorrendo uma série de transformações interiores com vista ao amadurecimento do fruto, fase que pode durar entre 4 e 7 semanas, dependendo das variedades.

Segundo Wu *et al.* (2009), as mudanças das características do mesocarpo dividem-se em três fases: inicial (40 dias após a antese), intermédia (41–80 dias após a antese) e final (81–120 dias após a antese).

**Fase inicial:** As células do parênquima do pericarpo comum exibem as principais características de uma célula jovem, são elas: um grande volume celular, uma parede celular fina, um pequeno espaço intercelular, diferentes tipos de organelos ricos em citoplasma, maduros e abundantes mitocôndrias e retículo endoplasmático, e numerosos plasmodesmos entre as células. Foi demonstrado que todas essas características estruturais existem em células que participam da via simplástica do mesocarpo.

As substâncias orgânicas são transferidas de uma célula para outra pelos plasmodesmos no mesocarpo da noz em desenvolvimento. Durante o crescimento inicial, a grande maioria das células contém grãos de amido, o que pode estar relacionado a um ajuste da osmolaridade celular entre os grãos de amido e a conversão de açúcar em sacarose. O núcleo da célula está localizado no centro da célula.

**Fase intermédia:** conforme o fruto se desenvolve, o espaço intercelular aumenta, assim os vacúolos e o núcleo da célula são empurrados em direção à parede da célula, enquanto as vesículas que apareceram na fase inicial de desenvolvimento se tornam, gradualmente, maiores. Um dos sinais mais representativos do metabolismo ativo na célula é a formação de um retículo endoplasmático maciço, no qual aparece um retículo endoplasmático rugoso.

**Fase tardia:** a célula parece desintegrar-se, apresentando redução de volume, espessamento da parede celular, alargamento do espaço intercelular e desintegração maciça de organelos. As células são rapidamente e cada vez mais deslocadas por células de hidroxibenzeno (Li *et al.*, 2011), nas quais muitos grãos grandes de hidroxibenzeno se formam, e nas quais a redução dos grãos de amido é bastante óbvia. As vesículas ainda estão ativas e um movimento considerável é observado, mas a direção do movimento não é clara. Os grãos de hidroxibenzeno aumentam em número com uma desintegração concomitante da mitocôndria, enquanto o núcleo da célula e nucléolo ainda são visíveis nesta fase.

Na estrutura celular do pericarpo carnudo, a célula apresenta uma rápida expansão, acumulação e transformação de nutrientes, ou seja, entra gradualmente amido ou açúcar na semente, enquanto a desintegração celular é um processo contínuo que tem um efeito óbvio, ou seja, o pericarpo carnudo totalmente desenvolvido fornece nutrição para o crescimento da semente. Isso implica que o pericarpo carnudo desempenhe o papel de um reservatório temporário de nutrição para a semente crescer. Podemos observar um fenômeno semelhante em outras estruturas como os frutos carnudos, como as maçãs e peras, embora haja diferenças: esses frutos sofrem um aumento considerável das suas células e quantidades consideráveis de açúcar acumulam-se durante a maturação (Liu, 2004). De acordo Xi & Liu (2005) as células do parênquima do mesosperma apresentam características de células imaturas, ou seja, alta atividade metabólica e armazenamento

maciço de nutrientes na célula. Durante o período posterior do desenvolvimento da semente, massas de nutrientes mudam completamente para o embrião (cotilédone) e os grãos de amido não podem ser encontrados no tegumento. Isto parece indicar que as células do parênquima do tegumento da semente, no início do desenvolvimento atuam como um repositório temporário utilizado no transporte de nutrientes do pericarpo carnudo para o embrião da semente. Conforme a maturação entra numa fase posterior, o conservante hidroxibenzeno no tegumento da semente assume uma função protetora no embrião maduro. O tegumento da semente protege os lipídios, ou seja, os ácidos gordos insaturados, que representam 63-75% do conteúdo da semente de noz.

Segundo Germain *et al.* (1999) o miolo de noz representa de 35 a 60% (consoante a variedade) da massa da noz, tem um alto valor energético e o seu óleo é de grande valor dietético, pois é constituído por ácidos gordos na sua maioria polinsaturados (ácidos gordos linoleicos e linolénico).

Quadro 4 - Composição bioquímica média do miolo de noz (Adaptado de: Lavalie *et al.*, 1993; Germain *et al.*, 1999).

<b>Constituintes</b>	<b>Teor (%)</b>	<b>Constituintes</b>	<b>Teor (%)</b>
Lípidos	51 a 69	Fibras Alimentares	4,6 a 7,5
Proteínas	11 a 19,6	Água	4,5
Glúcidos	10 a 15	Sais	2

Os constituintes inorgânicos do miolo de noz apresentam-se no anexo I.

O miolo de noz é uma fonte de cálcio, fósforo, potássio e de ferro (a nível dos produtos vegetais é uma importante fonte de ferro facilmente assimilável) e de vitaminas A, B1, B2, B6, C e E.

A composição média de vitaminas do miolo de noz é apresentada no anexo II.

Lavalie *et al.* (1993) afirmaram que, o miolo de noz é também constituído por polifenóis que estão presentes sobretudo na sua epiderme e que têm uma importante ação antioxidante. Funcionam assim como uma barreira ao escurecimento rápido da epiderme do miolo, facto com uma importância de peso em termos comerciais, como já referido. Estes polifenóis são taninos e que sob a ação de enzimas e de fatores físicos (luz e humidade), se condensam e se aglomeram, formando produtos de cor escura. O miolo de noz apresenta um elevado teor de lípidos (51 a 69%) ricos em ácidos gordos polinsaturados (Quadro 4) facilmente oxidáveis.

## 2.2. A noz

### 2.2.1. Características nutricionais da noz

As nozes estão entre os frutos secos mais consumidos, mundialmente. Existe muita informação acerca das características nutricionais e composição química da noz e em geral, é dado especial destaque, à composição da fração lipídica e à presença de polifenóis, pelos efeitos benéficos que estes compostos têm na saúde humana. Parece haver evidências de que o consumo regular de alimentos ricos nestes compostos confere proteção contra o desenvolvimento de muitas doenças relacionadas com distúrbios neurológicos e com problemas degenerativos ou até mesmo com alguns tipos de cancro. Embora muitos dos mecanismos individuais, relacionados a esses benefícios, ainda não tenham sido totalmente esclarecidos, a maioria dos testes parecem indicar que o consumo regular de nozes como parte de uma dieta saudável é benéfico para a saúde (Nogales-Bueno *et al.*, 2021).

A noz é considerada um “superalimento” do século XXI, tendo sido considerada pela FDA (*Food and Drug Administration*) como um alimento saudável e importante para a saúde humana. Na China a noqueira foi considerada como uma espécie importante quer pela produção de miolo quer pela produção de óleo (Li *et al.*, 2009). Zhang *et al.* (2001) estudaram as mudanças de conteúdo dos principais nutrientes, como lipídios e elementos minerais durante o processo de amadurecimento da semente, concluindo que a taxa de acumulação de lipídios no miolo e de potássio na casca, eram exponenciais. Com efeito parece existir uma correlação positiva muito significativa entre o nível de potássio na casca e os lipídios no miolo embora os teores de potássio na casca sejam significativamente maiores do que no miolo. Wu *et al.* (2009) estudaram as mudanças do metabolismo do açúcar e atividades enzimáticas na polpa dos frutos (casca verde) durante o desenvolvimento das nozes e verificaram que o maior teor de açúcar nesta estrutura dos frutos ocorreu na fase final de desenvolvimento dos frutos. Com o teor de amido variado durante o desenvolvimento do fruto e o conteúdo de açúcares solúveis mudando de acordo com os tipos de açúcares.



As nozes contêm uma mistura diversa de nutrientes e muitos compostos bioquímicos importantes para a saúde humana, incluindo os mais altos níveis conhecidos de antioxidantes devido à presença de ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, quando comparados com outras espécies de frutos secos (Hayes *et al.*, 2016).

Os ácidos gordos presentes nas nozes incluem ácidos gordos monoinsaturados e ácidos gordos polinsaturados. Devido à composição química dos seus ácidos gordos, as nozes da espécie *Juglans regia* L. em comparação com as outras espécies, fornecem as maiores proporções conhecidas de ácido oleico e ácido alfa linoleico (Maguire *et al.*, 2004).

### **2.2.2. Parâmetros de qualidade da noz**

Existem diversas interpretações sobre o conceito de qualidade da noz, pois este conceito é diferente para os produtores, vendedores e consumidores. Uns valorizam o sabor, outros um preço acessível e outros o calibre. Assim para evitar estas diferentes interpretações há a necessidade de haver uma norma de qualidade/comercialização.

Existem padrões de qualidade comercial para produtos agrícolas que são desenvolvidos e aprovados pela Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa, pelo Grupo de Trabalho sobre Padrões de Qualidade Agrícola. Esses padrões internacionais facilitam o comércio, estimulam a produção de alta qualidade, aumentam o lucro e protegem os interesses do consumidor. São usados por governos, produtores, comerciantes, importadores e exportadores, bem como por organizações internacionais.

Comercialmente um miolo de qualidade superior resulta de nozes de calibre médio a pequeno (de 28 a 32 mm de diâmetro), uma vez que o comércio do miolo é feito em função do número de miolos de noz por quilograma. O alto rendimento e miolo é bastante importante e este deve ter uma forma regular e que se descasque com facilidade. Um dos principais fatores responsáveis pelo preço do miolo de noz é a cor do miolo, que deve ser clara, segundo Germain *et al.* (1999).

Segundo a United Nations Economic Commission for Europe (2017) o miolo deve ter os seguintes requisitos mínimos:

- Intacto; no entanto, miolos com menos de 25% são considerados só metades.
- São; miolos podres ou com marcas de deterioração, impróprios para consumo humano, estão excluídos.
- Limpo; praticamente livre de qualquer matéria estranha visível e casca.
- Suficientemente desenvolvido (as marcas da máquina de descasque não são consideradas defeitos).
- Os miolos que são extremamente enrugados, ou com partes ressequidas ou duras, que afetam mais de 25% do miolo e cascas vazias, devem ser excluídos.
- Livre de manchas, áreas de descoloração (amarelecimento, difusão de gordura ou manchas espalhadas) em comparação com o resto do miolo afetando no total mais de 25% da superfície do miolo.
- Sem pragas vivas, sem danos causados por pragas, sem insetos e/ou ácaros mortos e sem detritos ou excrementos.
- Sem bolores, visíveis a olho nu.
- Sem ranço. Ranço é uma condição em que um produto apresenta um odor ou gosto desagradável de óleos ou gorduras decompostas. Alguns produtos podem apresentar uma aparência mais escura ou oleosa, um sabor amargo e um odor rançoso.
- Livre de odores e/ou sabores estranhos.

Comercialmente, um miolo de noz escuro ou com cores que não sejam as suas cores típicas da variedade em questão, mirrado, húmido, não estaladiço, demasiado oleoso, com mau sabor, com mau cheiro ou com sinais de ataques de pragas não deve ser vendido. Do anexo IV ao anexo VIII, pode-se observar os diferentes tipos de miolos.

Os defeitos admitidos não devem prejudicar o aspeto geral do produto quanto à qualidade e à apresentação na embalagem. Em todas as fases da comercialização, serão admitidas tolerâncias de qualidade e de calibração em cada lote, para produtos que não correspondam aos requisitos mínimos da classe indicada. Os miolos de noz são classificados em três classes diferentes, consoante as tolerâncias permitidas: Classe Extra, Classe I e Classe II, como está descrito no anexo IX. O conteúdo de cada embalagem deve ser uniforme e conter apenas miolos de nozes da mesma origem, qualidade, tamanho (se dimensionado) e variedade ou tipo comercial (se indicado).

A uniformidade da cor aplica-se às respetivas classes:

- Classe Extra: os miolos de noz nesta classe devem ser de qualidade superior, uniformemente de cor clara, praticamente sem película escura e/ou amarelada.



- Classe I: os miolos de noz desta classe devem ser de boa qualidade, de uma cor não mais escura do que castanho-claro e/ou amarelo.



- Classe II: os miolos de nozes desta classe devem ser de uma cor não mais escura do que o castanho-escuro. Miolos mais escuros podem ser comercializados nesta classe, desde que a cor seja indicada na embalagem.



## 2.3. Metabolismo e desenvolvimento do fruto

### 2.3.1. Disponibilidade de água

Por norma, no clima temperado a precipitação não permite suprir as necessidades hídricas dos pomares, pelo que, a rega se torna fundamental para melhorar a qualidade da colheita e para rentabilizar os custos de produção, devido às razões referidas anteriormente (2.1.4).

Apesar das causas para o enrugamento do miolo não estarem ainda totalmente esclarecidas, desde início que a disponibilidade de água tem estado muito ligada ao aparecimento deste problema. Os primeiros registos desta desordem fisiológica em noqueira-comum foram relacionados com a presença de um elevado conteúdo em fósforo na semente (Haas & Batchelor, 1928). Verificaram que este problema surgia quando a noz no seu interior deixava o seu estado gelatinoso e gradualmente os tecidos internos assumiam maior rigidez. Segundo estes autores, nesta fase ocorre uma intensa competição pela água e nutrientes entre o crescimento dos frutos e as restantes zonas da árvore, condição que consideraram potenciadora do aparecimento do enrugamento da semente. As condições de deficit hídrico têm sido as que mais vezes são apontadas como a causa principal para o aparecimento do enrugamento da semente. No entanto, a constatação de que o aparecimento desta desordem nem sempre era consistente com situações de escassez de água, levou a considerar outras causas para o aparecimento deste problema (Lampinen *et al.*, 2004), não existindo até agora uma causa identificada para a origem deste problema.

Outro dos trabalhos importantes e que relaciona a disponibilidade hídrica com o aparecimento do enrugamento do miolo é o de Grant & Shackel (1997) que refere que a privação de água no meio da estação aumenta a incidência de miolos enrugados, em comparação com a irrigação completa. A explicação mais plausível, é a que refere existir um período mais sensível à escassez da água e que dá origem a miolos enrugados. Tudo parece indicar que este período se localiza em meados de julho, durante o qual os frutos apresentam maior sensibilidade ao aparecimento deste problema. A correlação do miolo enrugado com o stress hídrico pode ter simplesmente refletido o facto de que as árvores, estavam a sofrer privação de água em ambas as alturas. Se meados de julho é um período sensível no desenvolvimento do miolo, e este pomar em particular tem um histórico de miolo enrugado, então as grandes flutuações observadas no estado da água nas árvores,

no tratamento totalmente irrigado até cerca de meados de agosto podem indicar um padrão geral de stress hídrico durante esse período de tempo.

Com efeito a presença de água permite a obtenção de frutos de maior calibre pelo que Ramos *et al.* (1978) comparou nogueiras em condições semelhantes regadas e não regadas, entre a floração e a colheita e concluiu que no final de maio, as nozes das parcelas regadas eram maiores, crescendo mais rapidamente do que as nozes das parcelas não regadas, até atingirem o tamanho final em junho. Contrariamente ao esperado o desenvolvimento inicial do embrião não diferiu entre os tratamentos.

O endosperma dentro da casca do miolo começou a mudar de uma consistência aquosa para gelatinosa em meados de maio, apresentando-se completamente gelatinoso em meados de junho, quando o endurecimento da casca começou e o crescimento do miolo foi visível. Mesmo assim, as nozes atingiram seu diâmetro máximo e peso fresco no final de junho, aumentando o peso seco durante a colheita devido ao desenvolvimento do miolo. A influência da disponibilidade de água verificou-se ao nível da acumulação de matéria seca que foi menor nas nozes das parcelas não regadas.

O miolo ficou completamente cheio em meados de julho, mas continuou a ganhar peso seco em agosto e setembro, principalmente por causa da acumulação de óleo, não se tendo observado diferenças na concentração de óleo nas nozes das parcelas regadas e não regadas, atingindo este valor cerca de 70% à colheita. As amostras das parcelas não regadas apresentaram mais miolos escuros e enrugados. Nas parcelas regadas a cor do miolo, avaliada pelos padrões do USDA (*United States Department of Agriculture*), era em média 32% mais clara em comparação com apenas 20% nas nozes, das parcelas não regadas. As árvores das parcelas não regadas produziram cerca de duas vezes mais miolos enrugados e a percentagem do miolo comestível total das nozes das árvores das parcelas regadas foi de 56%, em comparação com 52% das parcelas não regadas.

No final de junho, o endocarpo de muitas nozes mais expostas à radiação solar apresentavam uma descoloração castanha crescente, característica de queimaduras, mas as nozes da parte inferior da árvore exibiam o problema num grau muito maior.

O dano foi consistentemente muito mais severo nas nozes expostas à radiação solar, das árvores das parcelas não regadas. Começando com a amostra de meados de julho, houve um aumento significativo no número de nozes expostas à radiação solar, com miolos

negros e enrugados nas árvores das parcelas não regadas. Isso não ficou evidente nas nozes expostas à radiação solar colhidas das árvores das parcelas regadas. Em comparação com as nozes expostas à radiação solar, não havia praticamente nenhuma indicação de escurecimento ou enrugamento do miolo nas nozes sombreadas das árvores das parcelas regadas e não regadas. Em ambos os ensaios, 72% das nozes sombreadas eram de cor clara.

As queimaduras solares, que causam escurecimento e enrugamento dos miolos, nas copas ou nas partes expostas das árvores, são muito agravadas pelo stress hídrico severo (parcelas não regadas). Possivelmente, com a redução da disponibilidade de água, isso deve-se ao facto de os estomas fecharem levando à redução da transpiração e subsequente aumento na temperatura do miolo das nozes mais expostas à radiação solar. Deixar de irrigar perto da colheita, depois das árvores esgotarem a maior parte da água no solo pode resultar numa redução substancial na qualidade do miolo.

Como a qualidade do miolo é reduzida principalmente pela exposição das nozes ao sol, qualquer coisa que possa fornecer alguma sombra às nozes tem valor. O fortalecimento do crescimento da rebentação pode fornecer alguma sombra natural às nozes nas partes superiores da árvore: a poda e o vigor da árvore provavelmente têm uma influência tremenda no grau de dano no miolo, induzido por stress hídrico severo.

Se houver previsão de pouca água no solo, durante o verão, os produtores devem podar mais severamente as partes superiores das árvores durante a estação dormente para estimular mais o crescimento dos rebentos e desenvolver mais folhas, para proteção. Embora não se deva esquecer que o estímulo exagerado da rebentação, em árvores que já de si apresentam elevado vigor, pode ser uma desvantagem.

Em resumo, o período crítico, relativamente às necessidades hídricas, está compreendido entre os meses de junho e agosto, sendo que a falta de água nestes meses produzirá nozes de pequeno calibre, poderá haver deficit de floração feminina no ano seguinte e os frutos podem estar pouco cheios e escuros. A falta de água poderá ainda favorecer as queimaduras no fruto e a queda prematura das folhas. As necessidades hídricas diminuem nos períodos anteriores e posteriores ao referido, embora a rega não deva ser suprimida na totalidade. Por outro lado, um excesso de água poderá provocar a asfixia radicular e o desenvolvimento de doenças.

### 2.3.2. Disponibilidade de nutrientes

A fertilização é uma prática cultural que se realiza para simultaneamente suprimir as necessidades das árvores, não prejudicando o solo e tem como objetivo a otimização da produtividade do pomar. Os nutrientes são fundamentais para o desenvolvimento das árvores, desempenhando cada um o seu papel.

O potássio, juntamente com o fósforo e o azoto é um dos macronutrientes principais, importantes para a noqueira, pois contribui para a síntese de hidratos de carbono e influencia o calibre e a qualidade da noz. Para além disso, induz resistência a doenças e pragas, seca e geadas.

O fósforo é importante para a noqueira, apesar de esta cultura não ser muito exigente, este influência positivamente a precocidade, a fecundação e a frutificação (Lorente, 1990).

Os macronutrientes secundários são também de grande importância para a cultura da noqueira. A carência de cálcio (Ca) atrasa o desenvolvimento das noqueiras e provoca deformações na casca dos frutos (Regato *et al.*, 2003). Já a falta de magnésio (Mg) provoca clorose internerval, encurtamento de entrenós, redução do crescimento vegetal, inibição da floração, morte prematura das folhas e degeneração dos frutos (Dall’Agnol & Nogueira, 2021). Contudo o enxofre (S), sendo também um macronutriente, é essencial para o crescimento e funcionamento das plantas. Ou seja, o S é de grande importância para a estrutura primária das proteínas e funcionamento das enzimas, por ser constituinte dos aminoácidos cisteína (Cys) e metionina (Met) (Zenda *et al.*, 2021).

Como descrito por Germain *et al.* (1999) os micronutrientes são fundamentais para o bom desenvolvimento das noqueiras. Intervêm nas funções essenciais e entram na composição de compostos vitais como as proteínas, ácidos nucleicos, atuando também na manutenção da pressão osmótica e do pH da célula.

O papel do azoto (N) tem sido referido por vários autores como fundamental para a evolução dos frutos na cultura da noqueira, com especial importância no desenvolvimento da semente. De acordo com Carranca *et al.* (2018) o azoto é importante para a divisão celular e para o crescimento de tecidos jovens, como por exemplo, flores, folhas, ramos, etc. O azoto também afeta a absorção e distribuição de praticamente todos os outros

nutrientes na planta e é particularmente importante para a árvore durante a floração e frutificação. Um fornecimento correto de N provoca o aumento de ramos frutíferos e o do comprimento dos ramos do ano (superior a 20 cm) e induz uma coloração verde escura às folhas, atrasando a sua senescência (Lorente, 1990).

Já o excesso de N, pode favorecer a síntese de hidratos de carbono, o que pode provocar o aparecimento de bacteriose e retardar o amadurecimento dos frutos (*Regato et al.*, 2003). Assim, as necessidades da noqueira em N são mais elevadas durante o crescimento da árvore, que ocorre entre abril e julho.

O fruto da noz é uma drupa o que significa que o fruto na sua constituição apresenta pericarpo, mesocarpo e endocarpo, sendo o pericarpo a zona mais exterior do fruto e o endocarpo a zona mais interior, correspondendo à semente e aos tecidos que a envolvem, representados na figura 3. As nozes compostas pelo endocarpo e pela semente têm normalmente 2 a 6 cm de comprimento e pesam 4 a 12 g cada, sendo que o desenvolvimento completo do fruto precisa cerca de 135 a 160 dias, a partir do momento em que ocorre o processo de polinização, apesar de no caso das variedades de floração precoce a maturação ocorra antes das de floração tardia (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

No caso das nozes ao contrário da maioria das drupas o mesocarpo é carnudo, mas não é suculento e apresenta um alto teor em fibras e em compostos fenólicos. Estas características tornam-no numa estrutura não comestível, existindo atualmente alternativas para a sua utilização, tais como produção de biomassa.

Durante o desenvolvimento do fruto decorre, tal como nas outras drupas, um período em que este não aumenta de volume e em que ocorre a lenhificação do endocarpo (Pinney & Polito, 1983). A duração deste período é variável entre as diferentes espécies de drupas. Nesta fase ocorre uma intensa síntese de compostos nomeadamente lenhina, sendo a presença de N fundamental nesta fase. Observou-se em cereja que este nutriente está envolvido na síntese de aminoácidos que se depositam no endocarpo, na fase anterior à lenhificação. Segundo Pinney & Polito (1983) o início do endurecimento do endocarpo ocorre entre 5<sup>a</sup> e a 6<sup>a</sup> semanas após a floração, o período de endurecimento decorre entre a 7<sup>a</sup> e a 8<sup>a</sup> semanas após a floração e a fase final do crescimento do embrião ocorre entre a 8<sup>a</sup> e a 9<sup>a</sup> semana. O transporte de compostos da polpa para a semente parece ocorrer de



forma mais intensa na primeira fase de desenvolvimento dos frutos, antes do endurecimento do endocarpo, sendo esta estrutura mais permeável antes da lenhificação dos tecidos. Com efeito, a presença de mosca (*Rhagoletis completa* Cresson) nos frutos da noz provoca danos na polpa, onde as larvas se alimentam, e dependendo da fase de desenvolvimento dos frutos em que ocorre esta praga, assim estes danos se estendem ou não até à semente (noz). Quando as infestações ocorrem precocemente durante o desenvolvimento dos frutos, os compostos fenólicos libertados na polpa como resultado da ação das larvas, estendem-se até à noz, surgindo os sintomas de enrugamento e escurecimento do miolo (Solar *et al.*, 2020). Embora nem todas as espécies de drupas possuam feixes vasculares no endocarpo tais como o pêssego e a amêndoa o facto da suscetibilidade da semente (noz) à presença da mosca ser maior nas fases iniciais do desenvolvimento dos frutos, atesta a permeabilidade do endocarpo à passagem de outros compostos durante este período.

Tal como a cereja, a noz apresenta um endocarpo sem a presença de feixes vasculares, no entanto Famiani *et al.* (2012) verificaram em cereja que a contribuição da polpa é fundamental para um normal desenvolvimento da semente, ou seja, posteriormente, à acumulação de proteínas de reserva no endocarpo, segue-se uma redistribuição para os tecidos da semente, à medida que decorre o endurecimento do endocarpo. Esta observação parece confirmar quer a importância do mesocarpo para o normal desenvolvimento da semente quer a permeabilidade do endocarpo ao transporte de substâncias de reserva. Nas condições do nosso território, a variedade *Chandler* é apontada como uma das mais suscetíveis à presença de enrugamento no miolo, embora este se manifeste mais como um problema fisiológico. No entanto, Solar *et al.* (2020) referem que a variedade *Chandler* é das mais suscetíveis à ação da mosca quando comparada com outras variedades em que se quantificaram os danos no endocarpo e na semente provocados pela presença desta praga, não tendo identificado a causa desta maior suscetibilidade.

Além dos compostos azotados a acumulação de lípidos também acontece nas sementes em maior ou menor extensão dependendo da espécie. Nas sementes em que os lípidos contam como uma fração importante, como é o caso da noz, a acumulação de gordura ocorre após a acumulação de proteínas (Polito & Li, 1985; Famiani *et al.*, 2020). Para a síntese de ácidos gordos acumulados na semente é importante a existência de hidratos de

carbono para que a via do piruvato funcione (Famiani *et al.*, 2020). Da mesma forma a presença dos hidratos de carbono nos frutos é igualmente importante para a síntese de aminoácidos já que a via do piruvato é também a via precursora da síntese de aminoácidos (Famiani *et al.*, 2012) Interrupções na disponibilidade de hidratos de carbono aos frutos podem ser causadas por falta de água, excesso de água, calor excessivo, etc. Assim, quando este efeito se faz sentir durante as primeiras 14 semanas após a floração, pode resultar em nozes de tamanho menor, enquanto interrupções nas 8 a 20 semanas após a floração podem resultar no enchimento do miolo e/ou problemas de qualidade (Metcalf *et al.*, 2010).

A qualidade da noz também é influenciada pela posição dentro da copa das árvores. As diferenças provavelmente estão relacionadas com o acesso dos frutos aos nutrientes e à água. As nozes mais expostas estão mais suscetíveis a queimaduras solares e estão sujeitas a mais condições de stress.

### **2.3.3. Reservas de hidratos de carbono não estruturais (HCN)**

O crescimento das árvores é impulsionado pela fotossíntese, que é realizada na presença de dióxido de carbono, água, oxigénio e radiação solar. O produto final dessa reação química é a glicose, um hidrato de carbono simples que mais tarde é associado à frutose para formar um dissacarídeo comumente conhecido como açúcar (sacarose) ou em açúcares complexos como o amido.

A concentração de hidratos de carbono, produto da fotossíntese, varia, normalmente, de acordo com as condições ambientais e com o estado fenológico (Contreras *et al.*, 2018). Os hidratos de carbono são os principais produtos da fotossíntese, ou seja, são a fonte de energia para as árvores (Martínez-Trinidad *et al.*, 2013). Em termos de distribuição nas células, os hidratos de carbono produto da fotossíntese, serão utilizados em reações metabólicas, incorporados em estruturas da célula, tais como a parede celular, ou podem apenas acumular-se constituindo assim uma reserva energética para a planta. Esta fração corresponde aquilo que se designa por HCN. Além de constituírem uma reserva energética estes compostos são importantes para diversas reações das células, nomeadamente controlo osmótico e reações de sinalização das células.

Os HCN sendo uma fração de reserva energética apresenta-se fundamentalmente sob a forma de amido, mas podem também apresentar-se sob a forma de açúcares solúveis (glucose, frutose e sacarose). Os açúcares mais simples enquanto reserva energética, são aqueles mais facilmente utilizados e o amido constitui a fração mais estável dessa reserva. Nas plantas, o amido é armazenado como grânulos intracelulares parcialmente cristalinos. Por meio de difração de raios X podem distinguir-se três tipos de grânulos que se distinguem através da sua forma e estrutura cristalina (Polesi, 2009). Nas plantas lenhosas o amido é armazenado na zona exterior dos ramos, nos tecidos que ficam entre o floema e a superfície exterior dos ramos, ou seja, nas células do parênquima dos ramos (Regier *et al.*, 2010; Tomasella *et al.*, 2019).

Nos frutos do tipo drupa, os açúcares que constituem as reservas energéticas das células são, em geral, hidratos de carbono simples tais como glucose, frutose e sacarose (Falchi *et al.*, 2020). Os frutos em desenvolvimento funcionam como órgãos consumidores e as folhas, como órgãos fotossintéticos que são, consideram-se os órgãos produtores por excelência. A capacidade de um fruto para atrair e acumular fotoassimilados depende de vários fatores, tais como a sua posição na árvore, o seu calibre e da distância à zona de produção (Pavel & DeJong, 1993). A distribuição de fotoassimilados é também influenciada pelo número de frutos presentes na copa. Sabe-se que em oliveira a presença de muitos frutos limita o crescimento da árvore, sendo este um dos fatores que contribui para acentuar a alternância de produção (Lavee, 2007).

O balanço que se estabelece entre o que é produzido nas folhas e o que é canalizado para os frutos bem como para outros órgãos consumidores, tais como as raízes, vai determinar a quantidade de fotoassimilados que ficam disponíveis para constituir a fração dos hidratos de carbono não estruturais das árvores. Os hidratos de carbono não estruturais desempenham um papel fundamental como reserva energética das plantas, portanto têm um forte impacto na fisiologia e no metabolismo das plantas e acumulam-se em órgãos individuais, como o caule. Isso deixa muitas questões em aberto sobre se as reservas profundas no caule são metabolicamente ativas e disponíveis para intervir em processos funcionais (Furze *et al.*, 2020). As reservas armazenadas nas plantas são usadas para o seu crescimento e para as reações manutenção dos tecidos (Pallardy, 2008). Em árvores lenhosas, as raízes são o órgão onde se acumula maior quantidade de hidratos de carbono de reserva, e este efeito é particularmente intenso antes da floração, posteriormente os

hidratos de carbono armazenados são consumidos durante o desenvolvimento das flores, dos frutos e do crescimento vegetativo (Pallardy, 2008; Piispanen & Saranpaa, 2001; Vincent-Barbaroux & Breda, 2003; Hoch & Körner, 2003).

Em espécies em que a floração ocorre antes do aparecimento das folhas, este tipo de reservas assume particular importância, como é o caso da amendoeira e da noqueira. A presença destas reservas parece ser muito importante para a floração, principalmente no início desta fase. Durante o desenvolvimento e crescimento das noqueiras, estas são submetidas a um stress constante por fatores bióticos e abióticos que, por sua vez, tem um efeito direto sobre a distribuição dos fotoassimilados e consequentemente sobre a fração dos HCN.

A raiz é o órgão onde se acumula uma maior quantidade de hidratos de carbono de reserva, no período antes da floração, onde são consumidos durante o desenvolvimento das flores e dos frutos e também durante as várias fases do crescimento vegetativo (Vincent-Barbaroux & Breda, 2003). Durante a fase de dormência, as raízes e os ramos das árvores atingem o valor máximo de acumulação de reservas, que diminui a partir do abrolhamento dos botões e das primeiras fases de crescimento, segundo Martínez-Trinidad *et al.* (2013). Durante o inverno as raízes crescem, enquanto o crescimento de biomassa (tronco e ramos) cessa, já no verão acontece o inverso (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2011). A raiz acaba por ser o órgão que apresenta maior concentração de amido durante a dormência/repouso invernal, isso pode ser explicado pelo crescimento deste órgão durante esta fase. Já o tronco apresenta maior concentração na fase de produção, pois é nessa fase que ocorre o crescimento em diâmetro (Contreras *et al.*, 2018). A concentração dessas reservas é variável dependendo da redistribuição de hidratos de carbono para apoiar o crescimento (Kozłowski, 1992).

De um modo geral a concentração das reservas diminui durante a fase de crescimento vegetativo das árvores, iniciando a sua acumulação nos tecidos no final do verão e início do outono. Dessas reservas, uma parte será utilizada no processo respiratório durante a fase de inverno, outra parte será usada para o crescimento das raízes (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2014). Em geral, os níveis de HCN na primavera são os que restaram do período de dormência (inverno), uma vez que houve uma acumulação durante o outono.

Segundo Zwieniecki & Davidson (2018) a dinâmica dos hidratos de carbono em amendoeiras e pistachos, apresenta algumas diferenças em comparação com as noqueiras. Durante o verão, estas espécies apresentaram níveis muito baixos de reservas, refletindo assim o consumo de HCN de forma a apoiar a produção e o crescimento das árvores. No outono, os níveis de HCN são recuperados à medida que as reservas se acumulam. Em comparação, as nozes parecem mostrar sintomas de recuperação muito tardia, sugerindo a importância de uma boa gestão durante o período que sucede à colheita para maximizar as reservas para a primavera seguinte.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Caracterização dos locais em estudo

##### 3.1.1. Localização

Foram recolhidas amostras em dois locais distintos.

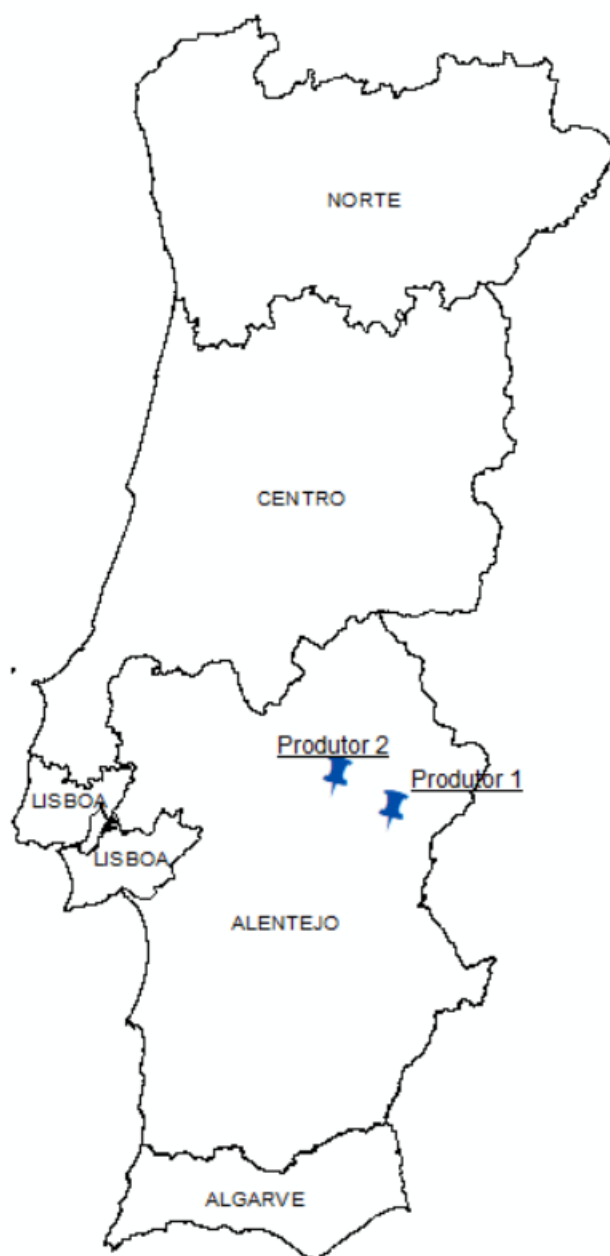


Figura 4 - Localização dos pomares de nozeiras (ArcGIS Desktop, versão 10.6).

O produtor 1, situa-se na freguesia de Arcos (Figura 5), concelho de Estremoz, distrito de Évora ( $38^{\circ}49'35.2''N$   $7^{\circ}28'42.4''W$ ).

A exploração é composta por um pomar de nogueiras, com um total, aproximadamente, de 25 ha.

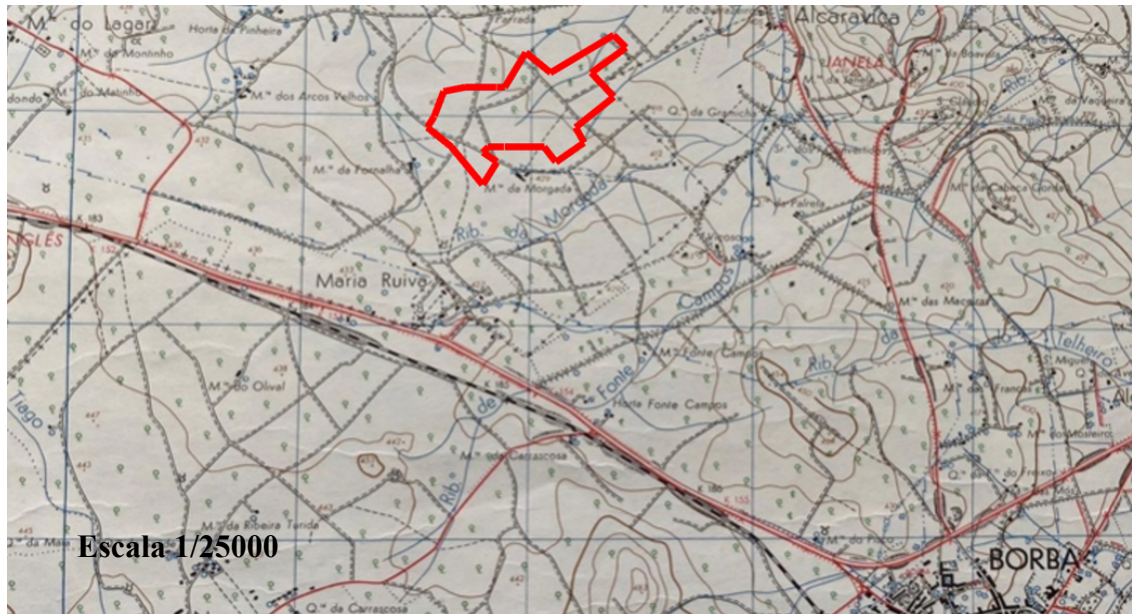


Figura 5 - Localização do produtor 1 na carta militar n.º 426.

O produtor 2, localiza-se na freguesia do Cano (Figura 6), concelho de Sousel, distrito de Portalegre ( $38^{\circ}58'00.0''N$   $7^{\circ}47'21.8''W$ ).

Nesta exploração apenas foram recolhidas amostras em 2,5 ha da variedade *Chandler*.

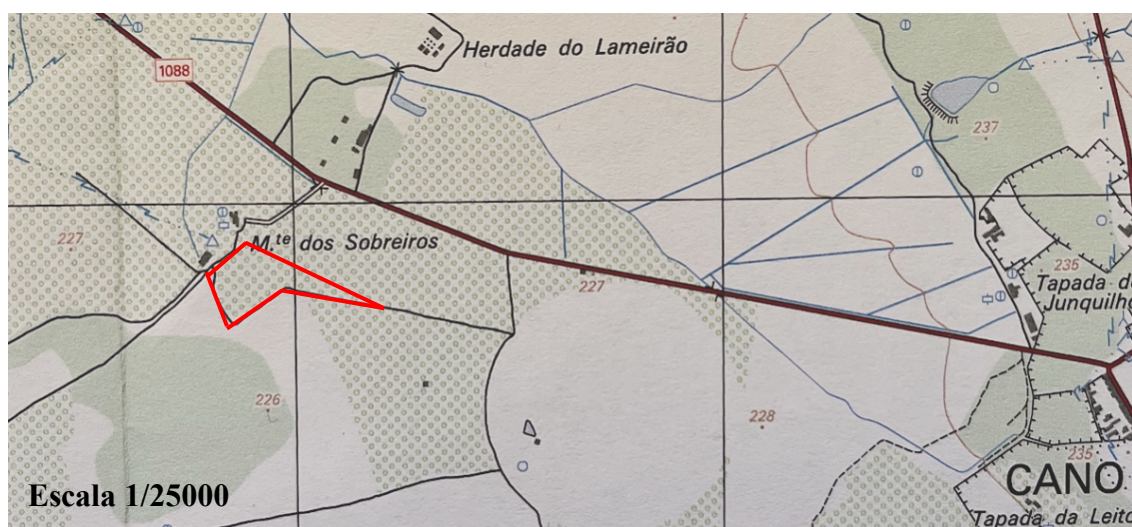


Figura 6 - Localização do produtor 2 na carta militar n.º 396.

### 3.1.2. Caracterização climática

O clima onde se inserem as explorações é um clima mediterrânico, por vezes com influência atlântica, com precipitação distribuída ao longo do ano de forma desigual, com o pico no inverno. Os meses de verão são quentes e secos (classificação Csa de Köppen-Geiger).

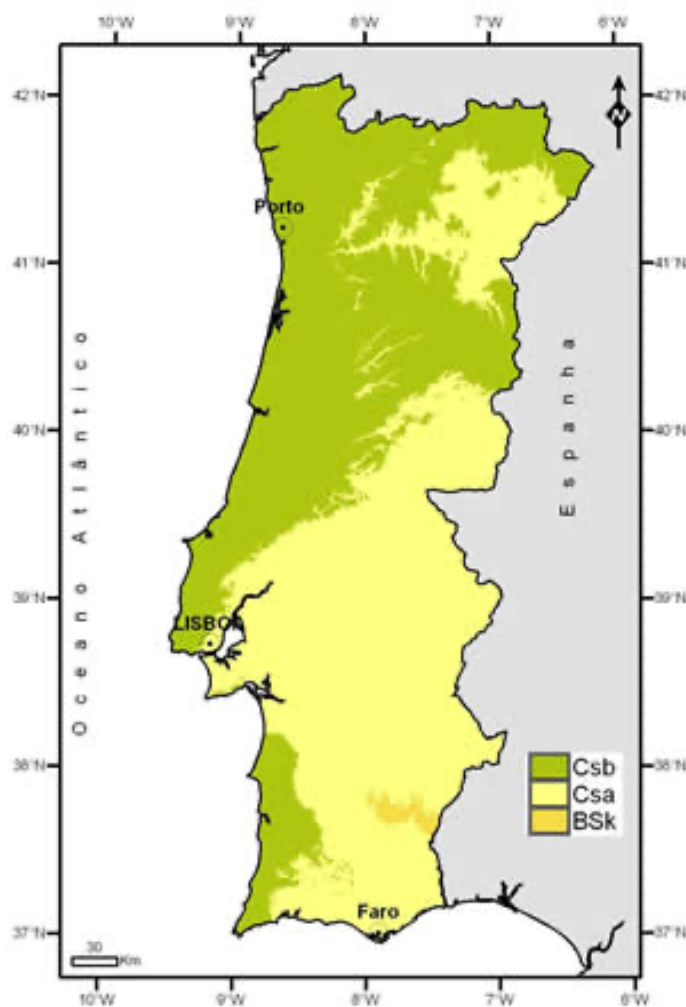


Figura 7 - Classificação climática de Köppen-Geiger (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).

Para caracterizar climaticamente ambas as explorações, foram considerados os parâmetros temperatura do ar, precipitação e número de dias de geadas mensais.



Para a caracterização climática do local onde se situa o **produtor 1**, foram utilizadas as normais climatológicas de 1971 a 2000, da estação de Évora, uma vez que é a que se encontra mais próxima.

A temperatura média anual é de 15,9°C, em que a temperatura média do mês mais frio (janeiro) é de 9,3°C e a do mês mais quente (agosto) é de 23,3°C. As temperaturas médias, quer as mínimas quer as máximas são, respetivamente, 11,0°C e 20,7°C.

Quanto à precipitação, foi registado um valor total anual de 609,4 mm, em que o valor maior de precipitação ocorreu em dezembro, 102,7 mm, e o valor de menor concentração ocorreu em agosto, com um valor de 6,6 mm. Assim, o clima desta região é caracterizado como um clima seco, sendo que este fenómeno é mais acentuado entre os meses de junho e setembro.

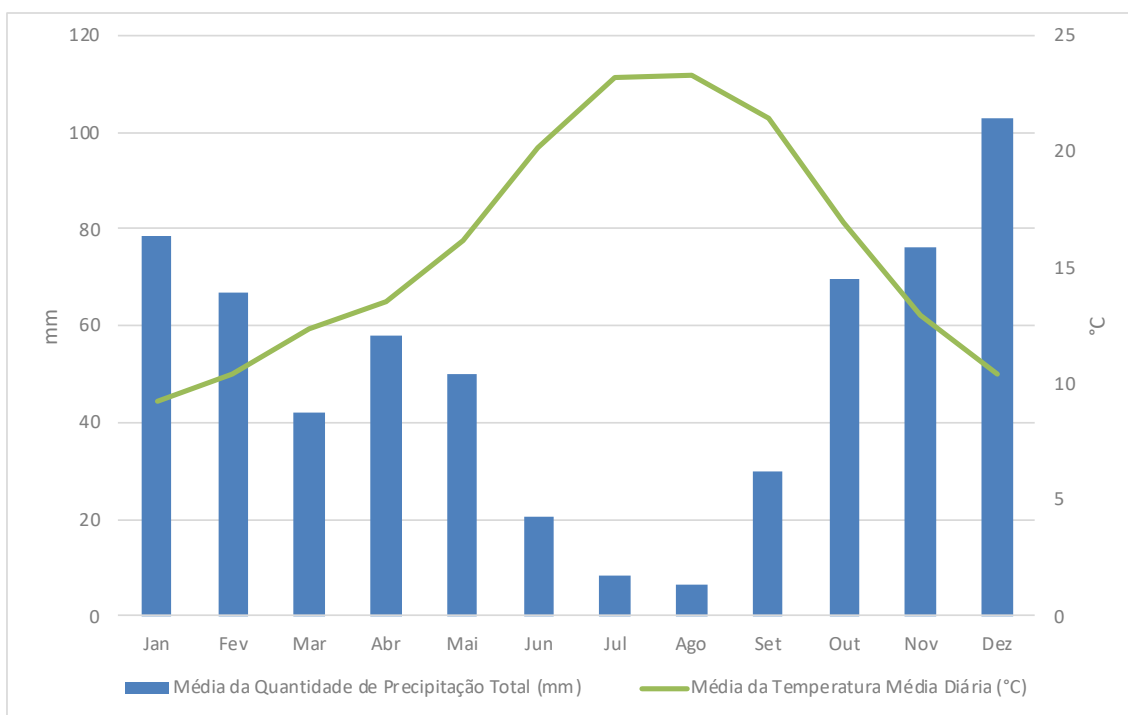


Figura 8 - Gráfico termopluviométrico de 1971-2000, da estação meteorológica de Évora.

Como podemos verificar através do quadro 5 apresentado abaixo, existe um número baixo de ocorrência de geadas, em que estas ocorrem, frequentemente, entre os meses de outubro e março, sendo dezembro o mês que representa o maior número de dias de geadas. Em média, a ocorrência de geadas ronda os 10 dias por ano.

Quadro 5 - Número de dias de geada mensais (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).

<u>Mês</u>	<u>jan.</u>	<u>fev.</u>	<u>mar.</u>	<u>abr.</u>	<u>mai.</u>	<u>jun.</u>	<u>jul.</u>	<u>ago.</u>	<u>set.</u>	<u>out.</u>	<u>nov.</u>	<u>dez.</u>
Dias de Geada	1.9	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	4.9

Para a caracterização climática do local onde se situa o **produtor 2**, foram utilizadas as normais climatológicas de 1971 a 2000, da estação de Portalegre, uma vez que é a que se encontra mais próxima.

A temperatura média anual é de 15,2°C, em que a temperatura média do mês mais frio (janeiro) é de 8,5°C e a dos meses mais quentes (julho e agosto) é de 23,5°C. As temperaturas médias, quer as mínimas quer as máximas são, respetivamente, 11,0°C e 19,5°C.

Quanto à precipitação, foi registado um valor total anual de 852,4 mm, em que o valor maior de precipitação ocorreu em dezembro, 136 mm, e o valor de menor concentração ocorreu em julho, com um valor de 7,5 mm. Assim, o clima desta região é caracterizado como um clima seco, sendo que este fenómeno é mais acentuado entre os meses de junho e setembro.

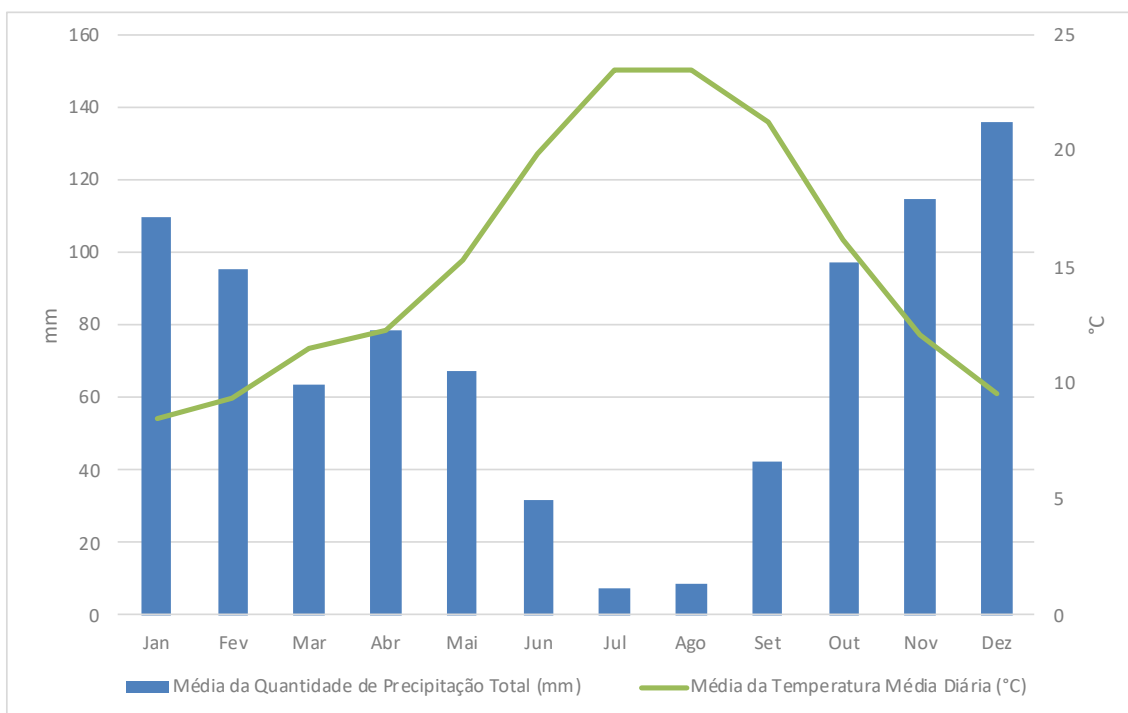


Figura 9 - Gráfico termopluviométrico de 1971-2000, da estação meteorológica de Portalegre.

Como podemos verificar através do quadro 6 apresentado abaixo, existe um número baixo de ocorrência de geadas, em que estas ocorrem, frequentemente, entre os meses de outubro e março, sendo janeiro o mês que representa o maior número de dias de geadas. Em média, a ocorrência de geadas ronda os 4 dias por ano.

Quadro 6 - Número de dias de geada mensais (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2021).

<u>Mês</u>	<u>jan.</u>	<u>fev.</u>	<u>mar.</u>	<u>abr.</u>	<u>mai.</u>	<u>jun.</u>	<u>jul.</u>	<u>ago.</u>	<u>set.</u>	<u>out.</u>	<u>nov.</u>	<u>dez.</u>
Dias de Geada	1.8	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2

### 3.1.3. Caracterização edáfica

A exploração do **produtor 1** foi caracterizada edaficamente, segundo a Carta de Solos de Portugal nº36-B na escala de 1/50 000 e o livro de Cardoso (1965). Neste local, predominam os seguintes tipos de solos:

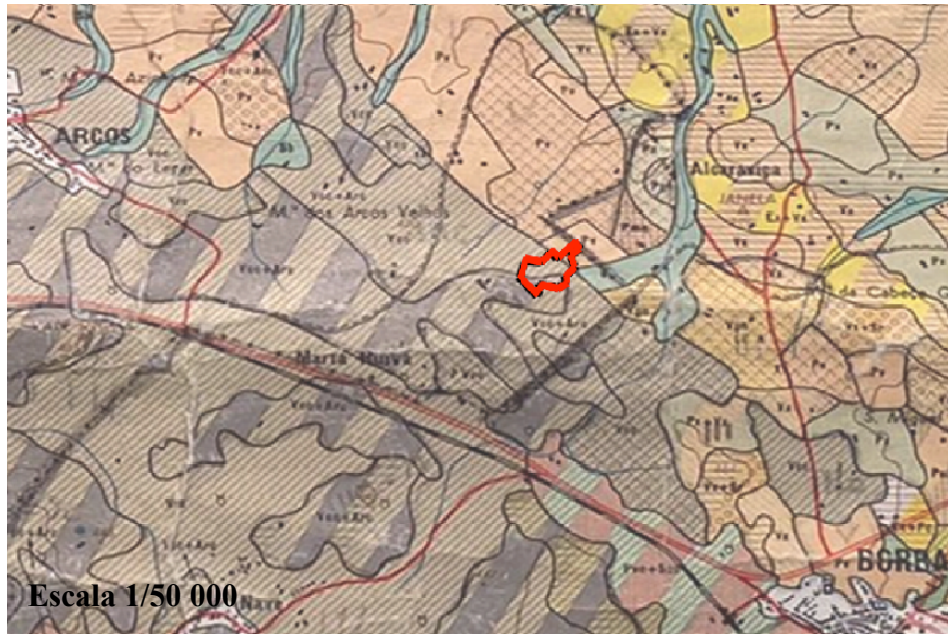


Figura 10 - Delimitação da herdade do produtor 1 na carta de solos nº 36-B.

- Vcc - Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas
  - Horizonte A1 - 20 a 30 cm; vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; franco, por vezes franco-argiloso; estrutura granulosa ou grumosa fina moderada; friável; pH 6,5 a 7,5.  
  
Transição gradual para
  - Horizonte B - 15 a 50 cm (pode ter fraco desenvolvimento ou estender-se até grande profundidade ao longo de fendas ou bolsas); ligeiramente mais vermelho que o anterior; franco-argiloso a argiloso; estrutura semelhante à do anterior, mas um pouco mais grosseira (às vezes anisforme); há minúsculas concreções ferruginosas e algumas películas de argila nas faces dos agregados; friável e firme; pH 6,5 a 7,5.

Transição irregular e abrupta para

- Horizonte Cca C - Película em geral muito delgada de cor amarelada envolvendo os blocos da rocha-mãe.
- Horizonte R - Rocha - mãe: calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas.
- Arc - Afloramentos Rochosos de calcários ou dolomias

Nota: Refere-se ainda que, existe uma mancha de solo formada pelo complexo Vcc + Arc.

- Pv – Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de rochas cristalofílicas básicas
  - Horizonte A1 - 15 a 30 cm; pardo-avermelhado, castanho-avermelhado ou vermelho; franco-argiloso ou, por vezes, franco; estrutura granulosa fina a média moderada a forte; friável; pH 5,5 a 7,0.
  - Transição nítida para
  - Horizonte B - 10 a 40 cm; vermelho, vermelho-escuro ou castanho-avermelhado; argiloso; estrutura subangulosa fina ou média moderada a forte; há algumas películas de argila nas faces dos agregados; firme; pH 5,5 a 7,0.
  - Transição gradual para
  - Horizonte C – Material originário: mistura de material semelhante ao do horizonte anterior com fragmentos de rocha, fazendo transição para a rocha-mãe (rochas cristalofílicas básicas).





- Pcd – Solos Calcários Pardos de calcários compactos
  - Horizonte Ap – 15 a 35 cm; pardo-acinzentado; franco-arenoso e franco-argiloso pouco ou medianamente calcário; de estrutura granulosa ou grumosa fina moderada; friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Transição abrupta para

  - Horizonte R – Calcário compacto. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca, endurecido ou não.

### 3.1.4. Caracterização dos pomares

O pomar do **produtor 1** é constituído por noqueiras de variedades produtoras, tais como *Chandler*, *Lara* e *Tulare*, com um compasso 5 x 8 m e com outro compasso, 4 x 8 m, a variedade *Howard*. Como dito anteriormente (2.1.3) a noqueira é uma espécie monóica, logo existem duas variedades polinizadoras *Franquette* e *Fernette*, de forma a auxiliar a polinização.



Figura 12 – Localização das variedades produtoras no pomar do produtor 1 (Google Earth, 2019).

Áreas das variedades produtoras:

- *Chandler*: 13,24 ha
- *Lara*: 2,65 ha
- *Tulare*: 7,63 ha
- *Howard*: 1,72 ha

O pomar do **produtor 2** é constituído apenas por noqueiras da variedade *Chandler*, com um compasso 5 x 8 m. Como dito anteriormente (2.1.3) a noqueira é uma espécie monóica, logo existem duas variedades polinizadoras *Franquette* e *Fernette*, e forma a auxiliar a polinização.



Figura 13 - Localização da variedade produtora no pomar do produtor 2 (Google Earth, 2019).

Área da variedade produtora:

- *Chandler*: 2,5 ha



### 3.1.5. Descrição das variedades de nozeiras utilizadas e porta-enxertos

- *Chandler* – É uma variedade originária da Califórnia de elevado vigor, porte semi-aberto e semi-erecto. Responde muito bem a tipos de cultivo superintensivo, embora também se obtenha uma boa produção em tipos de cultivo intensivos. A rebentação desta variedade varia de acordo com as condições climáticas locais, bem como das horas de frio verificadas em cada ano. A floração masculina ocorre entre a segunda e a terceira semana de abril e a floração feminina ocorre entre o final de abril e o início de maio, ou seja, a floração é tardia e o abrolhamento ocorre após a segunda semana de abril. O potencial produtivo desta variedade é muito elevado devido não só ao seu vigor como também ao facto de 90% da sua frutificação ser lateral. A noz é de grande calibre, de casca muito fina e o miolo é muito claro e saboroso. A variedade Fernette é a sua polinizadora, mas a mais utilizada é a Franquette. De maturação precoce, princípios de Outubro. Cultivar sensível à bacteriose, principalmente ao nível dos frutos. Atualmente, é uma das variedades mais plantadas (Germain *et al.*, 1999).
- *Lara* – Variedade francesa, própria de regiões quentes. O abrolhamento é precoce, estando mais sujeita aos danos provocados pelas geadas. Plantas de vigor médio, com frutificação nos ramos laterais. A qualidade da noz é boa, com maturação precoce e alta produtividade. O fruto é de grande calibre e de forma redonda, com casca grossa e miolo de sabor suave. A Lara é bem polinizada, em plena floração, pela Franquette e sobretudo pela Fernette. Cultivar bastante sensível à antracnose e medianamente à bacteriose (Germain *et al.*, 1999).
- *Tulare* – Esta variedade é vigorosa, muito produtiva, com rápida entrada em produção. A floração masculina ocorre na primeira quinzena de abril e a floração feminina ocorre na segunda quinzena de abril, ou seja, a floração é média a tardia. A colheita ocorre em outubro. Os frutos são de casca clara, têm bom sabor e de fácil descasque.
- *Howard* – Variedade originária da Califórnia de vigor médio, porte semiaberto, recomendada para plantações superintensivas. Apresenta frutificação lateral (80-90% das flores femininas), logo o seu potencial produtivo é muito alto e a

rebenção desta variedade varia de acordo com as condições climáticas locais, bem como das horas de frio verificadas em cada ano. A floração masculina ocorre entre a segunda e a terceira semana de abril e a floração feminina ocorre no final de abril, ou seja, a floração é tardia.

A casca é de rugosidade média e o grão é grande e de cor clara, e possui um alto rendimento.

O porta-enxerto é o material vegetal que vai configurar a componente subterrânea da árvore, onde será enxertada a variedade (parte aérea), que irá formar o tronco, ramos, folhas, flores e frutos. A utilização do porta-enxerto é um fator bastante importante, pois permite-nos escolher o sistema radicular que melhor se adapta ao tipo de solo, para além de permitir a transmissão de determinadas características à variedade.

Em ambos os produtores, o porta-enxerto é igual, o Paradox Vlach. Este porta-enxerto vem de cruzamentos de *J. regia* x *J. nigra*. Atualmente, este é utilizado como padrão devido ao seu enorme vigor e uniformidade no desenvolvimento das plantações.

## **3.2. Recolha do material vegetal**

### **3.2.1. Na associação de produtores**

Para determinar nas 4 variedades a percentagem de miolo enrugado, foram recolhidas na associação de produtores (FRUTECO) durante a campanha da noz, 10 amostras de 100 frutos cada, de ambos os produtores. As nozes foram partidas uma a uma e contabilizadas o número de nozes que apresentavam miolo enrugado, mesmo que este enrugamento se limitasse a uma pequena zona do miolo. É de referir que as nozes avaliadas já tinham sido sujeitas a todo o processamento pós-colheita que inclui entre várias operações a secagem dos frutos.

Adicionalmente, no final da campanha, foram selecionados 2 lotes da variedade *Chandler* do produtor que apresenta maior incidência desta anomalia fisiológica. Desta forma selecionaram-se 60 frutos de cada lote, com e sem dano. Em cada lote foram separados 6 sub-conjuntos de 10 frutos cada e de cada conjunto separou-se o endocarpo e a semente. Nesta foram avaliados o teor de gordura e azoto. No endocarpo foram avaliados os teores de Ca, fósforo (P), potássio (K), Mg e fibra.

### **3.2.2. No campo**

De forma a perceber a influencia do local de produção no enrugamento do miolo, marcaram-se 7 árvores da variedade *Chandler* em cada produtor. Para comparar as 4 variedades em si, relativamente ao enrugamento do miolo, seleccionaram-se 3 árvores de cada variedade, apenas no produtor 1. No material vegetal recolhido foram avaliados os teores de azoto e amido.

Para a determinação do N nas folhas recolheu-se o folíolo terminal de nove folhas e para a determinação do N e amido nos ramos recolheu-se súber de ramos com 1 ano. Todo este material foi retirado das mesmas árvores à volta da copa, formando amostras compósitas. Para a determinação do amido utilizou-se também o súber de ramos com 1 ano. Todo este material foi recolhido durante o desenvolvimento do fruto em 4 datas de colheita: 23/06/21, 23/07/2021, 12/08/2021 e 30/09/2021.

Após a colheita do material vegetal procedeu-se à liofilização e à determinação do peso seco da amostra. Posteriormente, as amostras foram moídas e crivadas com um crivo de 0,1 mm.

### **3.3. Parâmetros em estudo**

#### **3.3.1 Determinação do teor de azoto (N)**

Para a determinação do teor de N nas folhas, ramos e miolo da noz, este material vegetal foi moído e crivado num crivo de 0,1 mm. Posteriormente, recorreu-se ao método de Dumas, utilizando-se o equipamento Leco FP-528 (Figura 14) onde foram pesados, aproximadamente, 0,12 g de amostra moída que, posteriormente, sofreu combustão a 750°C, na presença de oxigénio e hélio.

Devido a este processo, ocorreu a passagem do N para o estado gasoso, onde é identificado através de um detetor de condutividade térmica. Relativamente aos teores de N nas folhas e nos ramos, os resultados foram expressos em percentagem de N na matéria seca.

Quanto ao teor de azoto no miolo os resultados foram expressos em percentagem de azoto.

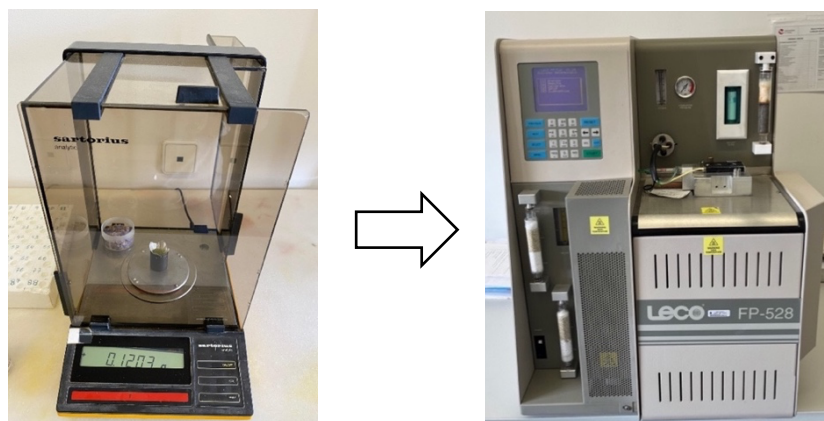


Figura 14 – Metodologia para a determinação do teor de azoto (N).

### 3.3.2. Determinação do teor em fibra

Para determinar o teor em fibra presente no endocarpo da semente (casca da noz), o material vegetal foi moído e crivado num crivo de 0,1 mm. Posteriormente, pesou-se cerca de 0,4 g de amostra moída para dentro de FiberBags. Estes sacos com amostra, foram colocados no equipamento Fibretherm (Figura 15) onde sofreram lavagem com detergente neutro dos compostos solúveis, no final voltou-se a pesar, obtendo-se assim o peso dos compostos insolúveis (fibra).



Figura 15 – Fibretherm.

### 3.3.3. Determinação do teor em gordura

De forma a tratar o miolo com e sem dano para determinar o teor em gordura, as amostras foram moídas num moinho analítico básico. O processo para determinar o teor de gordura é eminentemente gravimétrico e está baseado na perda de peso do material submetido à extração com éter de petróleo.



Figura 16 – Gerhardt soxtherm.

#### Procedimentos

1. Pesar numa balança analítica, cerca de 3 g de amostra finamente moída para um cartucho de Soxhlet.
2. Preencher o cartucho com algodão, até cobrir toda a amostra.
3. Secar em estufa a 100 °C, durante 24 h.
4. Pesar os copos já com as pedras de ebulição, previamente secos a 100 °C, no mínimo durante 24 h e colocar no exsiccador para arrefecer, durante 20 min.
5. Colocar o cartucho dentro do copo e adicionar 250 ml de éter de petróleo.

6. Colocar os copos com os cartuchos e o éter de petróleo dentro do equipamento Gerhardt soxtherm (Figura 16) e durante um ciclo de 3 h o éter é refluxado sobre a amostra. No cartucho fica o resíduo sólido e no copo é recolhida a gordura.
7. Quando terminar, o cartucho é retirado do copo e este é colocado na estufa a 100°C durante 3 h. Após este período os copos arrefecem no exsiccador e são pesados.

### **Cálculos**

$$\text{Lípidos (\%)} = \frac{PL \times 100}{P}$$

PL = Peso do copo com gordura – Peso do copo antes da extração

P = Peso da amostra

#### **3.3.4. Marcha dos cátions**

De forma a calcular os valores de P, Ca, Mg e K presentes no endocarpo da noz com e sem dano, moeram-se e crivaram-se as amostras com um crivo de 0,1 mm e pesou-se cerca de 0,2 g de amostra moída, com recurso a uma balança de precisão para dentro de cadinhos. Foram à mufla a 600 °C durante 24 h, de modo a se obterem as cinzas.

Depois da inceneração adicionaram-se às cinzas obtidas, 10 ml de HCl a 0,5 N, filtrando-se em filtros de papel Whatman (Ashless) para um balão volumétrico de 50 ml, aferindo-se o volume com água destilada (digestão ácida).

A quantificação dos cátions por espectrofotometria de absorção atômica foi executada num equipamento PerkinElmer Atomic Absorption Spectrometer (PinAAcle 900T). Para a quantificação do cátion Ca e Mg, transferiu-se 1 ml da amostra obtida do processo anteriormente descrito e adicionaram-se 1 ml de lantânio (agente que elimina as interferências da amostra) para um balão volumétrico de 10 ml e, posteriormente, completou-se o seu volume com água destilada. Para a quantificação do cátion K, diluiu-se 1 ml do extrato obtido anteriormente para um balão volumétrico de 10 ml e, de seguida, aferiu-se o seu volume com água destilada. A quantificação do cátion P, foi feita diretamente no extrato.

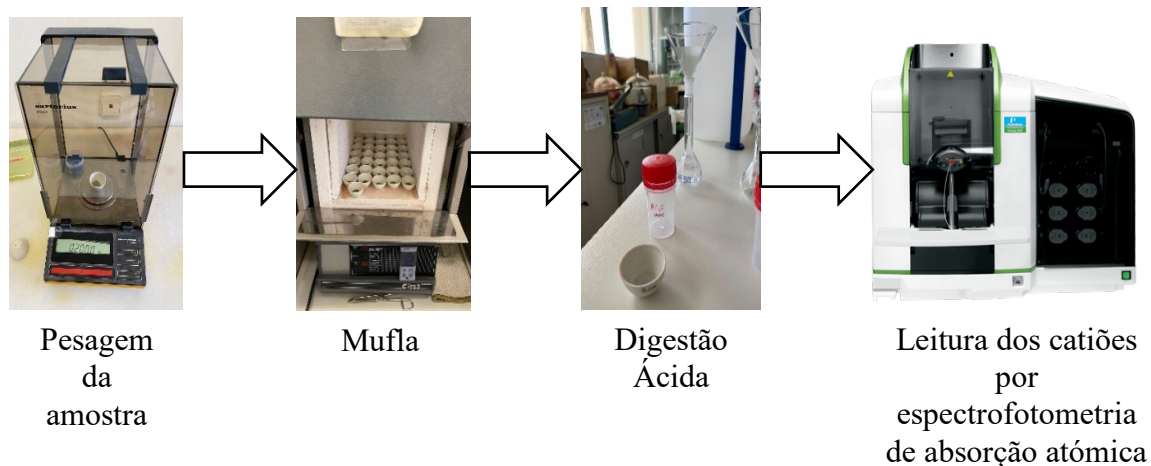


Figura 17 – Metodologia para a quantificação dos cátions.

### 3.3.5. Determinação do Amido

A determinação do amido no súber de ramos com 1 ano, foram moídas e crivadas as amostras com um crivo de 0,1 mm e foram seguidos os Métodos AOAC 996.11 e AACC 76-13.01 com o Kit Megazyme K-TSTA-100A 06/17.

O kit da Megazyme é adequado para a realização de 100 determinações de amido, contém:

- Frasco 1:  $\alpha$ -amilase termoestável (10 ml, 3000 U/ml de reagente Ceralpha a pH 6,5 e 40 °C ou 1600 U/ml de reagente Ceralpha a pH 5,0 e 40 °C).
- Frasco 2: Amiloglucosidase (10 ml, 3300 U/ml de amido solúvel ou 200 U/ml em  $\rho$ -nitrofenilo  $\beta$ -maltósido) a pH 4,5 e 40 °C.
- Frasco 3: Reagente tampão GOPOD (50 ml, pH 7,4).
- Frasco 4: Reagente GOPOD enzimas.
- Frasco 5: Solução padrão D-Glucose (5 ml, 1,0 mg/ml) em 0,2% (w/v) de ácido benzóico.

## **Preparação das soluções**

Solução 1 – Diluir 1 ml da solução tampão (frasco 1) em 30 ml de solução tampão de acetato de sódio (100 mM, pH 5,0). Dividir em alíquotas e congelar em recipientes de polipropileno.

Solução 2 – Usar o conteúdo do frasco 2 como fornecido.

Solução 3 – Diluir o conteúdo do frasco 3 (reagente tampão GOPOD) em 1 L de água destilada.

Solução 4 – Dissolver o conteúdo do frasco 4 em 20 ml da solução anterior e transferir este na totalidade para o recipiente que contém o restante da solução 3. Envolver este recipiente em folha de alumínio para proteger o recipiente da luz.

## **Reagentes não fornecidos**

Solução tampão de acetato de sódio (100 mM, pH 5,0) com cloreto de cálcio (5 mM) – Adicionar 5,8 ml de ácido acético glacial (1,05 g/ml) a 900 ml de água destilada e ajuste o pH a 5,0 usando hidróxido de sódio 1 M. Adicionar 0,74 g de cloreto de cálcio hidratado e dissolver. Ajustar o volume para 1 L com água destilada.

Solução tampão de acetato de sódio (1,2 M, pH 3,8) – Adicionar 68,7 ml de ácido acético glacial (1,05 g/ml) a 800 ml de água destilada e ajustar o pH a 3,8 usando hidróxido de sódio 4 M. Ajustar o volume para 1 L com água destilada.

Solução de hidróxido de potássio 2 M – Adicionar 112,2 g de KOH a 900 ml de água desionizada e dissolver por agitação. Ajustar o volume a 1 L.



## Procedimento

A partir de uma toma de amostra bem triturada e homogeneizada pesar, para cada um de dois tubos, cerca de 100 mg de ramos e registrar o valor. Adicionar 0,2 ml de solução aquosa de etanol (80% v/v) para evitar a dispersão da amostra, e de seguida tapar os tubos e agitar no vortex.

Adicionar 3 ml de  $\alpha$ -amilase (preparada na solução tampão de acetato de sódio pH 5,0, 1:30), incubar os tubos em banho de água fervente durante 6 min, tendo o cuidado de agitar vigorosamente ao fim de 2 e 4 min. Retiramos do banho-maria e adicionamos 0,1 ml do conteúdo do frasco 2 a todos os tubos, agitamos no vortex e incubamos durante 30 min no banho a 50 °C. Após este último passo descrito, transferimos a totalidade do conteúdo dos tubos de ensaio para balões volumétricos de 100 ml e adicionamos água destilada até perfazer o volume.

Retiramos 5 ml do conteúdo dos balões volumétricos para novos tubos de ensaio e centrifugamos a 3000 rpm durante 10 min. De seguida, extrair 0,1 ml em duplicado dos sobrenadantes para tubos de vidro.

Temos a glucose controlo (em quadruplicado), que contém 0,1 ml do conteúdo da garrafa 5 e 3 ml de GOPOD. E temos ainda, dois tubos de ensaio em branco que contém 0,1 ml de água destilada e 3 ml de GOPOD. Tanto os tubos de glucose controlo como os em branco, têm de ser incubados a 50 °C durante 20 min.

Após este processo laboratorial, leu-se a absorvância a 510 nm, em primeiro lugar dos tubos em branco, colocou-se o espectrofotómetro a zero e só depois é que se leu a glucose controlo e as amostras contra o branco.

## Cálculos

Para amostras sólidas

$$Amido = \Delta A \times F \times 1000 \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180}$$

$$Amido = \Delta A \times \frac{F}{W} \times 90$$

Expresso em matéria seca (MS)

$$\% Amido (MS) = \left( \Delta A \times \frac{F}{W} \times 90 \right) \times \frac{100}{MS}$$

$\Delta A$  – Absorvância lida a 510 nm de cada amostra contra o branco.

F (Fator de conversão de absorvância para  $\mu\text{g}$ ) – 100  $\mu\text{g}$  glucose/absorvância para 100  $\mu\text{g}$  glucose.

1000 – Correção de volume (0,1 ml retirados de 100 ml).

1/100 – Conversão de microgramas a miligramas.

100/W – Fator para expressar amido em percentagem de peso.

W – Peso em miligramas da amostra.

162/180 – Fator de ajuste da D-glucose para anidro D-glucose.

Todos os cálculos foram feitos através da folha de cálculo *Mega – Calc<sup>TM</sup>* disponível no site da Megazyme: [www.megazyme.com](http://www.megazyme.com)

### 3.4. Análise e Delineamento estatístico

Para as amostras recolhidas na associação de produtores (FRUTECO) foi efetuada uma comparação de médias à percentagem de miolo enrugado nas 4 variedades. Relativamente aos lotes da variedade *Chandler*, com e sem dano, fizemos uma comparação de médias dos teores de Ca, P, K, Mg e fibra, do endocarpo. Na semente recorremos a uma comparação de médias do teor de gordura e azoto, entre frutos com e sem dano.

Nas amostras recolhidas no campo as variáveis em estudo foram: nas folhas o teor de azoto e no súber dos ramos os teores de azoto e amido. Para a avaliação da contribuição do local na ocorrência do enrugamento do miolo da variedade *Chandler* recorreu-se a um fatorial com 2 fatores (tempo e local) com uma estratificação de 4 x 2 com 7 repetições (árvores).

Para avaliar a influencia da variedade na ocorrência do enrugamento do miolo, recorreu-se a uma comparação de médias entre as 4 variedades em estudo no pomar do produtor 1, para tal recorreu-se a um fatorial com 2 fatores (tempo e variedade) com uma estratificação de 4 x 4 com 3 repetições (árvores). Para a comparação das médias recorreu-se a uma ANOVA e para determinar as diferenças significativas aplicou-se o teste de Tukey com um nível de significância de 0,05. O quadro 7 apresenta o tipo de amostra e o parâmetro analisado.

Para o tratamento estatístico foi utilizado o software Statistica versão 7.0 (StatSoft, Inc.).

Quadro 7 – Tipo de amostra e parâmetro analisado.

<b>Amostra</b>	<b>Parâmetros analisados</b>
Nozes recolhidas na central	Miolo enrugado
Endocarpo da semente (casca)	Teor de fibra e teor de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , P, $\text{Mg}^{2+}$
Semente (miolo)	Teor de gordura e N
Folhas	Teor de N
Ritidoma dos ramos	Teor de N e teor de amido

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Quantificação da percentagem de miolo enrugado na receção dos frutos

A percentagem de miolo enrugado (Figura 19) foi avaliada na central da associação de produtores e é um indicador real da qualidade relativamente à presença desta anomalia fisiológica na campanha 2020/2021.

Como podemos observar através da figura 18, a percentagem de miolo enrugado é significativamente mais elevada na variedade *Chandler* em comparação com as outras três variedades, de seguida, a *Tulare* é a segunda variedade que apresenta maior percentagem de miolo enrugado, tal como foi referido por McGranahan *et al.* (1988). Este problema que está muito presente na *Chandler*, também foi referido por Ramos (1998), mas foi referido como não sendo um problema significativo. Já em Portugal e noutros países da Europa, este problema é significativo, pois como já dito em 2.1.2, as nozes são comercializadas com casca, na Califórnia como descascam as nozes e vendem o miolo, este problema é relativamente fácil de contornar.

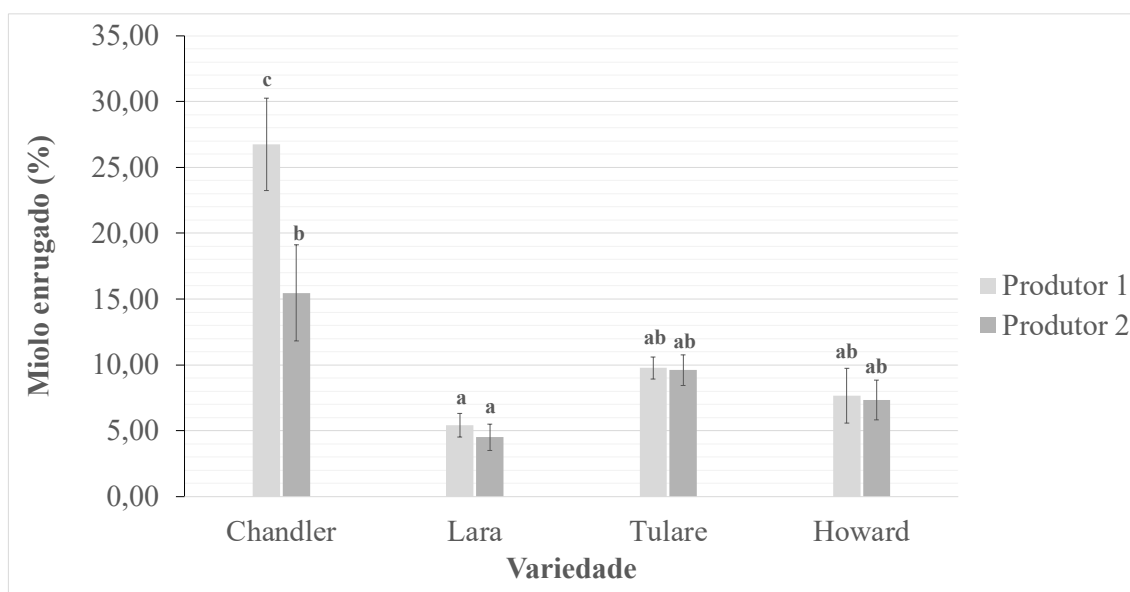


Figura 18 – Percentagem de miolo enrugado entre variedades e produtores (Percentagem e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

Também é observado na figura 18 que para a variedade *Chandler* houve diferenças ao nível do local de produção, apresentando o produtor 1 valores significativamente elevados da ordem dos 26,75% de miolo enrugado enquanto o produtor 2 apresentou 15,45% de frutos com a presença desta anomalia.

Nas restantes variedades e em ambos os produtores não se observaram diferenças significativas ao nível da presença desta anomalia. Apesar de não serem significativamente diferentes, parece haver uma tendência menor para o aparecimento de enrugamento do miolo na variedade *Lara* e *Howard* em comparação com a *Tulare*. Com efeito, a *Lara* sendo uma variedade menos vigorosa é aquela que na prática se reconhece ter uma menor percentagem de miolo enrugado.

Fazendo a comparação entre produtores, o produtor 1 é aquele que apresenta mais problemas no enchimento do miolo, em todas as variedades, apesar de ser a *Chandler* a variedade que apresenta maior percentagem de miolo enrugado.



Figura 19 – Exemplo de miolo de noz enrugado.

## **4.2. Influência do local de produção no enrugamento do miolo da variedade *Chandler***

### **4.2.1. Teor de N nas folhas**

Sendo a semente a estrutura que dá origem a um novo indivíduo, os tecidos internos da semente são compostos por substâncias de reserva e proteínas (Wu *et al.*, 2009). Na tentativa de se perceber qual a origem do reduzido enchimento do miolo que origina os sintomas de enrugamento, foi quantificar-se o teor de azoto nas folhas já que o azoto é, de entre os nutrientes, aquele que mais interfere com o crescimento das plantas já que faz parte da molécula de clorofila (Faust, 1989). Quando em excesso, o azoto, leva a desequilíbrios nas plantas que se caracterizam por acentuados crescimentos vegetativos em detrimento da qualidade da produção.

O teor de N nas folhas foi quantificado no material vegetal seco e moído, e foi avaliado em ambos os produtores, somente na variedade *Chandler*. Através da figura 20, pode-se observar que o teor de N nas folhas é decrescente, sendo este decréscimo explicado pelo facto de a noqueira ter uma maior necessidade de N durante a época de crescimento ativo (Germain *et al.*, 1999).

Segundo Boyd (2020), as necessidades de N por parte das noqueiras, 1 mês antes da colheita, são praticamente nulas, logo nas últimas duas datas é normal ambos os produtores apresentarem um teor de N nas folhas abaixo do recomendado, uma vez que as folhas se encontram em senescência e remobilizam o N para outros órgãos. A remobilização de N das folhas senescentes para outras zonas da planta, nomeadamente, o tronco e rebentos, no final da estação foi também observada em pereira por Wu *et al.* (2021).

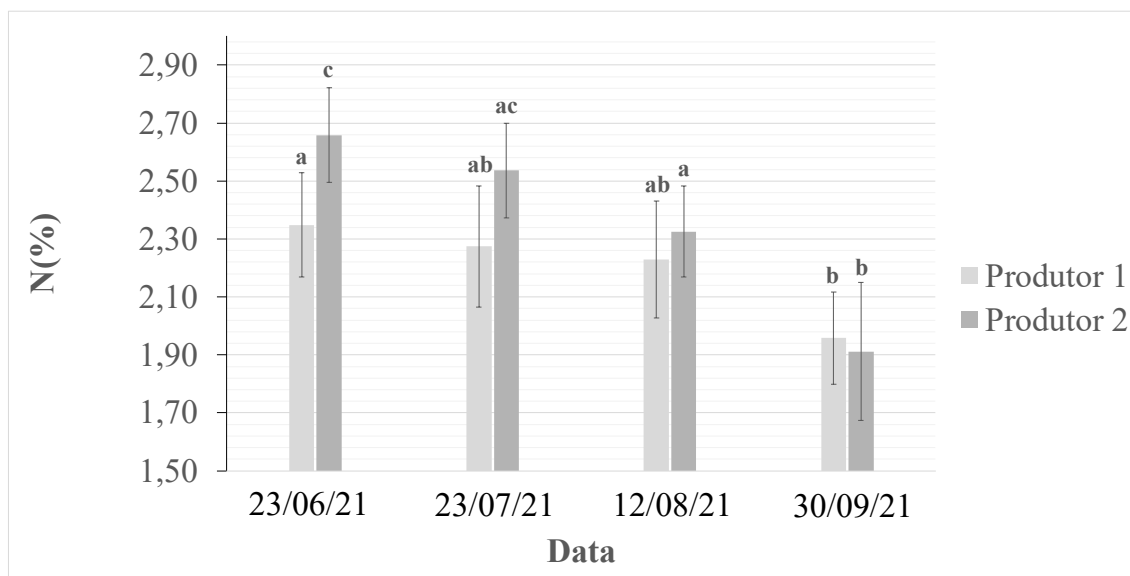


Figura 20 – Média do teor de N avaliado nas folhas da variedade *Chandler* dos 2 produtores para as diferentes datas de colheita. (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

A figura acima mostra-nos que os teores de N nas folhas do produtor 2 estão dentro dos valores recomendados para esta cultura, entre 2,30% e 2,70% N, o que também foi observado por Jarvis-Shean (2018). Já o produtor 1 só na primeira data é que apresenta valores de azoto dentro dos valores recomendados, com 2,35% de N tendo-se observado nas restantes datas teores de N inferiores aos valores recomendados para a cultura.

#### 4.2.2. Teor de N presente no súber dos ramos

O floema secundário é um tecido complexo formado por diferentes tipos de células e que é responsável pelo transporte das folhas para as raízes com crescimento secundário, de diversas substâncias incluindo compostos fotoassimilados. O floema localiza-se externamente ao xilema e resulta da atividade de um tecido meristemático, o câmbio vascular, que durante o crescimento secundário, produz xilema para a zona interior dos ramos e floema para a zona mais exterior dos ramos, ficando o floema localizado ao redor dos ramos. O súber ou casca dos ramos é a estrutura que inclui a periderme, o câmbio cortical e o floema nos ramos das plantas lenhosas com crescimento secundário. Nos ramos com 1 ano de idade a casca ao ser destacada dos ramos vai incluir o floema bem como outras estruturas até à periderme (Oliveira, 2011).

O teor de N no súber dos ramos permite observar a remobilização do N das folhas para as raízes das plantas, já que parte do azoto que é absorvido pelas plantas na forma de  $\text{NO}_3^-$  vai ter que ser reduzido ao nível das folhas num processo metabólico com consumo de energia (Santos, 1996). A quantificação do N no súber dos ramos com 1 ano corresponde ao N que circula no floema (Tixier *et al.*, 2017). Na tentativa de perceber que existiam diferenças entre produtores ao nível da redistribuição do N entre a parte aérea e as raízes foi quantificar-se o teor de N no súber de ramos com 1 ano com o objetivo de perceber, relativamente aos compostos fotoassimilados, o tipo de distribuição efetuada pelas plantas. Assim, plantas com maiores necessidades de N na parte aérea quer pela presença de frutos quer pelas maiores taxas de crescimento disponibilizarão menores quantidades de N para as raízes.

A grande diferença do teor de N no súber dos ramos verifica-se na segunda data (Figura 21), no final do mês de julho, onde se observa um valor menor que nas restantes datas. Este facto pode ser justificado por ser nesta altura que se dá o endurecimento da casca altura em que os frutos necessitam de uma maior quantidade de N, translocando menores quantidades de N para outras zonas (Tessenderlo Kerley, 2021). De igual modo, o facto das folhas entrarem em senescência e canalizarem os seus nutrientes, tais como o N para outros órgãos, como os ramos e raízes, vem reforçar o que observamos na figura abaixo que é o aumento do teor de N no súber dos ramos nas últimas duas datas. Esta situação parece indicar uma maior translocação do N das folhas senescentes para as raízes, tal como Muhammad *et al.* (2020) indicaram que, sendo o N móvel dentro da planta, este era remobilizado das folhas senescentes para o tecido lenhoso, como ramos, caule ou raízes.



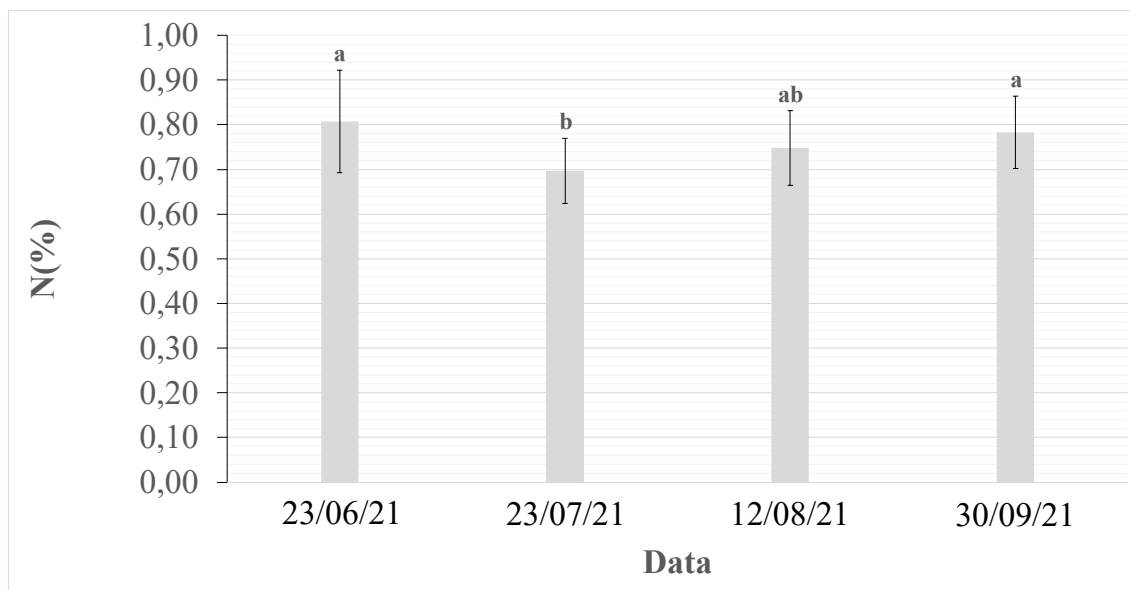


Figura 21 – Médias e desvios padrão dos dois produtores do teor de N avaliado no súber dos ramos consoante as datas de colheita. (Médias e desvios padrão seguidos por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

#### 4.2.3. Teor de Amido no súber dos ramos

O amido quantificado no súber dos ramos constitui uma importante reserva energética que as árvores possuem (Faust, 1989). Esta reserva é muito importante nas espécies que apresentam dormência invernal, possibilitando que no início do seu ciclo anual decorra normalmente principalmente antes de apresentarem uma copa funcional (Oliveira, 2011). As reservas energéticas são igualmente importantes nas reações metabólicas que implicam consumo energético tal como a formação dos tecidos de reserva da semente. Observando-se no problema do enrugamento do miolo uma redução do enchimento da semente, foi quantificar-se o teor de amido nos ramos e comparar os dois produtores em causa, já que há um histórico de maior ocorrência de miolo enrugado no produtor 1.

Na figura 22 observa-se que nas duas primeiras datas o teor de amido no súber dos ramos tem uma diferença significativa entre produtores, onde o produtor 2 apresenta maior teor de amido no súber dos ramos. Esta diferença significativa pode estar relacionada com o facto de haver diferenças notórias no aspeto dos pomares, em que as árvores do pomar do produtor 1 em comparação com as do produtor 2, são muito mais vigorosas. O pomar do produtor 1 investe muito mais no crescimento vegetativo, enquanto as nogueiras do

produtor 2 são mais baixas e apresentam maior produtividade, o que parece estar de acordo com o facto do produtor 2 apresentar um teor de amido mais elevado.

Segundo Jarvis-Shean & Zwieniecki (2021), os HCN são essenciais tanto para o crescimento vegetativo, como para o crescimento dos frutos. Por esta razão pode-se dizer que as nogueiras do produtor 2 canalizam os HCN para o crescimento dos frutos, enquanto as nogueiras do produtor 1 para o crescimento vegetativo e não para a produção, uma vez que a percentagem de miolo enrugado é maior.

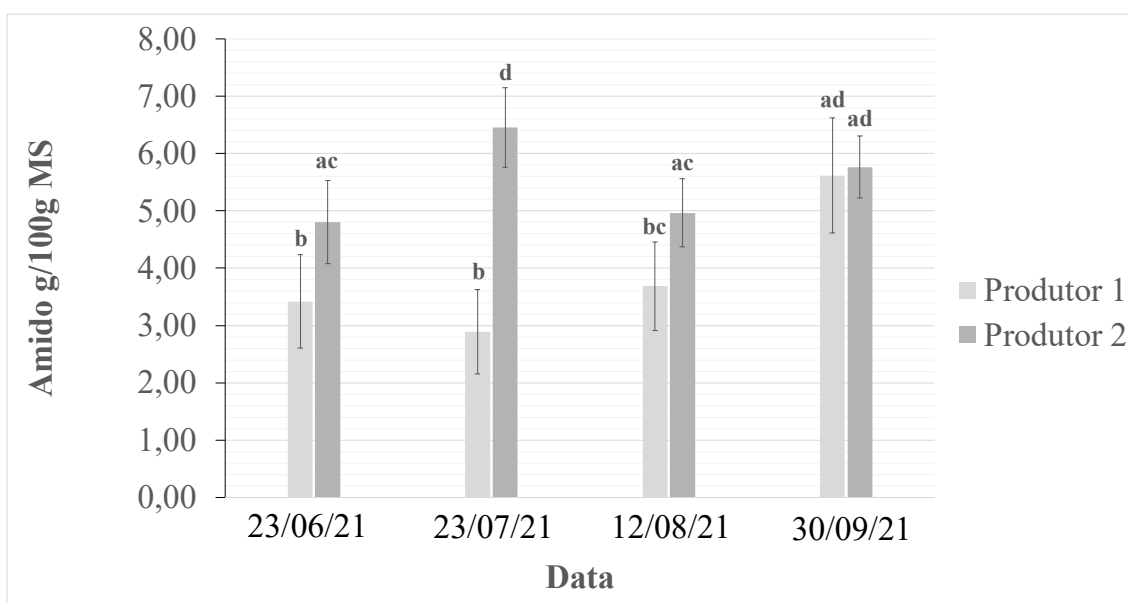


Figura 22 – Média do teor de amido avaliado no súber dos ramos dos 2 produtores (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

### 4.3. Influência da variedade no enrugamento do miolo

#### 4.3.1. Teor de N nas folhas

A contribuição do efeito da variedade para a ocorrência de miolo enrugado foi unicamente estudada no pomar do produtor 1 nas variedades *Chandler*, *Howard*, *Lara* e *Tulare*.

Os teores de N nas folhas entre variedades, não têm diferenças muito significativas, consegue-se observar (Figura 23) que apenas a variedade *Tulare* apresenta um teor mais elevado, o que acaba por vir reforçar o que já foi dito acima, em que a variedade *Chandler* e *Tulare* são as variedades mais vigorosas, logo é esperado que apresentem maior teor de

N nas folhas, contudo comparando estas duas variedades, a *Chandler* acaba por ter uma percentagem de miolo enrugado maior. Só a variedade *Tulare* é que se encontra com o teor de N nas folhas dentro dos valores ideais (Jarvis-Shean, 2018) enquanto as restantes variedades se encontram um pouco abaixo, com valores dentro da ordem dos 2,05% a 2,22% de N, sendo estes valores um pouco inferiores ao ideal. Esta situação parece indicar que o produtor 1 aplica N em quantidades inferiores ao recomendado, no entanto o elevado vigor das plantas deve contribuir para a contenção nas doses de azoto aplicado.

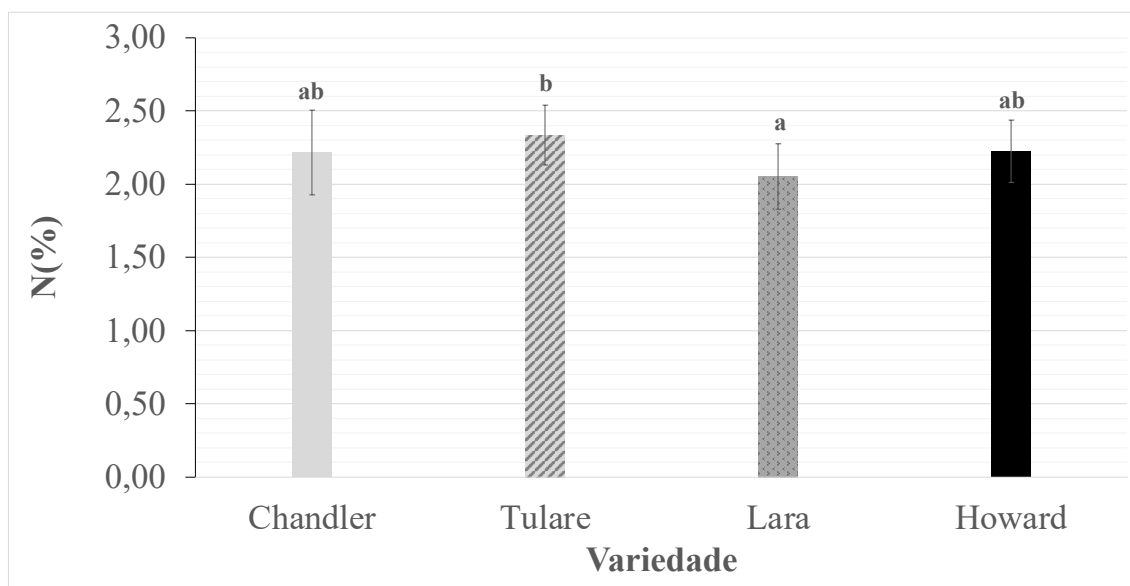


Figura 23 – Média do teor de N avaliado nas folhas para as 4 variedades do produtor 1. (Médias de cada variedade incluem as 4 datas de colheita; desvios padrões seguidos por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

#### 4.3.2. Teor de N no súber dos ramos

Não foram encontradas diferenças significativas no teor de N no súber dos ramos entre variedades e datas analisadas (Anexo XI), o que pode indicar que todas as variedades estão em igualdade de circunstância relativamente ao teor de N no súber dos ramos, não havendo uma variedade com maior ou menor capacidade para remobilizar N das folhas para as raízes em qualquer uma das datas.

#### 4.3.3. Teor de Amido no súber dos ramos

Relativamente ao amido no súber dos ramos verificou-se que só há diferenças significativas na última data, onde é mais elevado, contudo também é visível que existe um decréscimo no teor de amido no súber entre a primeira e segunda data, apesar de não

ser significativo. Confirmando assim o que foi mencionado por Jarvis-Shean & Zwieniecki (2021), que o teor de HCN diminui após a rebentação, atingindo os níveis mais baixos durante a estação de crescimento e, de seguida, os níveis aumentam no final do verão para atingir níveis máximos durante a fase invernal.

Segundo Jarvis-Shean & Zwieniecki (2021) nas amêndoas, pistachos e nozes, pouco antes da rebentação, há um aumento do teor de amido e uma queda na concentração de açúcares solúveis. As plantas regulam as concentrações de açúcar para manter o metabolismo desejável e a dinâmica osmótica dentro dos seus tecidos. Quando a temperatura aumenta na primavera, a síntese de amido inicia-se, resultando num decréscimo do teor de açúcares solúveis. Essa queda no teor de açúcares e o aumento do amido são preditivos e podem estar na origem da rebentação.

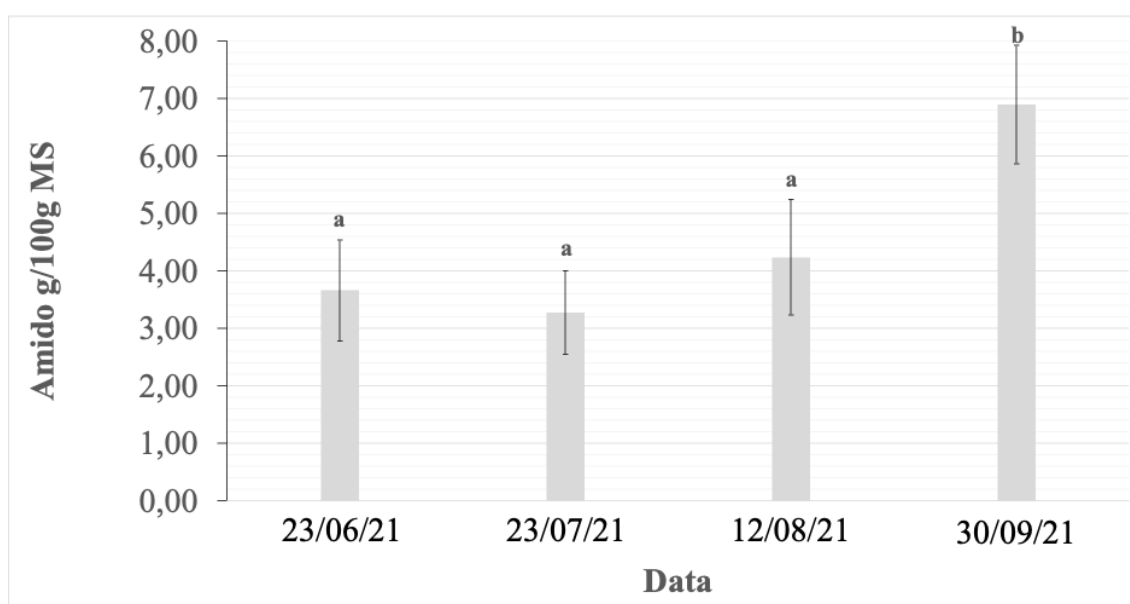


Figura 24 – Médias do produtor 1 relativamente ao teor de amido avaliado no súber dos ramos consoante as datas de colheita (Médias de cada data incluem as 4 variedades em estudo; desvios padrões seguidos por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

Tal como seria de esperar, na figura abaixo, observa-se a mesma tendência da figura 24, entre datas. Já entre variedades é de sublinhar que a *Chandler* é a variedade que tem sempre um teor de amido menor, comparando com as outras variedades, o que poderá estar relacionado com a maior percentagem de miolo enrugado que esta variedade apresenta já que o amido é um constituinte da semente e faz parte do tecido de reserva.

As variedades *Lara* e *Howard* apresentam diferenças significativas quanto ao teor de amido na casca dos ramos na última data, apresentando este um valor mais elevado nestas duas variedades em comparação com as variedades *Chandler* e *Tulare*. Estes resultados são coerentes com o facto da *Lara* e *Howard* serem duas variedades menos vigorosas em comparação à *Chandler* e *Tulare*. Como aquelas são menos vigorosas, investem menos em crescimento vegetativo, logo acumulam mais reservas até ao período de dormência e o novo ciclo cultural inicia-se com maior disponibilidade de reservas. Durante o decorrer do ciclo as variedades menos vigorosas canalizam as reservas, disponíveis em maior quantidade para investirem nos frutos. O mesmo foi observado por Choi *et al.* (2020) em diospiro *Fuyu* submetido a incisão anelar em que se observou, entre outros efeitos, uma melhoria na qualidade dos frutos, por uma maior disponibilidade de fotoassimilados na parte aérea da planta. O que parece indicar que a maior disponibilidade de fotoassimilados para a parte aérea das árvores tem um efeito positivo na qualidade dos frutos.

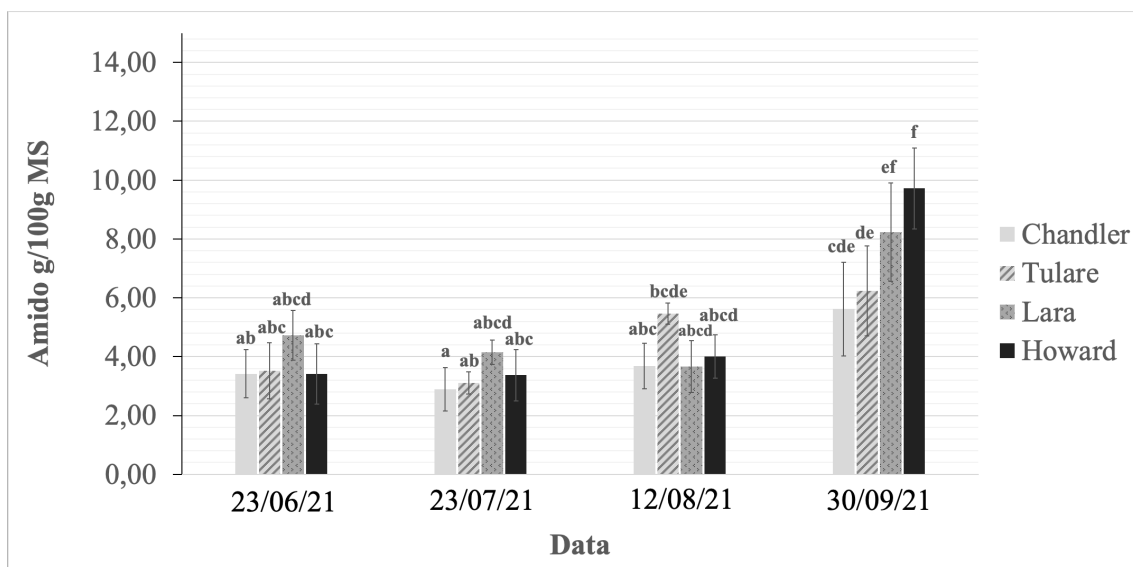


Figura 25 – Média do teor de amido avaliado no súber dos ramos das 4 variedades consoante as datas de colheita no produtor 1. (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

#### 4.4. Comparação de nozes com e sem dano na variedade *Chandler*

##### 4.4.1. Teor de N no miolo

A necessidade de perceber se algum dos componentes da semente estaria em menor quantidade nas nozes que apresentavam miolo enrugado foram analisar-se nozes com e sem dano da variedade *Chandler* e compararam-se os resultados.

Relativamente ao teor de N no miolo, este é mais elevado nas nozes que apresentam dano no miolo (Figura 26), tal como foi descrito por Haas & Batchelor (1928), embora não haja diferenças significativas (Anexo XII). A quantidade de proteína no miolo é determinada indiretamente através do teor de N, utilizando um fator de conversão azoto-proteína ( $Kc = 5,30$ ; % proteína =  $Kc * \% N$  total) (Jones, 1931). O teor de proteína de referência no miolo da noz varia entre os 11 e 19,6% (Quadro 4). Os nossos valores de proteína nos miolos com dano e sem dano, variam entre os 13 e 15%, respetivamente, encontram-se dentro dos valores normais. Isto parece indicar que não é a quantidade de proteína que diferencia as nozes com e sem miolo enrugado.

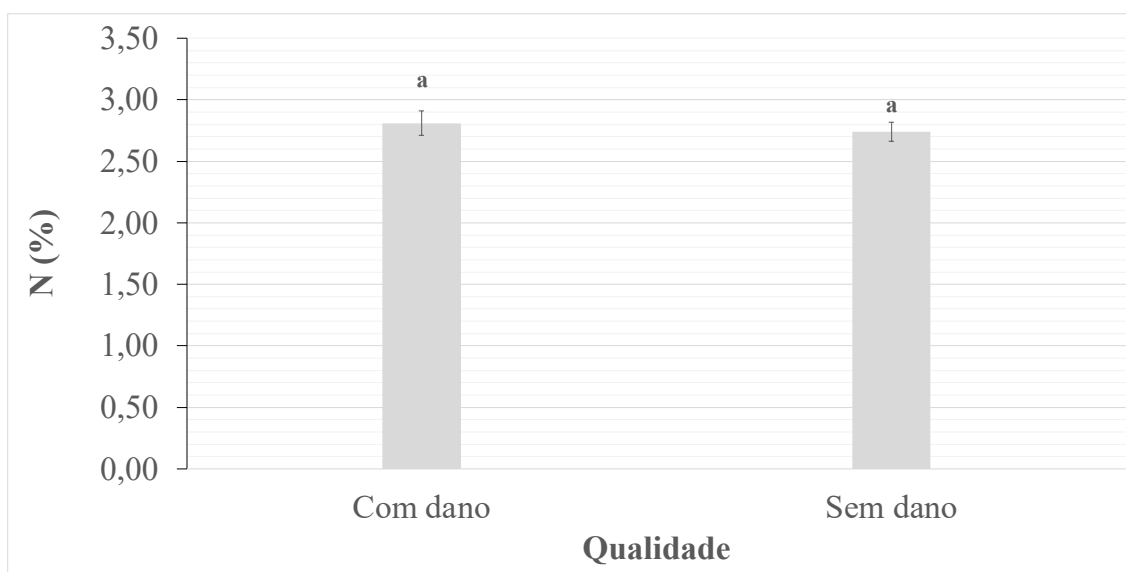


Figura 26 – Médias do teor de N avaliado na noz (miolo). (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).

#### 4.4.2. Teor em fibra do endocarpo da noz

Na tentativa de se comparar as nozes danificadas e não danificadas relativamente ao teor em fibra procedeu-se à extração desta fração por solubilização do detergente em meio neutro do endocarpo da noz. A fração que é solubilizada corresponde à fibra solúvel constituída principalmente por amido e pectinas e alguns compostos do conteúdo celular e a fibra que não se solubilizou é composta por celulose, hemiceluloses e lenhina. Não foram observadas diferenças significativas no teor de fibra no endocarpo, parece que este não é afetado pela presença de anomalias fisiológicas no desenvolvimento do miolo da noz. Os valores obtidos rondam os 86% (Anexo XIII), tal como Jovičić *et al.* (2021) afirma os valores de fibra encontram-se entre os 88 e os 95%, logo os valores obtidos no presente trabalho encontram-se dentro do intervalo de valores normais para a fibra.

O enrugamento que surge no miolo da noz parece apontar para um deficiente enchimento do miolo durante o desenvolvimento da semente, mas aparentemente a composição do miolo não se altera, notando-se apenas uma redução na quantidade de compostos acumulados na semente.

#### **4.4.3. Teor em gordura**

Na tentativa de se comparar as nozes danificadas e não danificadas relativamente ao teor em gordura procedeu-se à extração da fração da gordura da noz. O miolo da noz, por norma contém cerca de 60% de gordura, no entanto este valor pode variar entre 52 e 70% dependendo de vários fatores tais como: a variedade, as condições edafoclimáticas e da rega (Özcan, 2009). Os teores de gordura rondam os valores de referência (Anexo XIV), contudo, não foram identificadas diferenças significativas no teor de gordura entre os miolos de nozes com e sem dano, logo o reduzido enchimento do miolo não se deveu a uma acumulação deficiente de gordura.

#### **4.4.4. Marcha dos catiões**

Na tentativa de se comparar as nozes danificadas e não danificadas relativamente ao teor de alguns catiões no endocarpo (casca) procedeu-se à sua quantificação através de um processo denominado marcha dos catiões que permitiu quantificar os catiões Ca, Mg, K e P presentes no endocarpo.

Pela análise dos resultados verifica-se que as diferenças dos teores de Ca e Mg não são significativas (Anexo XV e Anexo XVI), no entanto o teor de K (Figura 27) apresenta valores no limite das diferenças significativas ( $p=0,05587$ ) (Anexo XVII). No entanto o K não está presente em compostos metabólicos atuando ao nível celular mais como ativador enzimático ou participando na regulação osmótica. O teor de K inferior no miolo das nozes com dano poderá ser explicado pela menor intensidade metabólica que provavelmente existirá nas sementes com uma menor acumulação de substâncias de reserva. Relativamente ao teor de P (Figura 28), este apresenta valores significativamente superiores no endocarpo de nozes com a presença de enrugamento do miolo (Anexo XVIII).

Office of Experiment Station United States (1929) verificou que o P apresentava valores superiores em nozes com a presença deste dano fisiológico. Por outro lado Haas & Batchelor (1928), não observaram diferenças nos teores de P da semente comparando nozes com e sem a presença de enrugamento. A presença de maiores teores de P no endocarpo das nozes em frutos com miolo enrugado poderá indicar um menor consumo de compostos energéticos em nozes com menor nível de enchimento do miolo. As reações de acumulação de compostos de reserva na semente requerem consumo de energia e em situações em que este tipo de mecanismo é menos intenso parece ocorrer acumulação de P.

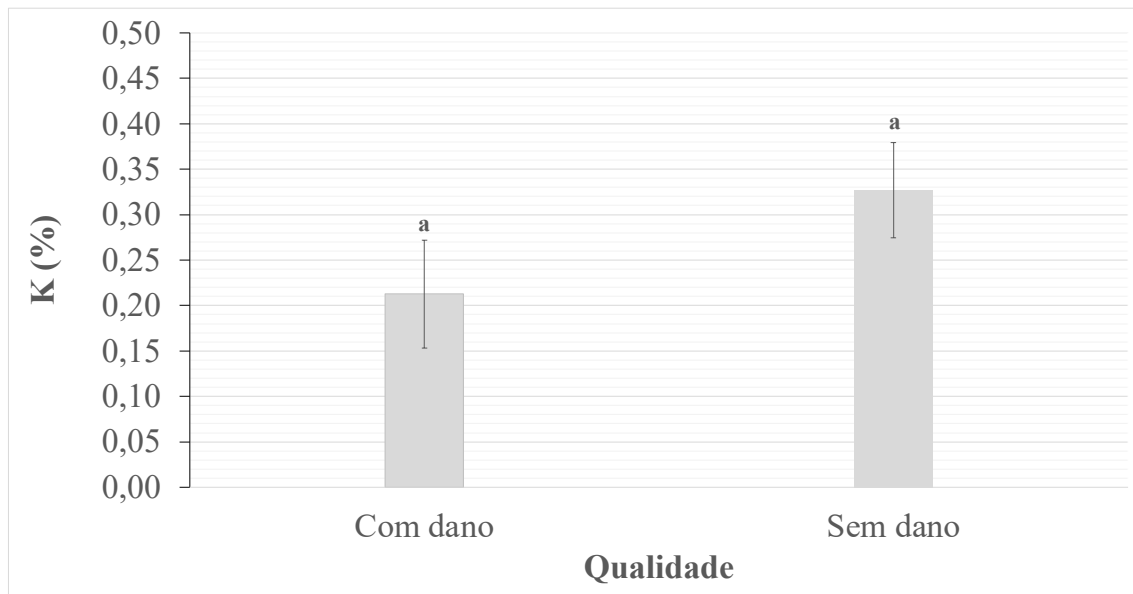


Figura 27 – Média do teor de K avaliado no endocarpo da noz (casca). (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ))

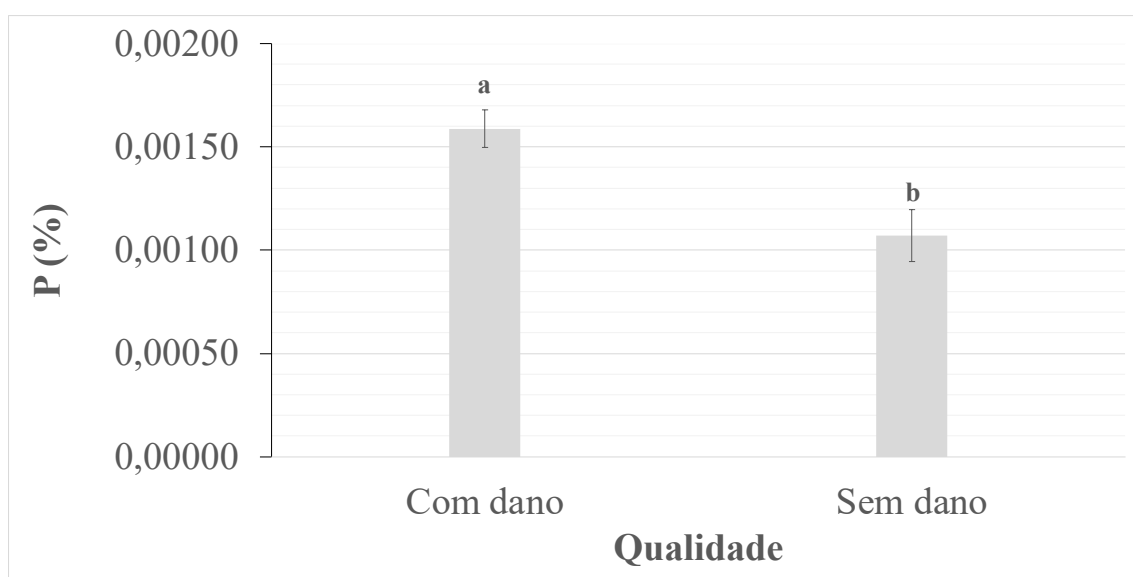


Figura 28 – Média do teor de P avaliado no endocarpo da noz (casca). (Médias e desvios padrão seguidas por diferentes letras, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )).



## 5. Conclusões

A percentagem de miolo enrugado em ambos os produtores, demonstrou que a variedade *Chandler* apresenta valores significativos, onde a sua percentagem de miolo enrugado é mais elevada em comparação com as restantes variedades e que o produtor 1 é o que apresenta uma percentagem mais elevada de miolo enrugado. Com efeito o vigor acentuado das plantas no produtor 1 que implica uma adubação azotada no limite inferior do nível satisfatório, poderá ser um dos motivos para a maior percentagem de nozes com miolo enrugado. No pomar do produtor 2, as árvores apresentam um porte mais baixo e teores superiores de N nas folhas e na casca, aparentando uma maior disponibilidade deste nutriente. Não se estabeleceu uma relação direta entre os teores de N no súber dos ramos e o aparecimento de enrugamento do miolo já que entre produtores não houve diferenças quanto a este parâmetro.

O amido, de entre todos os resultados obtidos e analisados nesta dissertação, parece ter um papel fundamental na predisposição para o enrugamento do miolo da noz, uma vez que se obteve resultados muito significativos no teor de amido no súber dos ramos, no sentido em que as variedades menos vigorosas (*Lara* e *Howard*) apresentam maior teor de amido e também uma menor predisposição para a ocorrência deste dano. Sendo estas, as variedades que apresentam uma menor percentagem de miolo enrugado, e sendo menos vigorosas, não investem tanto em crescimento vegetativo, ficando com mais reservas de amido. Desta forma terão também mais reservas no início do ciclo produtivo no ano seguinte. A presença de árvores mais altas no produtor 1 comparativamente ao produtor 2, com menor quantidade de reservas nos ramos parece indicar um estiolamento das plantas e um investimento excessivo em crescimento vegetativo o que poderá contribuir para uma maior presença de frutos com enrugamentos do miolo.

Relativamente à comparação da composição de nozes com e sem danos da variedade *Chandler*, pode-se afirmar que não houve diferenças significativas em qualquer nutriente avaliado com exceção do P presente no endocarpo. Este nutriente apresentou valores superiores no endocarpo das nozes com enrugamento do miolo. Este dano condicionou a composição química da casca das nozes, o que permite perspetivar a aplicação com sucesso da espectroscopia NIR para a separação das nozes com casca de acordo com a presença de danos internos no miolo.

Independentemente do amido aparentar ter um papel fundamental nesta problemática, não é o único fator a considerar. Apesar de não terem sido estudadas nesta dissertação, é importante referir que a exposição da copa à radiação solar também é um dos fatores importantes e que irá condicionar o aparecimento deste dano. O pomar do produtor 2 tem uma menor percentagem de miolo enrugado e de facto as noqueiras deste, são mais compactas e baixas, conseguindo formar uma copa maior, comparativamente ao pomar do produtor 1, onde as noqueiras são mais altas.

Em trabalhos futuros seria interessante observar o comportamento da variedade *Chandler* relativamente ao enrugamento do miolo, com a utilização de porta-enxertos menos vigorosos.

## 6. Referências Bibliográficas

- Adem, H. H. (2003). Walnuts, 7.
- Almeida, C. (2017). Importância económica da noqueira para a produção de noz. *Agroforum*, 7.
- Almeida, C. M. (2017). *Nogueira: Estado da Produção* (EDITOR CNCFS (Ed.)).
- Almeida, C. M. (2020). A produção e comercialização de noz em Portugal e no contexto mundial. *SCAP*, 7.
- Associação dos Jovens Agricultores de Portugal. (2017). *Manual boas práticas para culturas emergentes: a cultura da noz*, 44.
- Batista, M. J. A. (2013). *Condicionalismos nas práticas culturais utilizadas na produção de nozes numa exploração da região de Évora* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Évora, Évora.
- Bergougnot, F., & Grosperre, P. (1981). *Le Noyer* (L. et C. Institut National de Vulgarisation pour les Fruits (Ed.)), 187 .
- Bernard, A., Lheureux, F., & Dirlwanger, E. (2017). Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics & Genomes*, 14(1), 28.
- Boyd, V. (2020). *New Tool for Predicting Nitrogen Needs in Walnuts*. WEST COAST NUT. Acedido em 22 de março de 2022. <https://www.wcngg.com/2020/09/17/new-tool-for-predicting-nitrogen-needs-in-walnuts/>
- Cardoso, J. V. C. (1965). *OS SOLOS DE PORTUGAL, Sua Classificação, Caracterização e Génesis* (Secretaria de Estado da Agricultura - Direção-Geral dos Serviços Agrícolas (Ed.)), 311.
- Carranca, C., Brunetto, G., & Tagliavini, M. (2018). Nitrogen Nutrition of Fruit Trees to Reconcile Productivity and Environmental Concerns. *Plants*, 12.
- Choi, S. T., Ahn, G. H., Kim, S. C., Hong, K. P. (2020). Scoring effects on tree vigor and fruit quality of 'Fuyu' persimmon trees. *Acta Horticulturae*, 8.
- Contreras, E. A. B., Valenzuela-Núñez, L. M., Castillo, D. A. E., Peña, C. C., Esparza-Rivera, J. R., & Rosa, A. B. (2018). Content of starch in walnut organs (*Carya illinoensis* Koch) in two phenological stages. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13.
- Dall'Agnol, A., Nogueira, M. A. (2021). Importância do magnésio no manejo nutricional dos cultivos. Acedido em 12 de outubro de 2021.

<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/06/07/importancia-do-magnesio-no-manejo-nutricional-dos-cultivos/>

- Falchi, R., Bonghi, C., Drincovich, M. F., Famiani, F., Lara, M. V., Walker, R. P., & Vizzotto, G. (2020). Sugar Metabolism in Stone Fruit: Source-Sink Relationships and Environmental and Agronomical Effects. *Frontiers in Plant Science*, 14.
- Famiani, F., Bonghi, C., Chen, Z., Drincovich, M. V., Farinelli, D., Lara, M. V., Proietti, S., Rosati, A., Vizzotto, G., & Walker, R. P. (2020). Stone Fruits: Growth and Nitrogen and Organic Acid Metabolism in the Fruits and Seeds - A Review. *Frontiers in Plant Science*, 16.
- Famiani, F., Casulli, V., Baldicchi, A., Battistelli, A., Moscatello, S., & Walker, R. P. (2012). Development and metabolism of the fruit and seed of the Japanese plum Ozark premier (*Rosaceae*). *Journal of Plant Physiology*, 169, 10.
- Faust, M. (1989). *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees* (John Wiley & Sons (Ed.)), 338.
- Forde, H. I., & Griggs, W. H. (1972). Pollination and Blooming Habits of Walnuts. *Agricultural Extension*, 9.
- Furze, M. E., Huggett, B. E., Chamberlain, C. J., Wieringa, M. M., Aubrech, D. M., Carbone, M. S., Walker, J. C., Xu, X., Czimczik, C. I., & Richardson, A. D. (2020). Seasonal fluctuation of nonstructural carbohydrates reveals the metabolic availability of stemwood reserves in temperate trees with contrasting wood anatomy. *Tree Physiology*, 40(10), 11.
- Germain, E., Jalinat, J., & Marchau, M. (1972). Biologie florale du noyer (*Juglans regia* L.). *Technical Information Bulletin*, 12.
- Germain, E., Prunet, J. P., & Garcin, A. (1999). *Le Noyer* (CTIFL (Ed.)), 279.
- Grant, J. A., & Shackel, K. (1997). Influence of irrigation water deficit on stem end kernel shrivel of chandler walnut, 7.
- Haas, A. R. C., & Batchelor, L. D. (1928). Relation of Phosphorus Content to Shriveling of Walnut Kernels. *University of Chicago Press Journals*, 86(4), 9.
- Hayes, D., Angove, M. J., Tucci, J., & Dennis, C. (2016). Walnuts (*Juglans regia*) Chemical Composition and Research in Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(8), 12.
- Hoch, G., & Körner, C. (2003). The carbon charging of pines at the climatic treeline: a global comparison. *Oecologia*, 135, 11.

- Husqvarna. (2019). Tudo o que necessita saber sobre a noqueira. Acedido em 20 de janeiro de 2022. <https://lojahusqvarna.com/blog/fichas/nogueira/>
- Iannamico, L. (2009). *EL Cultivo del Nogal* (INTA (Ed.)), 120.
- infoAgro. (2001). El cultivo de la nuez. Acedido em 19 de setembro de 2021. [https://infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/nogal.htm](https://infoagro.com/frutas/frutos_secos/nogal.htm)
- Instituto Nacional de Estatística. (2018). *Estatísticas Agrícolas 2018*, 171.
- Instituto Nacional de Estatística. (2020). *Estatísticas Agrícolas 2020*, 181.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2021). Acedido em 4 de agosto de 2021. <https://www.ipma.pt/pt/index.html>
- Jarvis-Shean, K. (2018). *Nitrogen Management for Mature, Bearing Orchards*. California WALNUTS. Acedido em 18 de março de 2022. <https://walnuts.org/resource/nitrogen-management-mature-bearing-orchards-research-update/>
- Jarvis-Shean, K., & Zwieniecki, M. A. (2021). *What new research into carbohydrates is teaching us about California orchards*. Sacramento Valley Orchard Source. Acedido em 20 de março de 2022. <https://www.sacvalleyorchards.com/almonds/horticulture/carbohydrates-orchards/>
- Jones, D. B. (1931). Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. *United States Department of Agriculture*, 22.
- Jovičić, N., Antonović, A., Matin, A., Antolović, S., Kalambura, S., & Krička, T. (2021). Biomass Valorization of Walnut Shell for Liquefaction Efficiency. *Energies*, 13.
- Kozłowski, T. T. (1992). Carbohydrate Sources and Sinks in Woody Plants. *The Botanical Review*, 58(2), 116.
- Lampinen, B., Buchner, R., Fulton, A., Mills, N., Prichard, T., Schwankl, L., Shackel, K., Gilles, C., Metcalf, S. G., & Rivers, D. (2004). Irrigation management in walnut using evapotranspiration, soil and plant based data. *UCDAVIS*, 25.
- Lavee, S. (2007). Biennial bearing in olive (*Olea Europaea*). *Annales, Series Historia Naturalis*, 12.
- Lavialle, E., Prunet, J. P., Charlot, G., & Bergougnoux, Y. (1993). *Le séchage des noix : guide pratique* (CTIFL (Ed.)), 151.
- Li, M., Li, Y., Sun, C., Meng, Y., Yang, K., Hou, L., & Wang, J. (2009). Research advance about nutrients and medicinal value of walnut. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 24(6), 3.

- Li, Y., Ma, S., Wang, Y., Xuan, X., Hou, L., Sun, Q., & Yang, K. (2011). The dynamics of fat, protein and sugar metabolism during walnut (*Juglans regia* L.) fruit development. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 10.
- Liu, M. (2004). Introduction to Seed Plant Morphological Anatomy. *Science Press*, 3.
- Lorente, F. L. (1990). *El Nogal* (MUNDIPRENSA (Ed.)), 155.
- Maguire, L. S., O'Sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P., & O'Brien, N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55, 9.
- Marketing Agrícola. (2017). Produção e comercialização de noz. Acedido em 8 de setembro de 2021. <https://marketingagricola.pt/producao-e-comercializacao-de-noz/>
- Martínez-Trinidad, T., Plascencia-Escalante, F. O., & Islas-Rodríguez, L. (2013). La Relación entre los carbohidratos y la vitalidad en árboles urbanos. *Revista Chapingo*, 11.
- McCance, & Widdowson's. (2014). *The Composition of Foods* (7th ed.). Royal Society of Chemistry, 550.
- McGranahan, G., Snyder, R., Ramos, D., Forde, H., Phillips, H., & Leslie, C. (1988). Evaluation and development of walnut seedlings, selections, cultivars, and introductions. *UCDAVIS*, 16.
- Metcalf, S. G., Grant, J., Lampinen, B., Negron, C., Martinelli, A., & Rutto, L. K. (2010). Walnut production and quality as influenced by orchard and within tree canopy environment. *Acta Horticulturae*, 11.
- Muhammad, S., Sanden, B. L., Lampinen, B. D., Smart, D. R., Saa, S., Shackel, K. A., & Brown, P. H. (2020). Nutrient Storage in the Perennial Organs of Deciduous Trees and Remobilization in Spring - A Study in Almond (*Prunus dulcis*) (Mill.) D. A. Webb. *Frontiers in Plant Science*, 15.
- Nogales-Bueno, J., Baca-Bocanegra, B., Hernández-Hierro, J. M., Garcia, R., Barroso, J. M., Heredia, F. J., & Rato, A. E. (2021). Assessment of Total Fat and Fatty Acids in Walnuts Using Near-Infrared Hyperspectral Imaging. *Frontiers in Plant Science*, 11.
- Nyéki, J., & Soltész, M. (1996). Floral Biology of Temperate Zone. Fruit Trees and Small Fruits. *Akadémiai Kiadó*, 3.
- Office of Experiment Station United Station (1929). *Experiment Station Record*

- (HardPress (Ed.)), 2493.
- Oliveira, J. N. B. (2011). *Anatomia das Plantas Superiores*. Universidade dos Açores: Departamento de Biologia, 513.
- Özcan, M. M. (2009). Some Nutricional Characteristics of Fruit and Oil of Walnut (*Juglans regia* L.) Growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 28(1), 6.
- Pallardy, S. G. (2008). *Physiology of Woody Plants* (Academic Press (Ed.); 3rd ed.). Elsevier, 469.
- Palomares, J. I. S. (2008). *Frutos secos en Cantabria: La nuez y la avellana* (Investigación y experimentación (Ed.)). CIFA, 121.
- Pavel, E. W., & DeJong, T. M. (1993). Source - and Sink-limited Growth Periods of Developing Peach Fruits Indicated by Relative Growth Rate Analysis. *Society for Horticultural Science*, 118(6), 5.
- Piispanen, R. M., & Saranpaa, P. (2001). Variation of non-structural carbohydrates in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood. *Trees*, 15, 7.
- Pinney, K., & Polito, V. S. (1983). English walnut fruit growth and development. *Scientia Horticulturae*, 21, 10.
- Polesi, L. F. (2009). *Amido resistente obtido a partir de amido de leguminosas e de seus hidrolisados* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Polito, V. S., & Li, N. (1985). Pistillate flower differentiation in english walnut (*Juglans regia* L.): a developmental basis for heterodichogamy. *Scientia Horticulturae*, 26, 6.
- Ramos, D. E. (1998). *Walnut Production Manual*. University of California: Division of Agriculture and Natural Resources (Publication 3373 (Ed.)), 320.
- Ramos, D. E., Brown, L. C., Uriu, K., & Marangoni, B. (1978). Water stress affects size and quality of walnuts. *California Agriculture*, 2
- Regato, J., Regato, M., & Guerreiro, I. (2004). A floração da noqueira na região de Beja, 7.
- Regato, M., Silva, O., Sousa, R., & Guerreiro, I. (2003). Fertilização do Pomar de Nogueiras, 2.
- Regier, N., Streb, S., Zeeman, S. C., & Frey, B. (2010). Seasonal changes in starch and sugar content of poplar (*Populus deltoides* × *nigra* cv. Dorskamp) and the impact of stem girdling on carbohydrate allocation to roots. *Tree Physiology*, 30, 9.
- Santos, J. Q. (1996). *Fertilização: Fundamentos da utilização dos adubos e corretivos*

- (Publindústria (Ed.)), 556.
- Solar, A., Stampar, F., Veberic, R., & Trdan, S. (2020). How much walnut husk fly (*Rhagoletis completa* Cresson) affects nut quality of different walnut cultivars? *European Journal of Horticultural Science*, 85(1), 11.
- Tessengerlo Kerley. (2021). NUTS, 32.
- Tixier, A., Roxas, A. A., Godfrey, J., Saa, S., Lightle, D., Maillard, P., Lampinem, B., & Zwieniecki, M. A. (2017). Role of Bark Color on Stem Temperature and Carbohydrate Management during Dormancy Break in Persian Walnut. *American Society for Horticultural Science*, 142(6), 16.
- Tomasella, M., Petrusa, E., Petruzzellis, F., Nardini, A., & Casolo, V. (2019). The Possible Role of Non-Structural Carbohydrates in the Regulation of Tree Hydraulics. *International Journal of Molecular Sciences*, 20.
- United Nations Economic Commission for Europe (2014). *UNECE Standard on the marketing and commercial quality control of walnut kernels*, 40.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2017). *Walnut Kernels*, 7.
- Valenzuela-Núñez, L. M., Gerant, D., Maillard, P., & Nathalie, B. (2011). Evidence for a 26kDa vegetative storage protein in the stem sapwood of mature pedunculate oak. *Interciencia*, 36(2), 8.
- Valenzuela-Núñez, L. M., Maillard, P., Barrios, J. L. G., & Cervantes, G. G. (2014). Carbohydrate balance in different plant compartments of oak (*Quercus petraea*) and beech (*Fagus sylvatica*) subjected to defoliation and shade. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7.
- Verma, M. K. (2014). Walnut Production Technology. *Training manual on teaching of post-graduate courses in horticulture*, 13.
- Vincent-Barbaroux, C. ., & Breda, N. (2003). Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology*, 22(17), 11.
- Wu, G. L., Liu, Q. L., & Silva, J. A. T. (2009). Ultrastructure of pericarp and seed capsule cells in the developing walnut (*Juglans regia* L.) fruit. *South African Journal of Botany*, 9.
- Wu, Y., Sun, M., Qi, Y., & Liu, S. (2021). Remobilization of Storage Nitrogen in Young Pear Trees Grafted onto Vigorous Rootstocks (*Pyrus betulifolia*). *Horticulturae*, 13.
- Xi, R. T., & Liu, M. J. (2005). China Dry Fruits. *China Forestry Press*, 2.



- Zenda, T., Liu, S., Dong, A., & Duan, H. (2021). Revisiting Sulphur - The Once Neglected Nutrient: It's Roles in Plant Growth, Metabolism, Stress Tolerance and Crop Production. *MDPI*, 24.
- Zhang, D.P., Lu, Y.M., Wang, Y.Z., Duan, C.Q., Yan, Y.H. (2001). Acid invertase is predominantly localized to cell walls of both the practically symplasmically isolated element/companion cell complex and parenchyma cells in developing apple fruits. *Plant Cell and Environment*, 24, 11.
- Zheng, D., Zhang, Y., Guo, Y., & Yue, J. (2019). Isolation and Characterization of Nanocellulose with a Novel Shape from Walnut (*Juglans regia* L.) Shell Agricultural Waste. *Polymers*, 14.
- Zwieniecki, M., & Davidson, A. (2018). *Carbohydrates, the seasonal "currency" of tree responses to management and the environment: A citizen science project*. California WALNUTS. Acedido em 24 de janeiro de 2022. <https://walnuts.org/news/carbohydrates-the-seasonal-currency-of-tree-responses-to-management-and-the-environment-a-citizen-science-project/>

## 7. Anexos

Anexo I - Constituintes inorgânicos do miolo da noz (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: McCance & Widdowson's, 2014; Germain *et al.*, 1999).

<u>Constituintes</u>	<u>Quantidades (mg)</u>	<u>Constituintes</u>	<u>Quantidades (mg)</u>
<b>Potássio</b>	440 a 700	<b>Manganês</b>	3,4
<b>Fósforo</b>	310 a 510	<b>Ferro</b>	2 a 3,1
<b>Magnésio</b>	92 a 178	<b>Zinco</b>	2,7
<b>Cálcio</b>	41 a 100	<b>Cobre</b>	1,34
<b>Cloro</b>	24	<b>Selênio</b>	19µg
<b>Sódio</b>	7	<b>Iodo</b>	9µg

Anexo II - Teor em vitaminas do miolo de noz, (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: McCance & Widdowson's, 2014; Germain *et al.*, 1999).

<u>Vitaminas</u>	<u>Quantidades (mg)</u>	<u>Vitaminas</u>	<u>Quantidades (mg)</u>
<b>Vitamina A</b>	3 a 13	<b>Vitamina B6</b>	0,7 a 1
<b>Vitamina E</b>	27 a 45	<b>Vitamina C</b>	0,2 a 4
<b>Ac. Pantoténico</b>	1,6	<b>Ac. Fólico</b>	66µg
<b>Niacina</b>	1,2	<b>Biotina</b>	19µg
<b>Vitamina B1</b>	0,2 a 0,4		
<b>Vitamina B2</b>	0,06 a 0,16	<b>Polifenóis</b>	450 a 550

Anexo III - Teor em ácidos gordos do miolo de noz, (composição média em 100 g de miolo) (Adaptado de: Germain *et al.*, 1999).

<u>Ácidos Gordos</u>	<u>Teores (%)</u>
<b>Palmítico (C16:0)</b>	6,2 a 8,7
<b>Esteárico (C18:0)</b>	2,2 a 3,6
<b>Oleico (C18:1)</b>	13,1 a 20,8
<b>Linoleico (C18:2)</b>	52,4 a 64,2
<b>Linolénico (C18:3)</b>	10,8 a 17,9

Anexo IV - Metades: miolos separados em duas partes mais ou menos iguais e intactas (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).



Anexo V - Quartos: miolo separado longitudinalmente em quatro partes, mais ou menos iguais (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).





Anexo VI - Pedacos grandes: porções menores do que um "miolo lascado", mas maiores do que um "pedaço partido " (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).



Anexo VII - Pedacos: Porções de miolos que podem passar por uma tela de dimensionamento de 8 mm, mas não por uma tela de dimensionamento de 3 mm (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).





Anexo VIII - Peças grandes e metades: uma mistura de miolos correspondentes aos “Pedaços grandes” e “Metades” (United Nations Economic Commission for Europe, 2014).



<b><u>Defeitos Permitidos</u></b>	Percentagem da tolerância permitida de produto defeituoso, por peso		
	<b>Extra</b>	<b>Classe I</b>	<b>Classe II</b>
a) Tolerância para produtos que não satisfaçam os requisitos mínimos, não mais que: <b>Não sejam suficientemente desenvolvidos, encolhidos e enrugados</b>	4	6	8
Bolorento	0.5	1	2
Cheiro rançoso ou gosto a podre	0.5	1	2
Podridão ou deterioração	0.5	1	2
Danos por pragas	1	1	2
Pragas vivas	0	0	0
<b>b) Tolerâncias para outros defeitos, como materiais estranhos, fragmentos de casca e poeira, por peso</b>	1	1	1
Deformação (apenas miolos quebrados à mão)	10	20	ND
Deformação (apenas miolos quebrados pela máquina)	ND	ND	ND
Cor, percentagem de escurecimento	15	15	15

**ND= Não defeituosos**

Anexo X – Médias de miolo enrugado% considerando o local e variedade. Diferenças significativas entre grupos calculadas através do teste de Tuckey com 5% de significância.

<b>Tukey HSD test; variable miolo enrugado (%)</b>						
<b>Homogenous Groups, alpha = ,05000</b>						
<b>Error: Between MS = 32,061, df = 44,000</b>						
Cell No.	Local	Variedade	Miolo enrugado (%) Mean	1	2	3
5	Produtor 2	Lara	4,50000	****		
2	Produtor 1	Lara	5,40000	****		
8	Produtor 2	Howard	7,33333	****	****	
4	Produtor 1	Howard	7,66667	****	****	
6	Produtor 2	Tulare	9,60000	****	****	
3	Produtor 1	Tulare	9,77778	****	****	
4	Produtor 2	Chandler	15,45455		****	
1	Produtor 1	Chandler	26,75000			****

Anexo XI - Tabela Anova do teor de N% no súber dos ramos, comparação entre média considerando a variedade e a data, com nível de significância de 5%.

**Univariate Tests of Significance, Effect Sizes, and Powers for %N\_Súber**  
**Sigma-restricted parameterization**  
**Effective hypothesis decomposition**

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	Partial eta-squared	Non-centrality	Observed power (alpha=0,05)
Intercept	16,62844	1	16,62844	1590,765	0,000000	0,982096	1590,765	1,000000
Variedade	0,00963	3	0,00321	0,307	0,820079	0,030784	0,921	0,102051
data	0,04303	3	0,01434	1,372	0,270878	0,124309	4,117	0,325485
Variedade*data	0,04323	9	0,00480	0,459	0,889567	0,124798	4,135	0,182443
Error	0,30314	46	0,01045					

Anexo XII - Tabela do teste da Anova do teor de N% no miolo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.

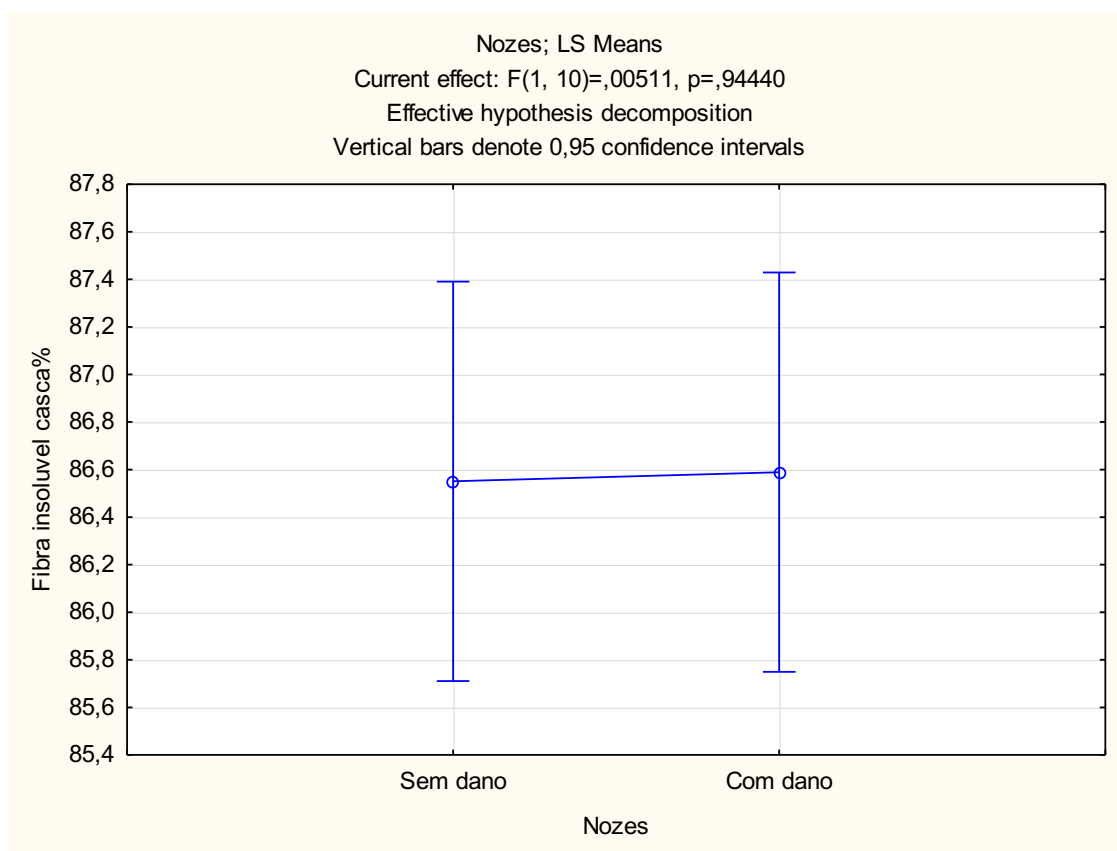
**Univariate Tests of Significance for Azoto miolo (%)**

**Sigma-restricted parameterization**

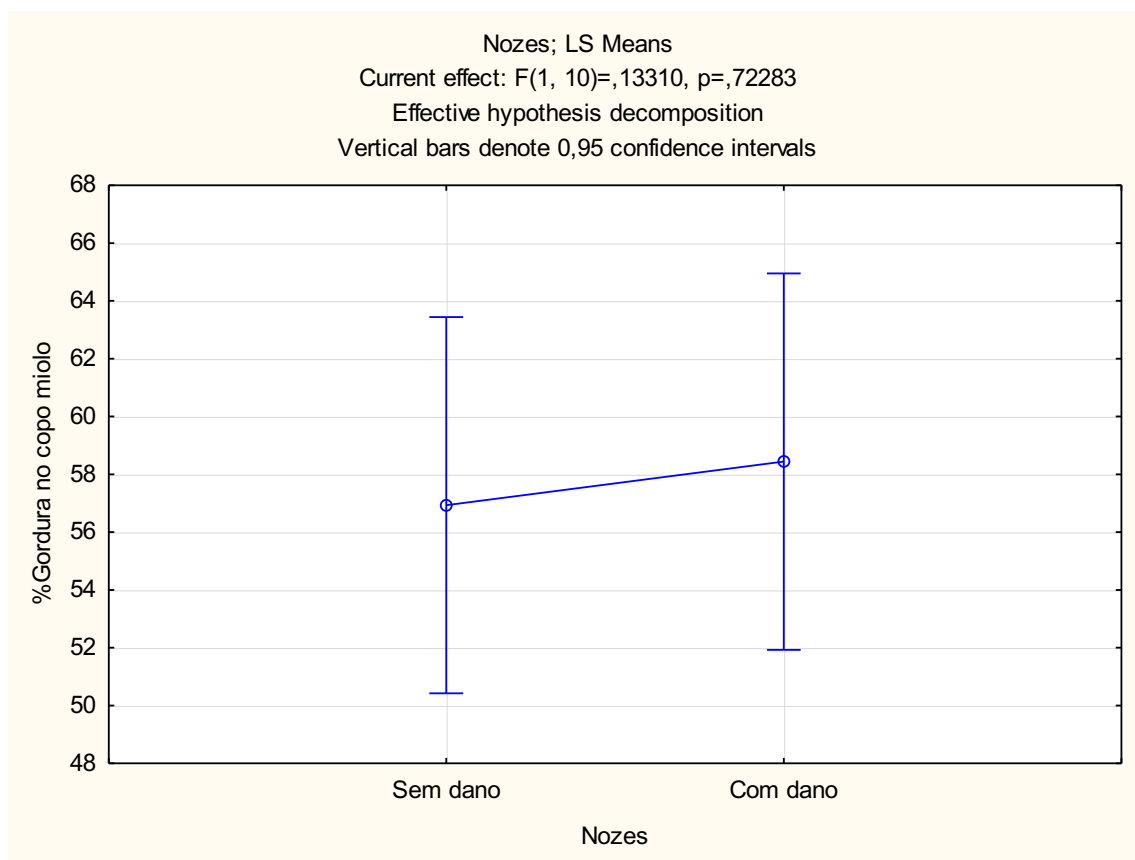
**Effective hypothesis decomposition**

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	92,45519	1	92,45519	9251,668	0,000000
Nozes Qualidade	0,01870	1	0,01870	1,871	0,201291
Error	0,09993	10	0,00999		

Anexo XIII – Representação dos intervalos de confiança quanto à % amido no endocarpo da semente para frutos com e sem enrugamento do miolo, calculados com 5% de significância.



Anexo XIV – Representação dos intervalos de confiança quanto à % de gordura no miolo para frutos com e sem enrugamento do miolo, calculados com 5% de significância.



Anexo XV - Tabela do teste da Anova do teor de Ca% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.

**Univariate Tests of Significance for %Ca**

**Sigma-restricted parameterization**

Effect

**Effective hypothesis decomposition**

	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1,199011	1	1,199011	1165,083	0,000000
Qualidade	0,000844	1	0,000844	0,820	0,386569
Error	0,010291	10	0,001029		



Anexo XVI - Tabela do teste da Anova do teor de Mg% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.

**Univariate Tests of Significance for %Mg**

**Sigma-restricted parameterization**

**Effective hypothesis decomposition**

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,064826	1	0,064826	179,7458	0,000000
Qualidade	0,000139	1	0,000139	0,3862	0,548225
Error	0,003607	10	0,000361		

Anexo XVII - Tabela do teste da Anova do teor de K% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.

**Univariate Tests of Significance for %K**

**Sigma-restricted parameterization**

**Effective hypothesis decomposition**

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1,124929	1	1,124929	50,04011	0,000034
Qualidade	0,105127	1	0,105127	4,67635	0,055874
Error	0,224806	10	0,022481		

Anexo XVIII - Tabela do teste da Anova do teor de P% no endocarpo, comparação entre médias para sementes com e sem enrugamento do miolo, com nível de significância de 5%.

**Univariate Tests of Significance for %P**

**Sigma-restricted parameterization**

**Effective hypothesis decomposition**

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,000021	1	0,000021	1778,181	0,000000
Qualidade	0,000001	1	0,000001	67,522	0,000009
Error	0,000000	10	0,000000		