



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

**Contribuição para a avaliação de diferentes genótipos de
framboesa (*Rubus ideaus* L.)**

Francisco Dias Duarte Caeiro Aires

Orientador(es) | A.C. Agulheiro Santos
Pedro Nogueira Brás de Oliveira

Évora 2023



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

**Contribuição para a avaliação de diferentes genótipos de
framboesa (*Rubus ideaus* L.)**

Francisco Dias Duarte Caeiro Aires

Orientador(es) | A.C. Agulheiro Santos
Pedro Nogueira Brás de Oliveira

Évora 2023



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 | A.C. Agulheiro Santos (Universidade de Évora) (Orientador)
Rui Manuel Machado (Universidade de Évora) (Arguente)

Dedicatória

À minha família

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer a todas as pessoas e instituições que tornaram possível, direta ou indiretamente, a realização desta dissertação.

À Professora Doutora Ana Cristina Agulheiro Santos, orientadora deste trabalho, por todo o conhecimento científico comigo partilhado, por todos os ensinamentos, pela sua disponibilidade e simpatia demonstrada. Pela confiança que depositou sobre mim e por todo o estímulo que proporcionou a realização de todo este trabalho.

Ao Professor Doutor Pedro Brás de Oliveira, também orientador desta dissertação, por todos os conhecimentos que me transmitiu, disponibilidade e simpatia demonstrada.

Ao Engenheiro Francisco Luz, por me ter acompanhado em todas as etapas tornando-se um mestre permanente. Por toda a sua disponibilidade, ensino de metodologia, rigor, perfeccionismo e organização demonstrada.

À Professora Doutora Maria do Rosário Felix pela disponibilidade e auxílio que me facultou para a identificação dos fungos.

Ao Pólo de Inovação da Fataca, bem como à empresa BeiraBaga e ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, I.P.), pelo fornecimento de todo o material vegetal imprescindível para a realização deste estudo.

A todas as pessoas que formaram o painel de provadores que me ajudaram na avaliação sensorial das framboesas.

Ao Agostinho Serranito, à Maria Inês Rouxinol, e à Sara Rodrigues por toda a ajuda e conselhos que me deram no laboratório.

A todos os colegas e amigos que conheci na universidade, em especial àqueles que percorreram o caminho a meu lado, tanto na Licenciatura como no Mestrado. Obrigado por todos os momentos passados.

A todos aqueles que me ajudaram em campo, mas também a todos os que se cruzaram comigo no laboratório de Tecnologia e Pós-colheita durante o tempo que lá passei.

Um enorme agradecimento a toda a família, mas em especial aos meus pais, Luís e São, por todo o apoio incondicional, compreensão, paciência, incentivo e motivação que me deram ao longo da minha vida que possibilitou a realização de todo este trabalho. Aos meus irmãos, Pedro e Isabel, por todo o apoio e amizade ao longo do nosso crescimento. Aos meus avós, em especial à avó São, pela sua companhia, prontidão e disponibilidade ao longo destes cinco anos de vida académica.

Às minhas duas amigas de longa data, Maria Inês e Laura, pela amizade ao longo de todos estes anos, por todo o incentivo que demonstraram para o meu ingresso no Mestrado e

elaboração desta dissertação.

Por fim, um agradecimento especial ao meu colega Thomas, por me ter ajudado a crescer, pelo carinho e amizade, pelas diversas conversas e trocas de ideias que partilhámos ao longo destes anos e por me incentivar a seguir o que efetivamente me realiza e me motiva.

A todos o meu enorme obrigado.

“Se tiver o hábito de fazer as coisas com alegria, raramente encontrará situações difíceis.”

Robert Baden-Powell

“Para ser grande, sê inteiro: nada Teu exagera ou exclui. Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes. Assim em cada lago a lua toda Brilha, porque alta vive”

Ricardo Reis, in "Odes"
Heterónimo de Fernando Pessoa

Resumo

Com o intuito de dar continuidade aos estudos já realizados em anos anteriores direcionados ao melhoramento genético de framboesas, foram analisados cinco genótipos e três variedades comerciais, de modo a perceber quais teriam maior interesse para continuar no programa de melhoramento. Para isso, foram analisados relativamente aos parâmetros do comportamento no campo (como os desbastes, produção e arquitetura dos lançamentos), aos parâmetros de qualidade avaliados instrumentalmente (como a perda de peso, cor da epiderme, textura, sólidos solúveis totais, acidez titulável, índice de maturação, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante total e vida útil) e também quanto à avaliação sensorial. Os genótipos 3 e 5 foram os que apresentaram os melhores resultados nos vários parâmetros avaliados, continuando assim no programa de melhoramento, passando para as fases seguintes e posteriores estudos.

Palavras-chave: Melhoramento; pequenos frutos; pós-colheita; qualidade; vida útil.

Contribution to the evaluation of different raspberry genotypes (*Rubus idaeus* L.)

With the purpose of giving continuity to the studies already carried out in previous years aimed at the genetic improvement of raspberries, five genotypes and three commercial varieties were analysed, in order to understand which ones would be of greatest interest to continue in the breeding program. For this, they were analysed in relation to: field parameters (such as thinning, production and cane architecture), instrumentally evaluated quality parameters (such as weight loss, skin colour, texture, total soluble solids, titratable acidity, ripeness index, total phenolic compounds, total antioxidant capacity and shelf life) and sensory evaluation was also performed. Genotypes 3 and 5 were the ones that presented the best results in the various parameters evaluated, thus continuing in the breeding program, moving on to the next phases and further studies.

Keywords: Breeding program; postharvest; quality; shelf life; small fruits.

Índice Geral

Índice Geral	IX
Índice de Tabelas.....	XII
Índice de Figuras	XIII
Lista de Abreviaturas	XVIII
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	5
2.1. Melhoramento genético	6
2.1.1. As fases do melhoramento e a dificuldade de decisão	6
2.1.2. Objetivos do programa de melhoramento	7
2.2. Framboesa	7
2.2.1. Classificação e interesse	7
2.2.2. Produção em Portugal	8
2.2.3. Descrição da framboeseira e da framboesa	8
2.2.4. Qualidade e pós-colheita de framboesa	10
2.2.5. Cor.....	12
2.2.6. Textura	13
2.2.7. Sólidos solúveis totais e acidez	15
2.2.8. Alguns aspetos da avaliação nutricional (Compostos fenólicos totais e Capacidade Antioxidante)	16
3. Materiais e Métodos.....	19
3.1. Materiais	20
3.1.1. Caracterização do local de ensaio.....	20
3.1.2. Caracterização climática do local de ensaio	20
3.1.3. Caracterização do substrato no ensaio.....	23
3.1.4. Caracterização da plantação do local de ensaio	23
3.1.5. Operações culturais realizadas.....	24
3.1.5.1. Transplantação	24
3.1.5.2. Desbastes.....	25
3.1.5.3. Registo dos estados fenológicos.....	25
3.1.5.4. Colheitas/Produção	25
3.1.5.5. Arquitetura do lançamento	26
3.1.6. Recolha de amostras de frutos para caracterização e estudo de vida útil	26
3.1.7. Transporte	28
3.2. Avaliação Instrumental	28
3.2.1. Caracterização.....	28
3.2.1.1. Peso individual.....	28
3.2.1.2. NIR (Near Infrared)	28
3.2.1.3. Cor da epiderme.....	29
3.2.1.4. Textura	29

3.2.1.4.1. TPA	29
3.2.1.4.2. Punção.....	30
3.2.1.5. Sólidos Solúveis Totais (SST).....	30
3.2.1.6. Acidez titulável e pH	30
3.2.1.7. Índice de maturação.....	31
3.2.1.8. Compostos fenólicos totais.....	31
3.2.1.9. Capacidade antioxidante total (método DPPH)	31
3.2.1.10. Identificação de Fungos.....	32
3.2.1.11. Análises sensoriais.....	32
3.2.2. Vida útil.....	33
3.2.3. Tratamento Estatístico	33
4. Resultados e Discussão	34
4.1. Campo	35
4.1.1. Pesos fresco e seco.....	35
4.1.2. Registo dos estados fenológicos.....	37
4.1.3. Colheitas e Produção	39
4.1.4. Arquitetura do lançamento	52
4.2. Avaliação instrumental e sensorial da qualidade dos frutos	57
4.2.1. Caracterização.....	57
4.2.1.1. Cor da epiderme.....	57
4.2.1.2. Textura	61
4.2.1.2.1. TPA.....	61
4.2.1.2.2. Punção.....	65
4.2.1.3. Sólidos solúveis totais (SST).....	69
4.2.1.4. Acidez titulável e pH.....	69
4.2.1.5. Índice de maturação.....	71
4.2.1.6. Compostos fenólicos totais.....	72
4.2.1.7. Capacidade antioxidante total (método DPPH)	72
4.2.1.8. Identificação de fungos.....	73
4.2.1.9. Avaliação sensorial.....	74
4.2.2. Vida útil.....	76
4.2.2.1. Perda de peso	76
4.2.2.2. Cor da epiderme.....	78
4.2.2.3. Textura (<i>TPA</i>)	79
4.2.2.4. Sólidos solúveis totais (SST).....	82
4.2.2.5. Acidez titulável e pH.....	83
4.2.2.6. Índice de maturação.....	85
4.2.2.7. Compostos fenólicos totais.....	85
4.2.2.8. Capacidade antioxidante total (método DPPH)	86

5. Conclusão	88
6. Referências Bibliográficas	92
7. Apêndices	100
8. Anexos.....	107

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Número de dias de geada mensais.....	22
Tabela 4.1 - Dados dos pesos fresco e seco dos rebentos de raiz e de gomos laterais do 1º desbaste.....	35
Tabela 4.2 - Dados dos pesos fresco e seco dos rebentos de raiz e de gomos laterais do 2º desbaste.....	36
Tabela 4.3 - Dados da produção comercial e não comercial do G1	48
Tabela 4.4 - Dados da produção comercial e não comercial do G2	48
Tabela 4.5 - Dados da produção comercial e não comercial do G3	48
Tabela 4.6 - Dados da produção comercial e não comercial do G4	48
Tabela 4.7 - Dados da produção comercial e não comercial do G5	49
Tabela 4.8 - Dados da produção comercial e não comercial da T1	49
Tabela 4.9 - Dados da produção comercial e não comercial da T2.....	49
Tabela 4.10 - Dados da produção comercial e não comercial da T3.....	49
Tabela 4.11 - Classificação parcial e total dos cinco genótipos e das três testemunhas	52
Tabela 4.12 - Dados biométricos do lançamento G1	55
Tabela 4.13 - Dados biométricos do lançamento G2	55
Tabela 4.14 - Dados biométricos do lançamento G3	55
Tabela 4.15 - Dados biométricos do lançamento G4	55
Tabela 4.16 - Dados biométricos do lançamento G5	55
Tabela 4.17 - Dados biométricos do lançamento T1	55
Tabela 4.18 - Dados biométricos do lançamento T2	55
Tabela 4.19 - Dados biométricos do lançamento T3	55
Tabela 4.20 - Ranking dos cinco genótipos e das três testemunhas em estudo para os diferentes parâmetros de biometria do lançamento.....	57
Tabela 4.21 - Pontuação para os diversos descritores da análise sensorial	74
Tabela 4.22 - Perda de peso - Valores da média (em percentagem) para 15 frutos nas duas datas de análise (7 e 15 dias).....	77

Índice de Figuras

Figura 3.1 - Fotografia da plantação experimental em estudo	20
Figura 3.2 - Classificação climática segundo Köppen, em Portugal Continental.....	21
Figura 3.3 - Gráfico Termopluviométrico de 1971-2000, da Estação Meteorológica da Zambujeira.....	22
Figura 3.4 - Exemplo de floreira utilizada no estudo com respetivo substrato.....	23
Figura 3.5 - Esquema explicativo da disposição dos genótipos em cada repetição.....	24
Figura 3.6 - Esquema ilustrativo do sistema de tutoragem	25
Figura 3.7 - Gráfico com os valores de humidade relativa e temperatura registados na câmara de frio com recurso a “data logger”.....	27
Figura 3.8 - Caixa de isolamento térmico com cuvetes e “data logger”.....	27
Figura 3.9 - Dispositivo de registo de humidade e temperatura, “data logger” da marca Rotronic	27
Figura 3.10 - Gráfico da curva de calibração dos compostos fenólicos totais.....	31
Figura 3.11 - Gráfico da curva de calibração dos antioxidantes totais.....	32
Figura 4.1 - Representação gráfica dos estados fenológicos dos genótipos/testemunhas .	38
Figura 4.2 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G1	40
Figura 4.3 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G1	40
Figura 4.4 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G1	40
Figura 4.5 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G2	41
Figura 4.6 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G2.....	41
Figura 4.7 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G2.....	41
Figura 4.8 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G3	42
Figura 4.9 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G3.....	42

Figura 4.10 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G3	42
Figura 4.11 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G4.....	43
Figura 4.12 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G4.....	43
Figura 4.13 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G4	43
Figura 4.14 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G5	44
Figura 4.15 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G5	44
Figura 4.16 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G5	44
Figura 4.17 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T1.....	45
Figura 4.18 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo da T1.....	45
Figura 4.19 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T1.....	45
Figura 4.20 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T2.....	46
Figura 4.21 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo da T2.....	46
Figura 4.22 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T2.....	46
Figura 4.23 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T3.....	47
Figura 4.24 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo da T3.....	47
Figura 4.25 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T3.....	47
Figura 4.26 - Período produtivo, para dois intervalos diferentes, para os cinco génotipos e as três testemunhas.....	50

Figura 4.27 - Produção por lançamento, para dois intervalos diferentes, para os cinco genótipos e as três testemunhas.....	51
Figura 4.28 - Calibre médio do fruto, sua variação ao longo da produção e seu valor no pico da produção para os cinco genótipos e as três testemunhas	51
Figura 4.29 - Percentagem de refugo para 50% da produção para os cinco genótipos e as três testemunhas	51
Figura 4.30 - Arquitetura do lançamento G1	53
Figura 4.31 - Arquitetura do lançamento G2.....	53
Figura 4.32 - Arquitetura do lançamento G3.....	53
Figura 4.33 - Arquitetura do lançamento G4.....	53
Figura 4.34 - Arquitetura do lançamento G5.....	54
Figura 4.35 - Arquitetura do lançamento T1	54
Figura 4.36 - Arquitetura do lançamento T2	54
Figura 4.37 - Arquitetura do lançamento T3	54
Figura 4.38 - Valores médios de L* para os oito genótipos/variedades.....	57
Figura 4.39 - Valores médios de a* para os oito genótipos/variedades.....	58
Figura 4.40 - Valores médios de b* para os oito genótipos/variedades	59
Figura 4.41 - Valores médios de C* para os oito genótipos/variedades.....	59
Figura 4.42 - Valores médios de h° para os oito genótipos/variedades.....	60
Figura 4.43 - Registo fotográfico e correspondente representação da cor média das framboesas dos cinco genótipos e três variedades.....	60
Figura 4.44 - Texturograma obtido, depois de usar a macro específica, do software, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 quando da realização de um teste de TPA.	61
Figura 4.45 - Valores médios de firmeza, dos oito genótipos/variedades.....	62
Figura 4.46 - Valores médios de coesividade, dos oito genótipos/variedades.....	63
Figura 4.47 - Valores médios de elasticidade, dos oito genótipos/variedades.....	64
Figura 4.48 - Valores médios de gomosidade, dos oito genótipos/variedades	65
Figura 4.49 - Texturograma obtido, depois de usar a macro específica do software, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 quando da realização de um teste de punção	65
Figura 4.50 - Valores médios de firmeza, dos oito genótipos/variedades	66
Figura 4.51 - Valores médios de deformação, dos oito genótipos/variedades.....	67
Figura 4.52 - Valores médios do gradiente, dos oito genótipos/variedades	67
Figura 4.53 - Valores médios de trabalho, dos oito genótipos/variedades	68
Figura 4.54 - Valores médios de sólidos solúveis totais, dos oito genótipos/variedades....	69

Figura 4.55 - Valores médios de acidez titulável, dos oito genótipos/variedades	70
Figura 4.56 - Valores médios de pH inicial, dos oito genótipos/variedades	71
Figura 4.57 - Valores médios de SST/acidez titulável, dos oito genótipos/variedades	71
Figura 4.58 - Valores médios de equivalentes de ácido gálico, para os oito genótipos/variedades.....	72
Figura 4.59 - Valores médios da capacidade antioxidante, para os oito genótipos/variedades	73
Figura 4.60 - Presença de fungos saprófitas sobre a epiderme da framboesa.....	73
Figura 4.61 - Fotografias realizadas com microscópio Olympus, com uma ampliação de 400X das estruturas de reprodução de <i>Botrytis</i> spp. (Conidióforos e conídios).....	73
Figura 4.62 - Intenção de compra por parte do painel de provadores, relativamente à aparência.....	75
Figura 4.63 - Intenção de compra por parte do painel de provadores, relativamente à degustação	76
Figura 4.64 - Representação gráfica dos valores médios em percentagem, para 15 frutos, de peso perdido para as duas datas diferentes	77
Figura 4.65 - Valores médios de C* ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	78
Figura 4.66 - Valores médios de h° ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	79
Figura 4.67 - Valores médios de firmeza ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	80
Figura 4.68 - Valores médios de coesividade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	81
Figura 4.69 - Valores médios de elasticidade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	81
Figura 4.70 - Valores médios de gomosidade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	82
Figura 4.71 - Valores médios de sólidos solúveis totais ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	83
Figura 4.72 - Valores médios de acidez titulável ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	84
Figura 4.73 - Valores médios de pH, inicial, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	84

Figura 4.74 - Valores médios de SST/acidez titulável, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades	85
Figura 4.75 - Valores médios de equivalentes de ácido gálico, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades	86
Figura 4.76 - Valores médios de percentagem de inibição, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades.....	87

Lista de Abreviaturas

- Genéricas

- AT – Acidez titulável
Cs – Clima mediterrânico temperado de verão seco
Csb – Clima temperado com verão seco e fresco
cv – Cultivar
D – Deformação (mm)
DP – Desvio padrão
DPPH – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil
EAG – *Gallic Acid Equivalents*
FMax – Força Máxima (N)
Grad – Gradiente textural (N/mm)
Hr – Humidade relativa
MPT – Média da Precipitação Total
MTM – Média da Temperatura Média
NIR – *Near Infra Red*
P/100 – Sonda de 100 mm
P/N – Sonda agulha *Needle probe*
RGB – *Red, green and blue* (sistema de cores)
s.d. – sem data
SST – Sólidos solúveis totais (°Brix)
TPA – *Texture Profile Analysis*
UV – radiação ultravioleta

- Entidades

- CIE – *Comission Internationale de L'éclariage*
INIAV, I.P. – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Instituto Público
ISO – *International Organization for Standardization*
MED – Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento da
Universidade de Évora

- Específicas do trabalho

- BFF – Botões, flores e frutos

G1 – Genótipo 1
G2 – Genótipo 2
G3 – Genótipo 3
G4 – Genótipo 4
G5 – Genótipo 5
KF – *King Fruit*
NR – Não remontante
R – Remontante
T1 – Testemunha 1
T2 – Testemunha 2
T3 – Testemunha 3

- Lista de Símbolos

a* – Coordenada colorimétrica cartesiana (adimensional)
b* – Coordenada colorimétrica cartesiana (adimensional)
C* – Cromaticidade (adimensional)
C₂H₄ – Etileno
CH₃CH₂OH ou C₂H₆O – Etanol
C₆H₈O₆ – Ácido ascórbico
C₆H₂(OH)₃COOH – Ácido gálico
CO₂ – Dióxido de carbono
°C – Graus Celsius
h° – Ângulo Hue (adimensional)
K – Kelvin
L* – Luminosidade (adimensional)
M – Molar (unidade de medida, concentração)
N – Newtons (unidade de medida, força)
Na₂CO₃ – Carbonato de sódio
NaOH – Hidróxido de sódio
pH - potencial de hidrogénio
λ – Comprimento de onda (nm)
° - Graus

1. Introdução

Muito se tem falado, nos últimos tempos, da produção de pequenos frutos em Portugal, sobretudo das condições edafo-climáticas para a sua produção e de como podemos produzir frutos de sabor, cor e aroma diferentes dos restantes países europeus. Em Portugal o consumidor não está habituado a procurar este tipo de frutos por uma questão de falta de hábito de consumo e pelo elevado custo do produto. De entre os pequenos frutos, apenas o morango é exceção. Mas a verdade é que o interesse nos pequenos frutos tem vindo a aumentar pela consciencialização dos seus benefícios para a saúde e pelas excelentes características organoléticas que as variedades modernas apresentam.

No contexto dos pequenos frutos, a cultura da framboesa é a que mais contribui para o balanço comercial positivo. Este aumento no crescimento na fileira dos pequenos frutos, e em particular na framboesa, está associado a elevadas rentabilidades atrativas para os produtores, mas também a uma crescente valorização deste tipo de produtos junto aos consumidores, que cada vez mais os procuram. A maioria da produção de framboesa destina-se à exportação, tendo esta vindo a bater records nos últimos anos, ultrapassando o valor de 181 milhões de euros, em 2021 (GPP, 2022). Em Portugal, nos últimos anos, a cultura da framboesa tem tido um grande incremento no volume de negócios, com aumentos consideráveis tanto de produção, como em área de produção. No triénio 2015-2017 a área de produção de framboesa aumentou 43,0 % tendo a produção aumentado 41.2 %. no mesmo período (INE, 2018).

Atualmente, muitos dos programas de melhoramento são desenvolvidos no sentido de permitir novas oportunidades de negócio aos produtores, nomeadamente na obtenção de variedades que, associadas a determinado sistema de produção e condições edafo-climáticas, consigam obter boas produções de frutos num período economicamente vantajoso e/ou no sentido de se conseguir alargar as áreas de produção avançando para novas regiões de produção.

Os programas de hoje em dia precisam ainda de obter variedades competitivas com as já existentes no mercado, ou seja, mais produtivas, resistentes às principais pragas e doenças e mesmo com aumento da capacidade de conservação pós-colheita, entre outras.

De modo a obter génotipos de interesse é necessário avaliá-los tanto a nível do seu comportamento no campo (produtividade, resistência a pragas e doenças, existência de acúleos, entre tantos outros) como ao nível do seu comportamento pós-colheita. Existe a necessidade absoluta de selecionar génotipos uma vez que é logística e financeiramente inviável manter todos os génotipos obtidos e interessa obter apenas aqueles que apresentam

as melhores características. É importante perceber qual o génotipo que tem a melhor prestação nos diversos parâmetros e características em que é avaliado, como, por exemplo, a produtividade ou o tempo de vida útil.

A presente investigação procura contribuir para que se consiga fazer uma escolha acertada das várias seleções já bastante avançadas no programa de melhoramento, que têm sido conduzido pelo INIAV em colaboração com a Beira Baga que se rege pelo protocolo assinado entre ambas as instituições em outubro de 2017. Desde esse ano que têm sido analisadas cerca de 4000 *seedlings* por ano e selecionados os 50 mais promissores em cada ano.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo principal dar continuidade aos estudos já realizados em anos anteriores direcionados ao melhoramento genético de framboesas. Para isso, teve como objetivos específicos a avaliação de oito génotipos diferentes tendo em vista a sua adaptabilidade edafo-climática, caracterização biométrica, hábitos fenotípicos, caracterização dos frutos, vida útil e por fim a sua seleção.

A plantação experimental encontra-se no Polo de Inovação da Fataca, localizada na Fataca, pertencente à freguesia de São Teotónio, concelho de Odemira, e tem como entidades responsáveis a empresa BeiraBaga e o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV). Ao longo do desenvolvimento e crescimento das plantas foram observados e avaliados diferentes parâmetros na sequência de duas podas em diferentes datas: peso fresco, peso seco e comprimento dos rebentos laterais e de raiz. Foi elaborado um registo dos diferentes estados fenológicos bem como a quantificação da produção. Por fim, foi feito um mapa biométrico de um lançamento tipo de cada génotipo.

Os frutos recolhidos e transportados para o Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita da Universidade de Évora/MED foram avaliados em fresco, para caracterização dos génotipos e variedades, e conservados em frio durante sete e quinze dias, para avaliação do seu potencial de conservação. Os testes laboratoriais efetuados no decorrer dos ensaios para avaliar os frutos foram: peso para avaliação da perda de peso, cor mediante colorimetria no sistema CieLab, textura com teste *Texture Profile Analysis* (TPA) em fruto inteiro e teste de punção numa drupéola, sólidos solúveis totais por refratometria (SST), acidez titulável (AT) e leituras de espectro de *Near Infra Red* (NIR). Desta forma, obtiveram-se dados sobre o peso perdido ao longo do período de conservação e sobre as alterações da cor, da textura e da doçura (SST), da acidez (AT) e ainda do índice (SST/AT), parâmetros de qualidade determinantes para a definição da vida útil dos frutos (Oliveira *et al.* 2021). O NIR

(espectroscopia de infravermelhos) é um teste não destrutivo que pretende encontrar alguma correlação entre os parâmetros de avaliação de qualidade e maturação medidos e os espectros NIR, para permitir a utilização deste método não destrutivo no campo, nas centrais fruteiras e até nos locais de venda. Para além dos testes referidos anteriormente, que decorrem durante a conservação, os frutos foram também sujeitos a uma avaliação sob o ponto de vista nutricional, os polifenóis totais e a capacidade antioxidante, avaliados no sumo dos frutos ao longo da conservação. De modo a garantir uma maior fiabilidade dos resultados foram analisados 30 frutos por repetição e por tempo de conservação (fresco, ou seja, 0 dias; 7 dias e 15 dias). Foi também realizada avaliação sensorial, com uma ficha de prova quantitativa descritiva com recurso a um painel de provadores treinado (Rambaran & Bowen-Forbes, 2020).

Dos oito genótipos/variedades utilizados no estudo, três são variedades comerciais que servem como referência. A avaliação de todos os parâmetros recolhidos e analisados, permitirá a seleção de dois dos cinco genótipos em estudo que passarão, posteriormente, para outras fases do programa de melhoramento.

Esta dissertação está elaborada da seguinte forma: no capítulo que se segue (capítulo 2) apresentam-se estudos teóricos relevantes acerca da temática em estudo. Seguidamente no capítulo 3 descrevem-se os materiais e métodos utilizados. No capítulo 4 estão presentes os resultados bem como a sua análise. Finalmente, no capítulo 5 descrevem-se as principais conclusões do estudo.

2. Revisão da Literatura

2.1. Melhoramento genético

2.1.1. As fases do melhoramento e a dificuldade de decisão

O melhoramento clássico tem por base o cruzamento entre dois progenitores, normalmente de genótipos diferentes. É assim, necessária uma escolha criteriosa dos progenitores que, no seu conjunto, devem apresentar as características de interesse que se querem ver conjugadas num indivíduo. Estas características de interesse dependem dos objetivos concretos de cada programa de melhoramento. A escolha dos progenitores torna-se assim num dos pontos críticos num programa de melhoramento uma vez que fornecerá a base genética a partir da qual se consegue trabalhar. Para se fazerem cruzamentos é necessários isolar as flores da planta mãe de forma a não haver contaminações com outro pólen que não o pretendido (Luz *et al.*, 2018).

Após o cruzamento e obtenção de sementes o passo seguinte é a germinação. Quando as plântulas começam a emitir as primeiras folhas verdadeiras, são transplantadas sozinhas para pequenos vasos ou alvéolos. Nesta fase inicial do desenvolvimento poderá fazer-se uma triagem, de *seedlings* (planta proveniente de semente) suscetíveis a algumas das principais pragas e doenças da framboesa ou de *seedling* com caracteres indesejados, e visíveis desde cedo, como é o caso dos acúleos. É ainda possível fazer-se triagem a nível do DNA para caracteres desejáveis (Hall & Kempler, 2011).

Por fim, as *seedlings* são instaladas no campo onde serão avaliadas sobretudo quanto ao seu hábito de crescimento, produtividade e qualidade do fruto. Muitas vezes as seleções são só possíveis dois ou três anos após plantação. Na maioria dos programas de melhoramento de framboesa a taxa de seleção das *seedlings* no campo é comum situar-se entre 0,5-1,5 % mas, ocasionalmente, pode chegar aos 10 % (Hall & Kempler, 2011)

Depois de selecionados, os genótipos de interesse são propagados, para se procederem aos ensaios de avaliação mais extensiva. Os métodos de propagação utilizados variam, sendo recorrente a utilização da cultura de tecidos de gomos axilares (Hall & Kempler, 2011) mas também a multiplicação a partir de gomos de raiz (Hummer *et al.*, 2009).

Começa então a fase de avaliações extensiva das seleções que em grande parte dos programas de melhoramento tem várias etapas. Estas avaliações estendem-se, frequentemente, por vários anos até serem selecionados os genótipos "elite". Estes genótipos são testados em larga escala, em produtores associados aos programas de melhoramento, em diferentes regiões climáticas (Hall & Kempler, 2011). As variedades novas passam no final

por um processo de registo para proteção da propriedade intelectual e a variedade é lançada.

No geral, a média do tempo necessário para se colocar uma variedade comercial de framboesa no mercado, desde o ano do cruzamento até ao ano de registo e lançamento, é de 15 anos variando, contudo, dos 6 aos 40 anos (Hummer *et al.*, 2009)

2.1.2. Objetivos do programa de melhoramento

O objetivo de qualquer programa de melhoramento passa pelo desenvolvimento de variedades de produções elevadas, com boa qualidade do fruto e que sejam adequadas ao mercado em fresco ou para a indústria de processamento. Para além disto, alguns programas têm vindo a ser melhorados também para obter variedades resistentes a pragas e doenças, sendo este um objetivo que tem vindo a ganhar cada vez mais importância, uma vez que existe, por parte dos consumidores, maiores exigências na qualidade do fruto e uma consciencialização ambiental cada vez maior, associada às crescentes restrições ao uso de produtos químicos para tratamentos fitossanitários (Kempler, 2011).

2.2. Framboesa

2.2.1. Classificação e interesse

O Homem, desde muito cedo, tem sentido uma atração pelos frutos vermelhos, também designados frutos pequenos, tendo-os vindo a incluir na sua alimentação. Esta atração deve-se sobretudo à diversidade de formas, cores, texturas, sabores e aromas que os mesmos apresentam uma vez consumidos em fresco. Para além destas características, o seu potencial valor medicinal na cura ou alívio de diversos sintomas, aliado à prevenção de algumas doenças fazem com que estes frutos sejam mais apreciados. Nos dias de hoje, tem-se assistido a um aumento do consumo destes pequenos frutos devido aos seus elevados teores em produtos fitoquímicos biologicamente ativos capazes de promover a saúde e retardar o aparecimento de incapacidades associadas a doenças crónicas e/ou degenerativas (Oliveira *et al.*, 2007).

De entre os diversos frutos vermelhos existentes, um dos mais relevantes, e alvo do presente estudo, é a framboesa, que pertence à família das *Rosaceae*, género *Rubus*, onde estão incluídas plantas de consistência herbácea, perenes e bienais e que se subdivide num elevado número de subgéneros. As framboesas incluem-se no subgénero *Idaeobatus*, que está presente nos cinco continentes, destacando-se com especial incidência na Ásia, Europa e América do Norte (Oliveira *et al.*, 2007). Este subgénero inclui cerca de 200 espécies, com a particularidade que evidenciam da facilidade com que os seus frutos maduros se destacam do recetáculo. Muitas destas espécies têm sido alvo de melhoramentos, no

entanto, somente as framboesas vermelha e preta são produzidas em grande escala. No continente europeu, a espécie mais comum é a *Rubus idaeus* L. (Sousa *et al.*, 2007).

2.2.2. Produção em Portugal

Existem em Portugal diversas regiões com excelentes condições edafo-climáticas para produzir framboesas com qualidade, para garantir a disponibilidade para o mercado em fresco. Esta disponibilidade pode ser assegurada durante alargados períodos de tempo, desde que os produtores utilizem adequadas tecnologias de produção, como é o caso da cultura protegida (túneis) com cultivares apropriadas e diversas épocas e densidades de plantação. Na opinião de Sousa *et al.* (2007) a produção deste fruto caracteriza-se pela utilização de cultivares adaptadas às condições edafo-climáticas, pela sua produção sazonal, pela não existência de excedentes de produção, pela fragilidade e perecibilidade dos frutos que possuem valor nutricional relevante (alimento funcional) e ainda por ser evidente uma promissora exportação. Nos últimos anos tem-se assistido a um acréscimo importante do consumo de frutos vermelhos. As exportações, em 2020, de amora, mirtilo e framboesa apresentam crescimento, quer em valor quer em quantidade, atingindo 247 milhões de euros (+5,5%) e (+2%), comparando com 2019, sendo de notar que tal se verificou em tempos críticos marcados pela pandemia COVID 19, logo revelando uma resiliência notável. Por outro lado, a acentuada perecibilidade da framboesa dificulta bastante o aumento da quota de mercado nacional, impede destinos mais longínquos de exportação, e aumenta o desperdício alimentar.

2.2.3. Descrição da framboeseira e da framboesa

No nosso clima a framboeseira floresce no Verão após um ano de crescimento vegetativo e passa por um período de dormência durante o Inverno (Oliveira *et al.*, 2007). O sistema radicular da framboeseira é fasciculado, desenvolvendo-se na sua maior parte nos primeiros 25 cm do solo, constituindo a estrutura perene da planta. O número de frutos presentes num ramo varia consideravelmente, quer seja por existirem poucas flores ou porque poucas flores vingarem e evoluírem para fruto (Mullen *et al.*, 2002).

As framboesas exibem uma curva de crescimento duplo sigmoide, com um aumento inicial no crescimento dez dias após a floração, depois uma estabilização de crescimento de 10 a 20 dias seguido por um aumento final (Robbins & Fellman, 1993). Segundo Padmanabhan *et al.*, (2016) a maturação dos frutos ocorre em três fases e cada fase dura cerca de 10-12 dias. Na primeira fase, um período de divisão celular rápida segue-se à polinização. Na fase posterior, há uma desaceleração da divisão celular enquanto o embrião

se desenvolve e a cobertura da semente endurece. Na fase final, ocorre um crescimento muito rápido devido ao aumento do tamanho das células.

A framboesa é um fruto múltiplo de drupas (drupéolas) estreitamente unidas à volta do recetáculo. Apresenta em geral forma cónica arredondada, sendo cada drupéola, constituída por uma semente dura envolvida por mesocarpo e pericarpo designados vulgarmente por polpa. As cultivares mais generalizadas e também cultivadas em Portugal são as de fruto vermelho, de sabor agri-doce, aroma agradável, polpa com pequenas sementes e textura granulada (Sousa *et al.*, 2007).

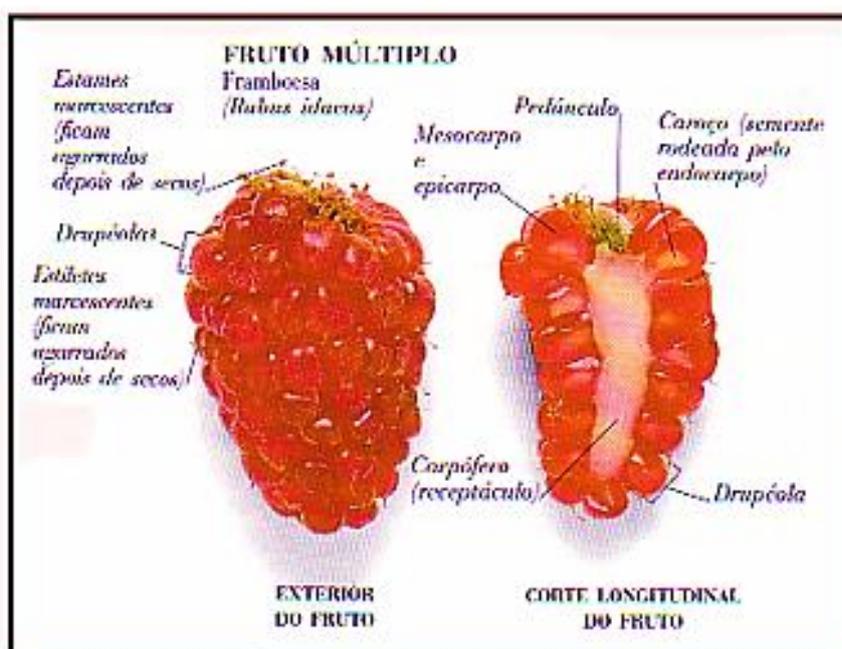


Figura 2.1 - Morfologia da framboesa

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.*, (2007)

A morfologia das framboesas torna o fruto muito delicado e difícil de manusear após a colheita. Quando a framboesa está madura, desprende-se facilmente do recetáculo, e os pelos epidérmicos existentes na epiderme das drupéolas ajudam manter o fruto coeso (Reeve, 1954). O exocarpo é tão fino que as drupéolas individuais dificilmente conseguem ser separadas sem danificar.

As framboesas são macias, suculentas, com um aroma distinto e uma excelente fonte de antioxidantes naturais, vitaminas do complexo B (B1, B2 e B6), de betacaroteno (precursor da vitamina A de vitaminas (C e E), e de minerais (K, Fe, Mn) e são ricas em ácidos fenólicos, sendo a principal razão para a crescente popularidade das framboesas na dieta humana (Wang *et al.*, 2009). Do ponto de vista nutricional a framboesa apresenta grande interesse, pelos seus teores em sais minerais e vitaminas, como foi referido, e também

pela presença de pectina, celulose e ácido salicílico (Sousa *et al.*, 2007).

São consumidas *in natura* ou como produtos processados, como compotas, geleias e xaropes.

Para além da constituição em água (83-85%) (Gorini, 1989), as framboesas contêm principalmente 4,5-4,7% de açúcares, 1,1-2,0% de ácidos orgânicos (ácido cítrico e málico), vitamina C (até 45 mg/100 g), caroteno e outros compostos. Nos frutos de framboesa foram identificadas várias classes de polifenóis, por como ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos, antocianinas, proantocianindinas, flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas, isoflavonas, estilbenos e lignanas. Particularmente, os polifenóis identificados contribuem substancialmente para o papel antioxidante da framboesa, ou seja, pela capacidade de captar radicais livres com potenciais efeitos positivos na saúde (Heinonen *et al.*, 1998)

Ao longo da maturação, os açúcares tendem a aumentar e a acidez a diminuir, como é habitual em outros frutos, e a sua relação pode fornecer uma indicação do estado de maturação do fruto, mas não necessariamente da sua qualidade gustativa. A maturação origina um grande número de compostos voláteis, em parte responsáveis pelos 16 aromas dos frutos e compostos não voláteis, os compostos fenólicos, especialmente os flavonóides, conhecidos pelo seu efeito antioxidante (Sousa *et al.*, 2007). Na sua composição em compostos fenólicos (principalmente em antocianinas) a framboesa contém fundamentalmente cianidina-3-soforósido e cianidina-3- glucósido (Mullen *et al.*, 2002).

2.2.4. Qualidade e pós-colheita de framboesa

Não existe consenso sobre o comportamento respiratório da framboesa, sendo classificada como fruto climatérico nalgumas publicações (Blanpied, 1972; Jennings, 1988) e pelo contrário descrita como não climatérico por outros investigadores, (Kader, 1986). No entanto é consensual que as framboesas apresentam uma vida pós-colheita curta, devido à sua elevada taxa de respiração (100 ml CO₂/kg.hr à temperatura ambiente). Também a fragilidade das drupéolas, a perda de firmeza, as lesões mecânicas, a perda de água e ainda a proliferação de fungos são fatores que contribuem para a sua rápida perecibilidade (Vicente *et al.*, 2007; Agulheiro-Santos *et al.*, 2021).

De acordo com trabalho realizado já em 1992, por Perkins-Veazie e Nonnecke, com framboesa colhidas em cinco diferentes estados de maturação, as framboesas exibiam um padrão respiratório não-climatérico, e o etileno (C₂H₄) só foi detetado após o desenvolvimento do pigmento vermelho sendo a maturação em framboesa independente da

produção de C₂H₄ como acontece nos frutos não-climatéricos. Contudo, Burden e Sexton (1990) afirmaram que a framboesa quando sujeita a aplicação exógena de etileno apresentava amolecimento dos tecidos e alteração da cor, o que não confirma o comportamento não climatérico referido anteriormente.

Os sólidos solúveis totais, o ácido ascórbico, os fenóis totais, as antocianinas totais e a capacidade antioxidante apresentam valores mais elevados em frutos ligeiramente maduros. Esses fitoquímicos também tenderam a aumentar durante o armazenamento. A acidez titulável diminuiu à medida que a fruta amadureceu e permanecendo relativamente inalterada durante armazenamento. Os efeitos de diferentes condições de armazenamento nas qualidades químicas de framboesas também já foram estudados (Kruger *et al.*, 2011). A textura/firmeza e o aumento da vida útil são aspetos com relevo na seleção dos genótipos (Feliziani & Romanazzi, 2019).

Kruger *et al.* (2003) investigaram o efeito da fase de maturação (definida pela cor) e do tempo de armazenamento nos parâmetros de qualidade de quatro cultivares de framboesa vermelha. Concluíram que os parâmetros de firmeza, acidez titulável e cor dos frutos foram fortemente afetados pela fase de maturação, já que o tempo de conservação afetou os sólidos solúveis totais e a aptidão para o transporte.

As condições de armazenamento que otimizam a vida útil das framboesas estão bem documentadas, sendo de referir as condições ideais de armazenamento entre os -0,5 a 0°C a 90-95% de humidade relativa, com níveis de CO₂ de 45% (Robbins & Fellman, 1993; Robbins, Sjulín & Patterson 1989; Kruger *et al.*, 2011). Essas condições podem retardar significativamente o amadurecimento, respiração, dessecação, escurecimento e germinação de esporos e crescimento de fungos sem alterar o sabor (Robbins & Fellman, 1993).

A perda de peso é consequência da atividade metabólica do fruto ao longo do tempo de conservação. Sobretudo através da transpiração a framboesa perde água, o que resulta da diferença de pressão de vapor de água entre a atmosfera circundante e a epiderme do fruto, sendo este mecanismo o maior responsável pela perda de peso (Albertini, 2011). A perda de água, não resulta só em perdas de peso, mas também está associada a perdas de qualidade, causadas principalmente por degradação de aparência, alterações na qualidade nutricional e alterações na textura do fruto, uma vez que a água é responsável pela turgidez do fruto (Kader, 2002; Embuscado & Huber, 2009; Chervin *et al.*, 2012).

Milutinovic *et al.* (2008) estudaram os aspetos pomológicos de oito cultivares de framboesa e verificaram que existe uma diferença significativa entre os pesos dos frutos das

cultivares (variando desde 3,55 a 7,32 g) e o teor de sólidos solúveis da fruta, e verificaram que variou entre 6,0 % e 11,1 %.

2.2.5. Cor

A cor é considerada um dos principais atributos de qualidade avaliado em frutos, com grande impacto na escolha feita pelo consumidor (Bai & Plotto, 2012) mas também usado pelo produtor para avaliar o estado de maturação. Este parâmetro nestes frutos é afetado pelo conteúdo total de antocianinas (Fahmi *et al.*, 2012). Durante a conservação a cor dos frutos pode ser alterada pela ação da luz, temperatura, oxigênio, íons metálicos e enzimas endógenas (Valero & Serrano, 2010).

Podem-se utilizar essencialmente dois métodos distintos para a medição da cor: o método espectrofotométrico e o método colorimétrico. No método colorimétrico, recorre-se a um colorímetro triestímulo de refletância, onde a amostra é irradiada por um iluminante de luz policromática, sendo que a luz refletida passa através de filtros e é medida por uma fotocélula; a combinação da distribuição espectral de energia do iluminante, as características de distribuição dos filtros e a resposta espectral da fotocélula determinam sinais que são transformados em valores triestímulo (Santos, 2011; Pintado, 2012). São utilizados principalmente dois tipos de iluminante neste equipamento, o C que representa a luz média do dia com uma temperatura de cor de 6800K, e o D65 que representa a média luz do dia no espectro visível e na região UV até 300 nm, com uma temperatura de cor de 6504K (Bastos de Lima, 2012). Existem diversos tipos de sistemas de referência, para avaliar este parâmetro, como RGB, Hunter Lab, CIELab e CIEL*a*b*, que permitem através de uma notação, normalmente numérica definir a cor. O sistema considerado no presente estudo foi o CIEL*a*b* (Figura 2.2), que se baseia no modelo proposto pela *Commission Internationale de l' Eclairage* (CIE) em 1979 e que proporciona diferenças de cor mais uniformes e melhor relacionadas com a perceção do olho humano, apresentando um papel relevante na avaliação da cor dos alimentos (Abbott, 1999; Bastos de Lima, 2012; Pintado, 2012). A sua escala de cores fundamenta-se na teoria das cores opostas. Neste modelo a coordenada L* define a luminosidade que varia entre o preto (0) e o branco (100), e as coordenadas a* e b*, são componentes cromáticas que tomam valores negativos e positivos e que indicam, respetivamente, o valor vermelho/verde e o valor amarelo/azul (Bastos de Lima, 2012; Julião, 2013). Com as coordenadas a* e b* é possível determinar o ângulo Hue (h°), ou seja, a tonalidade da cor (valores de h° próximos de 0° significam cores púrpuras, próximos de 90° amostras de coloração amarelada, próximos de 180° colorações verde-azuladas e quando rondam os 270° amostras com coloração azul), e o Chroma (C*),

saturação ou pureza da cor que distingue cores vivas de cores baças (Pomeranz & Meloan, 1994). A determinação destes dois parâmetros é obtida através das equações 2.1 e 2.2 (Pintado, 2012):

$$h^\circ = \arctg(b^*/a^*) \quad (2.1)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2.2)$$

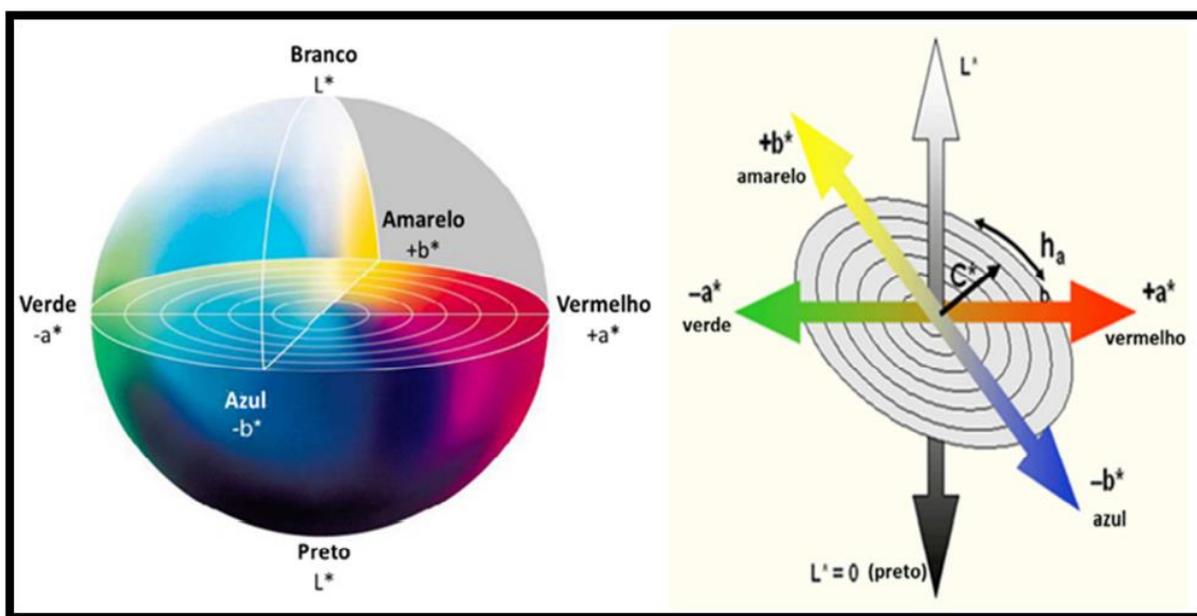


Figura 2.2 - Representação esquemática do sistema CIEL*a*b*

Fonte: Adaptado de Bastos de Lima, (2012)

2.2.6. Textura

A textura dos frutos é determinante para uma boa classificação dos frutos por parte dos consumidores. No caso das framboesas aqui em estudo, essa avaliação reveste-se de particular dificuldade devido à sua morfologia específica como fruto múltiplo de drupéolas. Através da análise sensorial e/ou de métodos instrumentais, é possível avaliar as propriedades texturais dos alimentos. Existem diferentes definições para a textura dos alimentos, sendo que a textura dos frutos está dependente das biomoléculas envolvidas na estrutura celular das paredes celulares (Bhowmik & Dris, 2004; Bai & Plotto, 2012).

Alterações na textura são na maioria atribuídas às alterações na composição e estrutura dos polissacáridos da parede celular (Nunan *et al.*, 1998; Bhowmik & Dris, 2004). Com o início das alterações na textura, ocorrem alterações químicas da lamela média e nos componentes primários da parede celular (pectinas, celulosas e hemicelulosas) que aceleram a perda de firmeza dos frutos (Goulão *et al.*, 2006; Valero & Serrano, 2010; Balic *et al.*,

2014; Ejsmentewicz *et al.*, 2015). Os atributos texturais variam durante o período de pré e pós-colheita, sendo afetado pelo estado de maturação, nutrição vegetal, stress-hídrico, temperatura de armazenamento e humidade relativa (Montero-Calderon & Cerdas-Araya, 2010).

Ao longo dos tempos, foram efetuados vários estudos para determinar a relação da firmeza com a capacidade de armazenamento. As cultivares variam muito de acordo com a firmeza do fruto. É expectável que cultivares com frutos mais firmes na colheita mantenham a sua firmeza no armazenamento, e frutos firmes (túrgidos) são menos suscetíveis a danos após a colheita (Robbins & Fellman, 1993).

Segundo Abbott (1999), Alzamora *et al.* (2008) e Pintado (2012), os frutos têm comportamento viscoelástico quando se submetem a uma carga, pelo que a força, tempo e deformação – intensidade, duração e velocidade da carga – determinam o seu comportamento reológico. O comportamento reológico dos alimentos encontra-se relacionado com a deformação, desintegração e fluxo quando se aplica uma força, podendo avaliar-se a resposta em função da força, tempo e deformação

Em framboesa, a determinação instrumental da textura da epiderme das drupéolas e da polpa, fornece uma informação relevante sobre a aceitabilidade do produto por parte do consumidor (Segade *et al.*, 2013). Para esta determinação mensurável pode ser utilizado o texturómetro. Com este instrumento é aplicada uma força que vai deformar ou perfurar a amostra em contato com uma sonda previamente definida, obtendo-se uma curva de força *versus* deformação (ou em casos concretos força *versus* tempo), na qual se registam de acordo com a geometria utilizada, as medições dos parâmetros da textura.

Os designados *soft fruits*, entre os quais as framboesas, têm a sua resistência fundamentalmente no epicarpo, sendo que a integridade estrutural da parede celular e da lamela media, bem como a pressão osmótica das células são os maiores responsáveis pela sua resistência.

Sousa *et al.*, (2007), realizaram um trabalho com framboesas frescas e congeladas; com recurso a testes como a sonda de *Kramer Shear Cell*; testes de extrusão com sonda de 90 mm de diâmetro para penetrar num cilindro de 100 mm de diâmetro; testes de compressão com sonda plana de 90 mm de diâmetro e teste de penetração múltipla concluíram que os parâmetros do teste de penetração múltipla relativos à força máxima e gradiente são os que melhor exibem as diferenças na firmeza e turgescência dos frutos, quer sejam frescos ou não.

Segundo trabalhos realizados por Giongo *et al.* (2019) com 24 cultivares de

framboesa na medição da textura por penetrometria, com sonda de 4 mm de diâmetro, e teste de compressão com sonda plana, o parâmetro elástico referente ao módulo de Young, resulta como o mais robusto para avaliar as propriedades texturais da framboesa e pode mesmo ser informativo sobre a suscetibilidade a danos externos causados por deformação mecânica. Este módulo de elasticidade permitiu discriminar genótipos e fases de maturação. No entanto os autores concluíram que o recurso às duas metodologias simultaneamente é mais vantajoso para a caracterização de textura das framboesas.

A morfologia da framboesa dificulta a definição de métodos de avaliação de textura, como já referido anteriormente, havendo alguns possíveis erros inerentes à existência de um espaço vazio no centro do fruto múltiplo, que impede uma leitura correta feita com fruto inteiro. Sousa *et al.* (2007) afirmaram que a força máxima de penetração múltipla era o parâmetro que melhor avaliava a firmeza de framboesas frescas. Corroboram assim as observações clássicas de Bourne (1965) e Mohsenin (1977), que referem que os parâmetros reológicos que melhor se correlacionam com a suscetibilidade a danos são medidos quando aplicadas forças ou deformações que produzem a rutura dos tecidos dos frutos, sendo a força máxima um parâmetro adequado para avaliar de forma fiável o comportamento reológico dos frutos. Os testes de penetração são os mais utilizados, com sondas de 8 ou 11 mm de diâmetro ou com diâmetros menores (Camps *et al.*, 2005; Guillermin *et al.*, 2006)

A realização de testes de punção, com a framboesa cortada, apresenta a vantagem de os resultados não serem influenciados pela cavidade do receptáculo. O estudo de frutos de quatro genótipos, mostrou diferenças entre os genótipos; apresentou valores para a firmeza (FMax) que variaram entre 0,1216 N e 0,1718 N, relativamente ao gradiente, os valores variaram entre 0,1253 N/mm e 0,1419 N/mm e para a deformação valores entre 1,3365 mm e 0,9515 mm (Agulheiro-Santos *et al.*, 2021).

2.2.7. Sólidos solúveis totais e acidez

O sabor da framboesa, como o de muitos frutos, é determinante para a sua qualidade. A acidez, por si só, não tem grande importância para a qualidade dos frutos uma vez que a perceção da acidez é reduzida pelo conteúdo total de açúcares presentes. Assim sendo, a análise da relação SST/AT é de extrema importância na avaliação da qualidade dos frutos, e também se usa como seu índice de maturação.

Os sólidos solúveis totais representam todos os sólidos dissolvidos em água, como é o caso dos açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e pectinas solúveis, sendo que os valores da leitura realizada são referentes à soma de todos estes compostos (Garner *et al.*, s.d.; Guleria, 2000). Os açúcares são o maior grupo de sólidos solúveis presentes nos frutos.

A determinação dos sólidos solúveis totais pode ser realizada em pequenas porções de sumo de fruto utilizando um refratômetro, equipamento que mede o índice de refração, o qual indica a quantidade de feixe de luz refratado quando passa através da amostra (Guleria, 2000). O resultado é normalmente expresso em grau Brix ($^{\circ}$ Brix), em que uma unidade de grau Brix corresponde a 1 grama de sacarose em 100 gramas de solução. A temperatura da amostra é um fator crítico na precisão da leitura, já que todos os materiais expandem quando aquecidos e tornam-se menos densos, logo aumentam a sua dissolução em água (Garner *et al.*, s.d.; Guleria, 2000).

Entende-se por acidez, o pH e a acidez titulável. No entanto, cada um destes parâmetros é determinado analiticamente de diferentes formas, tendo cada um a sua própria expressão sobre a qualidade dos frutos. A acidez titulável expressa melhor que o pH o sabor ácido de um determinado fruto (Sadler & Murphy, 2010).

A avaliação da acidez titulável mede a concentração de iões de hidrogénio tituláveis contidos nas amostras por neutralização com uma solução de base forte a baixa concentração, como é o caso do hidróxido de sódio (NaOH) a 0.1 M, a um valor de pH fixo (Sadler & Murphy, 2010). A avaliação deste parâmetro é realizada por titulação tendo em conta o ácido predominante no tipo de fruto, o que muitas vezes é difícil, já que em muitos casos existe a presença de dois ácidos em elevada concentração, sendo que o predominante se altera com o estado de maturação do fruto. No caso das framboesas os ácidos presentes são o ácido cítrico e o málico (Heinonen *et al.*, 1998). Deste modo, é possível determinar após a titulação das amostras a acidez titulável, considerando a expressão 2.3 (Cortes *et al.*, 2017).

$$\text{Acidez titulável (g ácido cítrico / 100 g de amostra)} = \frac{(A \times B \times C / D) \times 100}{E} \quad (2.3)$$

Onde:

A- Volume de NaOH consumido na titulação

B - Normalidade de NaOH (0,5 N)

C - Peso molecular do ácido cítrico (192,1 g/mol)

D - Peso da amostra (3 gramas)

E - Valência de ácido cítrico (3)

2.2.8. Alguns aspetos da avaliação nutricional (Compostos fenólicos totais e Capacidade Antioxidante)

Os compostos fenólicos, também designados por polifenóis, são compostos

orgânicos que resultam do metabolismo secundário das plantas e que são biosintetizados através do ciclo do ácido xiquímico. Estes compostos são hidrossolúveis, em contraste com outros antioxidantes encontrados em frutos, como os carotenoides, que são lipossolúveis. Os principais compostos fenólicos presentes são agrupados em várias classes, destacando-se os flavonoides, os ácidos fenólicos e os taninos (Creus, 2004). Os compostos fenólicos, antioxidantes naturais, caracterizam-se por possuírem atividade antioxidante, podendo esta ser tão ou mais eficiente do que a atividade de outros antioxidantes, como β -caroteno e vitaminas C e E (Creus, 2004; Miguel, 2007). O conteúdo fenólico dos alimentos de origem vegetal depende de fatores internos (género, espécie e variedade) e externos (condições agronómicas, ambientais e condições de armazenamento).

A quantificação deste tipo de compostos é geralmente realizada pelo método Folin-Ciocalteu que se baseia no número de grupos fenólicos ou noutros potenciais grupos oxidáveis presentes nos compostos da amostra. Os compostos fenólicos apenas reagem com o reagente de Folin em meio básico, razão pela qual é necessário adicionar carbonato de sódio, de modo a que a solução fique com um pH próximo de 10; a este pH forma-se o anião fenolato a partir do composto fenólico, por perda do próton, sendo capaz de reduzir o reagente, formando-se compostos azuis (Miguel, 2007).

Os antioxidantes são um dos muitos compostos químicos existentes com capacidade para reduzir a oxidação. São caracterizados como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de alguns substratos oxidáveis, por inibição da formação de radicais livres e eliminação de radicais importantes, através da doação de átomos de hidrogénio a estas moléculas levando à interrupção da reação de cadeia (Miguel, 2007).

O uso do ensaio do efeito bloqueador de radicais livres de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) é um dos métodos usado regularmente para avaliar a capacidade dos antioxidantes para sequestrar radicais livres, sendo um dos poucos radicais orgânicos azotados estáveis comercialmente (Miguel, 2007). O DPPH é um radical livre estável, capaz de aceitar um eletrão ou átomo de hidrogénio, tornando-se num não radical dificilmente oxidável. Apresenta uma absorção máxima a 515 nm. Através do espectrofotómetro é possível registar uma descoloração, após a redução do radical, na presença de um antioxidante.

Weber e Hai Liu (2002) estudaram a capacidade antioxidante e as propriedades anticancerígenas de quatro cultivares de framboesa. Mediram a quantidade total de compostos fenólicos e flavonoides e apresentou valores de média de 437,6 mg/100g de peso fresco e 84,6 mg/100g de peso fresco, respetivamente. Foi concluído neste estudo que a atividade antioxidante de cada cultivar estava diretamente relacionada com a quantidade

total de compostos fenólicos e flavonóides.

Bowen-Forbes *et al.* (2010) determinaram os níveis de antocianinas, conteúdo antioxidante e as propriedades anticancerígenas dos frutos de amora e framboesa. Os resultados indicaram que os frutos continham níveis superiores de antocianinas (146–2199 mg/100 g de peso fresco) e uma elevada atividade antioxidante, sendo que a maioria dos extratos exibiu mais de 50% de atividade inibitória da peroxidação lipídica a 50 µg/mL. O alto teor de antocianinas e as atividades biológicas desses frutos indicam que o seu consumo é benéfico para a saúde, e que podem ser úteis na produção de alimentos funcionais contendo uma dose eficaz de antocianinas.

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

3.1.1. Caracterização do local de ensaio

O material vegetal utilizado e objeto de estudo compreendeu oito genótipos/variedades de framboesas, produzidas no Pólo de Inovação da Fataca (37° 34' 59.272" N; 8° 44' 19.604" W), pertencente à freguesia de São Teotónio, concelho de Odemira, distrito de Beja. Neste local, existe uma plantação experimental que tem como entidades responsáveis a empresa Beira Baga e o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV).



Figura 3.1 - Fotografia da plantação experimental em estudo

3.1.2. Caracterização climática do local de ensaio

Segundo a classificação de Köppen, Portugal é caracterizado por um clima mediterrânico temperado de verão seco (Cs). No entanto, apesar de o clima em Portugal ser tipicamente mediterrânico, este apresenta contrastes climáticos, tendo em conta as regiões Sul, Norte, Litoral e Interior. Como é possível observar na figura 3.2, a área em estudo é classificada como Csb, o que significa que é um clima temperado com verão seco e fresco, sendo que este tipo de clima tem aspetos próprios e bem delineados, como é o caso do desfaseamento entre a época de ocorrência de precipitação e a época de temperaturas para o desenvolvimento vegetal. Ou seja, existe uma distribuição da precipitação irregular ao longo do ano, estando esta concentrada na época em que as temperaturas são mais baixas, o que se converte num problema para o desenvolvimento das culturas pois temperaturas baixas são limitantes para o desenvolvimento das plantas mesmo que haja água disponível. Por outro lado, a baixa precipitação quando a temperatura aumenta na primavera faz com que a água disponível para as culturas seja limitante.

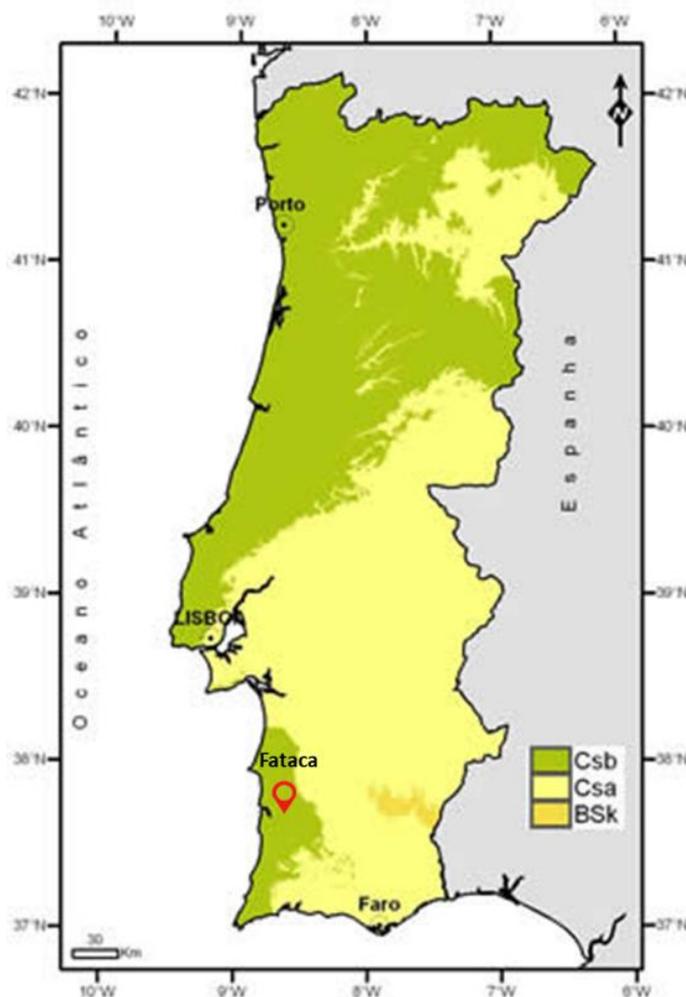


Figura 3.2 - Classificação climática segundo Köppen, em Portugal Continental

(Fonte: Adaptado de Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2022)

Para proceder a esta caracterização climática, foram considerados parâmetros como a temperatura do ar, precipitação, número de dias de geadas mensais e horas de frio, registados na Estação Meteorológica da Zambujeira, uma vez que é a estação meteorológica que se encontra mais próxima da localização da plantação.

É possível verificar através da observação da figura 3.3 que janeiro se apresenta como o mês mais frio, com uma média de temperaturas de 10,4 °C e agosto como o mês mais quente, com a média das temperaturas de 19,7 °C. A temperatura média anual é de 15,0 °C.

Relativamente à precipitação, a média total anual é de 587,8 mm, tendo sido o mês de dezembro aquele que registou o maior valor, 98,9 mm e o mês de agosto aquele que registou um menor valor, 2 mm.

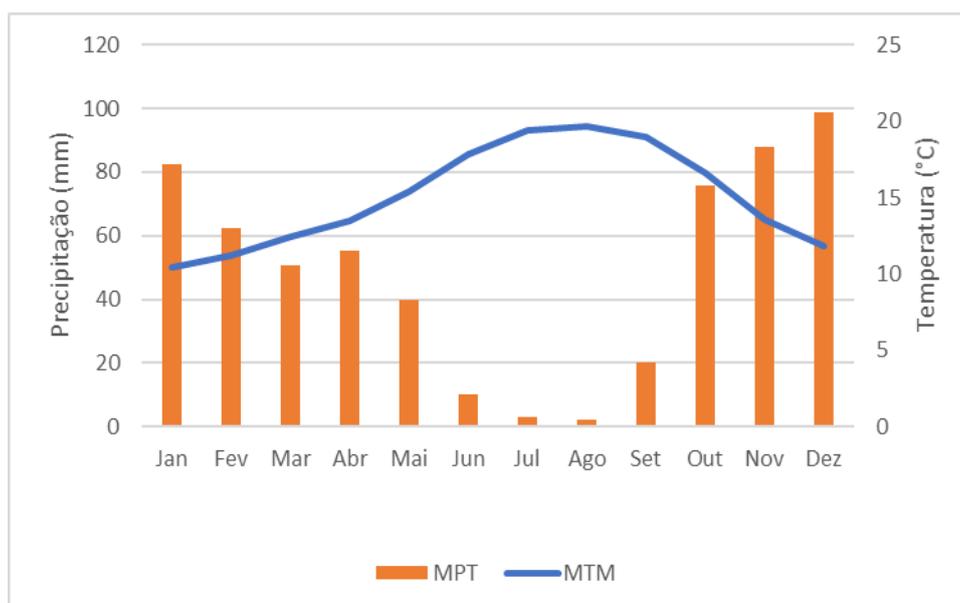


Figura 3.3 - Gráfico Termopluiométrico de 1971-2000, da Estação Meteorológica da Zambujeira. (MPT - Média da Precipitação Total; MTM - Média da Temperatura Média)

(Fonte: Adaptado de Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2022)

Adicionalmente no que toca à ocorrência de geadas para o mesmo período, isto é, 1971-2000, é possível verificar com o auxílio da tabela 3.1, que existe um baixo número de dias, em que se verifica tal fenómeno, especialmente se se analisar o período entre maio e outubro. Destaca-se ainda que janeiro é o mês em que se verificam maior número de dias de geada, sendo que este fenómeno ocorre ininterruptamente, uma vez mais durante o período em estudo, desde novembro até abril. Por fim, o número total de dias de geada é em média de aproximadamente 21 dias por ano.

Tabela 3.1 - Número de dias de geada mensais

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias de Geada	8,0	3,7	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,3

Fonte: Adaptado de Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2022

3.1.3. Caracterização do substrato no ensaio

A cultura em estudo foi realizada em substrato, contido em recipientes adequados referidos como floreiras, e com recurso a fertirrega, pelo que as condições edáficas estão dependentes do substrato utilizado, fibra de coco e da solução nutritiva, água de rega com adubo líquido. Este último foi ajustado às necessidades das plantas.

A título de exemplo, apresenta-se abaixo a figura 3.4 que representa um dos recipientes contendo o substrato usado.



Figura 3.4 - Exemplo de floreira utilizada no estudo com respetivo substrato

3.1.4. Caracterização da plantação do local de ensaio

As plantações de framboesa foram estabelecidas segundo um delineamento previamente estabelecido, e foram seguidas as práticas agronómicas adequadas e habituais nestes ensaios.

Neste caso em particular, existem três repetições, sendo que em cada uma delas se encontram os oito genótipos alvos de estudo. Cada genótipo é composto por quinze lançamentos, divididos em três floreiras cada uma de um metro de comprimento, o que se traduz em cinco plantas por metro linear. De referir que em cada repetição os genótipos foram dispostos de forma aleatória (figura 3.5).

Destes oito genótipos, três deles são importantes para se obterem valores de referência, não sendo resultantes de cruzamentos conhecidos, mas sim da compra das plantas patenteadas, já bem estabelecidas no mercado e com nomes comerciais conhecidos. Quanto aos restantes cinco genótipos, os mesmos foram obtidos através de cruzamentos conhecidos.

Para eliminar o efeito bordadura, a plantação encontra-se numa bateria de três túneis elevados com cobertura de polietileno, sendo que as três repetições, anteriormente mencionadas, ocupam o túnel central. Este túnel tem ainda, tanto no início como no final de cada repetição, um total de dez floreiras com outras plantas de framboesa que não estão em observação. Deste modo, é possível mitigar os efeitos da exposição a condições adversas que poderiam ter influência no crescimento e produção de cada planta.

R1		R2		R3		3 m
G5	5	G1	5	G3	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
T1	5	G3	5	G4	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
T3	5	T3	5	G5	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
G2	5	G5	5	G1	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
T2	5	T1	5	T2	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
G3	5	G2	5	T1	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
G4	5	T2	5	T3	5	
	5		5		5	
	5		5		5	
G1	5	G4	5	G2	5	
	5		5		5	
	5		5		5	

Figura 3.5 - Esquema explicativo da disposição dos genótipos em cada repetição (G1, 2, 3, 4, 5 genótipos em estudo; T1, 2, 3 testemunhas; R1, 2, 3 repetições)

3.1.5. Operações culturais realizadas

3.1.5.1. Transplantação

Após o processo inicial de cruzamento e obtenção das plantas, as mesmas são transplantadas do local de reprodução para o local definitivo, isto é, as floreiras. Estas plantas em estudo, foram transplantadas para local referido no dia 15 de maio de 2021. Ao longo do seu crescimento vegetativo foram tutoradas através do sistema de condução abaixo esquematizado (figura 3.6).

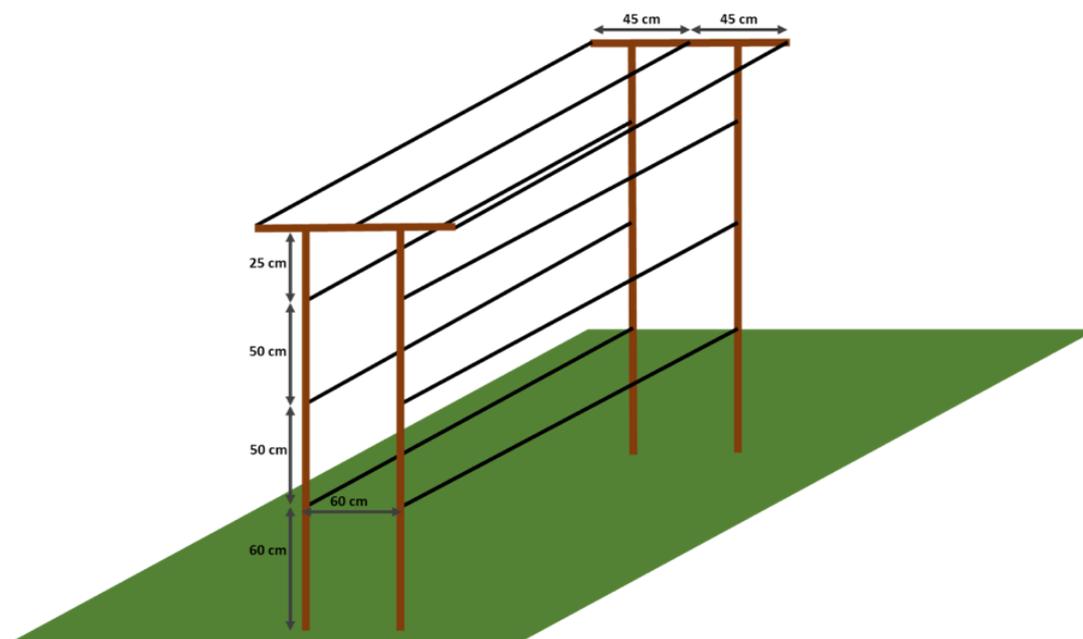


Figura 3.6 - Esquema ilustrativo do sistema de tutoragem

3.1.5.2. Desbastes

As podas foram realizadas nos dias 17 e 18 de agosto, 27 de setembro e 4 de outubro, de modo a retirar os rebentos laterais e os rebentos de raiz, tendo sido medidos os comprimentos de forma individual e o peso de forma conjunta em fresco e, posteriormente, o peso seco.

3.1.5.3. Registo dos estados fenológicos

Foi feito o acompanhamento semanal com o registo dos diferentes estados fenológicos, entre eles, o crescimento vegetativo, o botão floral, a flor aberta, e o fruto vingado. O primeiro fruto colhido foi registado e é designado como *King fruit*. Uma folha modelo utilizada para estes registos encontra-se nos apêndices (Apêndice A).

3.1.5.4. Colheitas/Produção

A 2 de setembro de 2021 foi colhido o primeiro *King fruit* dando início à época de colheita, que se prolongou até 5 de janeiro de 2022. É importante salientar que neste período de estudo todos os frutos foram colhidos, todavia caso se tratasse de uma situação de exploração comercial os primeiros e últimos frutos a serem produzidos não seriam colhidos por não se justificar economicamente. No entanto, é de especial relevância não deixar frutos no campo de modo a evitar a disseminação de pragas e/ou doenças.

No presente caso de estudo, todas as colheitas foram alvo de um registo, por genótipo e repetição. Para além disso, procedeu-se à medição da massa de vinte frutos, designada vulgarmente por peso, sendo que caso este número não fosse alcançado pela falta de frutos

registrar-se-ia somente o número de frutos colhidos e a sua massa. Adicionalmente, registou-se a produção total, a quantidade de refugo e os principais defeitos.

As balanças digitais utilizadas foram a Mettler PJ para o registo da produção total com uma precisão de 0,1 g, expresso em gramas e a KERN PCB para os restantes registos com uma precisão de 0,1 g, expresso em gramas.

3.1.5.5. Arquitetura do lançamento

Depois de colhida toda a produção e antes da planta entrar em senescência foi podado um lançamento tipo de cada repetição e de cada genótipo. Foram feitas medições do diâmetro do caule, do comprimento do lançamento (parte produtiva e não produtiva), contagem do número de gomos abrolhados e não abrolhados. Relativamente aos rebentos laterais, foram também medidos os diâmetros dos caules e os comprimentos (produtivos e não produtivos). Por fim, foi ainda registada a contagem de botões florais, flores, frutos colhidos e não colhidos. Toda a informação foi, posteriormente, organizada e devidamente analisada de modo a obter-se um mapa biométrico, ou seja, a arquitetura do lançamento.

3.1.6. Recolha de amostras de frutos para caracterização e estudo de vida útil

Durante as duas semanas de maior produção, após a colheita e de todos os registos realizados, foi selecionada uma amostra composta por 30 frutos de cada genótipo e de cada repetição, sendo colocados em duas cuvetes, 15 frutos por cuvete e feito o registo rigoroso da massa inicial. No total, foram feitos três conjuntos das duas cuvetes, um conjunto destinado às análises em fresco (0 dias de conservação) e os outros dois para as análises com tempo de conservação de 7 e 15 dias.

A conservação decorreu numa câmara de frio que se encontra no local de ensaio de campo. Dentro da câmara a média de temperatura ronda os 2 °C e de humidade relativa (Hr) 94 % (figura 3.7). As cuvetes foram colocadas dentro de uma caixa de isolamento e cobertas com uma manta térmica, de forma a evitar o contacto direto com a atmosfera refrigerada. Os valores de temperatura e humidade relativa foram registados através do aparelho *Data Logger* (Rotronic). (figuras 3.8 e 3.9).

Uma vez que a produção foi escalonada, os oito genótipos/variedades não atingiram o ponto máximo de produção em simultâneo, não havendo mais do que três genótipos/variedades ao mesmo tempo na câmara de frio, o que facilitou o desenvolvimento deste estudo em termos logísticos.

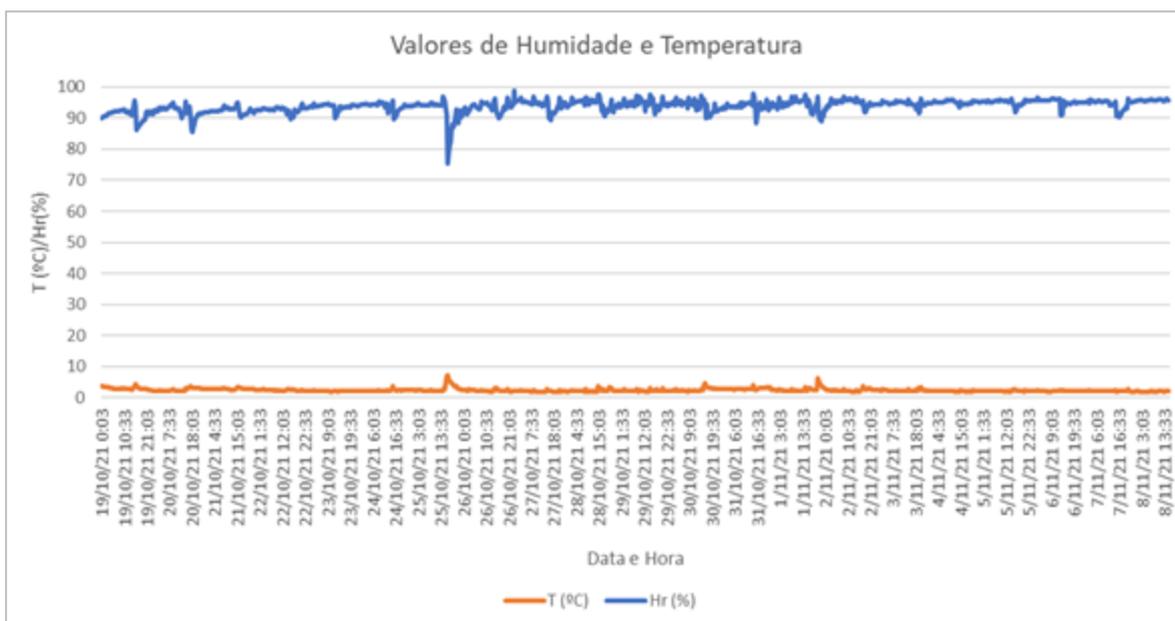


Figura 3.7 - Gráfico com os valores de humidade relativa e temperatura registados na câmara de frio com recurso a “data logger”



Figura 3.8 - Caixa de isolamento térmico com cassetes e “data logger”



Figura 3.9 - Dispositivo de registo de humidade e temperatura, “data logger” da marca Rotronic

3.1.7. Transporte

No caso dos frutos a serem analisados em fresco, as cuvetes foram colocadas numa caixa de isolamento térmico, com termoacumuladores de frio, de modo a manter uma temperatura de cerca de 15 °C, para assim minimizar qualquer alteração que pudesse ocorrer nas suas características e feito o transporte dos frutos, desde o local de origem (Fataca) até ao local de análise (Évora), nunca ultrapassando as 24 horas, ou seja, as análises ocorreram sempre no dia posterior à colheita.

No caso dos frutos que foram colocados na câmara de frio durante os 7 e 15 dias, depois de decorrido este tempo foram também transportados em condições semelhantes às descritas anteriormente.

3.2. Avaliação Instrumental

As análises laboratoriais às amostras recolhidas decorreram no Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita, no Pólo Universitário da Herdade da Mitra, em Évora. A temperatura do laboratório foi sempre de aproximadamente 20 °C. Ao chegar ao laboratório as amostras ficaram 30 minutos sobre a bancada para que a sua temperatura estabilizasse.

Neste trabalho, distinguiram-se dois ensaios, o primeiro a *Caracterização* que se entende como o conjunto das análises feitas aos 0 dias de conservação, para caracterizar os frutos *in natura* e o segundo a *Vida útil* que compreende as mesmas análises, após 7 e 15 dias de conservação, com o intuito de averiguar qual o período de vida útil das framboesas.

3.2.1. Caracterização

3.2.1.1. Peso individual

As 30 framboesas, de cada génotipo e de cada repetição, também designada de repetição de campo, foram, por sua vez, divididas em 3 conjuntos de 10 frutos (denominados de repetição interna) e colocadas por ordem numérica, não se alterando esta até ao final das análises. Assim, foi atribuído um número de 1 a 30 para identificar cada framboesa individualmente dentro da sua repetição de campo. Cada fruto foi, posteriormente, pesado individualmente. Para tal, recorreu-se a uma balança digital PB1502 da Mettler Toledo (Mettler Toledo AG, Greifensee, Suíça), com uma precisão de 0.01 g e expresso em gramas.

3.2.1.2. NIR (Near Infrared)

A espectroscopia NIR é um método que utiliza a região de infravermelho próximo do espectro eletromagnético (de cerca de 700 a 2.500 nm) sendo um método rápido (um minuto ou menos por amostra), não destrutivo e não invasivo que permite, posteriormente, correlacionar com outros parâmetros a serem medidos (Celio, 2003). Baseia-se na emissão

de um feixe de luz com um comprimento de onda entre os 1100 e os 2300 nm e lido o valor de refletância. Por subtração do valor de refletância ao valor emitido é possível obter os valores de absorvância para os diferentes comprimentos de onda emitidos.

Para realizar a medição da absorvância por parte da zona equatorial do fruto (local de leitura), o mesmo foi sujeito a um disparo *NIR* (entenda-se por isto, uma medição). Com recurso ao aparelho BRIMROSE Luminar 5030 Spectrometer (Brimrose Corporation of America, Maryland, EUA), foi emitido um feixe de luz com um comprimento de onda entre os 1100 e os 2300 nm e lido o valor de refletância. Por subtração do valor de refletância ao valor emitido é possível obter os valores de absorvância para os diferentes comprimentos de onda emitidos. Com os dados recolhidos é possível tentar estabelecer uma correlação entre este parâmetro, bastante relevante por ser não destrutivo, com os restantes parâmetros. A ausência dos resultados no capítulo seguinte (4), justifica-se por ainda não estar disponível o tratamento dos dados.

3.2.1.3. Cor da epiderme

A cor da epiderme das framboesas foi determinada através da utilização de um colorímetro, Cr-400 da Konica Minolta (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japão), que neste caso mede os valores das coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* . Na recolha dos dados foi utilizado o *software* Spectra Magic™ NC.

Com os resultados obtidos para as coordenadas a^* e b^* é possível calcular o ângulo Hue (h°) e o Chroma (C^*) pelas equações (2.1) e (2.2) apresentadas no capítulo 2 (Pintado, 2012). Este colorímetro foi previamente calibrado utilizando um padrão de referência branco. Para se proceder às leituras foram usadas as condições a seguir apresentadas, iluminante C, ângulo de visão de 2° e área de 8 mm de diâmetro.

No presente estudo, foram efetuadas duas leituras por framboesa, uma, considerando a zona equatorial do fruto e outra, na zona oposta à zona de inserção do recetáculo, posteriormente, calculou-se o valor médio das duas leituras.

3.2.1.4. Textura

Para avaliar as propriedades mecânicas da framboesa foi utilizado um texturómetro, TA.HD.Plus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK). Na realização de ambos os testes, TPA e Punção, os dados foram representados graficamente pelo software de aquisição e recolha de dados, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0.

3.2.1.4.1. TPA

Realizou-se um teste de compressão, em dois ciclos, com uma sonda cilíndrica de

diâmetro 100 mm de base plana (P/100). A sonda efetuava duas compressões espaçadas de 5 segundos, sendo a deformação de 25 % da altura do fruto e considerou-se a velocidade de avanço da sonda de 1 mm/s. Trata-se assim de um teste referido como TPA (*Texture Profile Analysis*), que permite a obtenção de diversos parâmetros, diretamente por leitura do texturograma ou calculados a partir destes. A compressão foi efetuada em framboesas inteiras, na zona oposta à zona de inserção do recetáculo.

3.2.1.4.2. Punção

Adicionalmente foi realizado um teste para avaliar a resistência da epiderme de uma drupéola quando submetida a uma penetração através de uma agulha. Para tal, utilizou-se o texturómetro e uma sonda agulha (*Needle probe P/N*), e conduziu-se o teste até 3 mm de deformação, onde a velocidade de avanço da sonda foi de 1 mm/s. As curvas obtidas de força/deformação foram gravadas, e retirados os valores de Força Máxima (FMax, em N) quando ocorre a rutura do epicarpo, no limite elástico, entendido como firmeza do epicarpo; deformação (D, em mm) quando é atingida a força máxima, e gradiente (Grad, em N/mm) entendido como FMax/D, valor aproximado ao módulo de Young.

3.2.1.5. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para determinar os sólidos solúveis totais das framboesas foi retirado sumo individualmente de cada framboesa, e foram colocadas algumas gotas sobre a superfície do refratómetro, registando-se as leituras, com valores expressos em °Brix. Para esta quantificação recorreu-se a um refratómetro digital, ATAGO PR-101 (ATAGO CO., LTD, Tóquio, Japão), com uma precisão de ± 0.2 % para um espectro de °Brix entre 0 e 45 % a 25 °C. Previamente ao uso deste instrumento, procedeu-se à sua calibração, recorrendo a água destilada, de modo a obter-se 0 °Brix.

3.2.1.6. Acidez titulável e pH

Depois de medido o conteúdo em SST, as mesmas framboesas foram agrupadas em conjuntos de dez, respeitando a repetição interna. Em seguida, foram triturados, obtendo-se uma amostra composta para análise.

Com o intuito de se determinar a acidez e o pH do preparado, procedeu-se à dissolução de 3 g do mesmo em 50 mL de água destilada, tendo-se utilizado um titulador automático, Crinson Compact Tritrador – versão S (Crison Instruments, S.A., Barcelona, Espanha). O instrumento foi calibrado, anteriormente, com soluções padrão de pH 4,01 e 7,00. Definido o programa a utilizar no aparelho, este foi debitando na solução em estudo hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M até atingir um valor de pH de 8,2 (Garner *et al.*, s.d.).

Com base nos resultados obtidos, foram registados os valores de pH e a quantidade de NaOH gastos, em mL, tendo-se posteriormente determinado pela equação (2.3) a percentagem de ácido cítrico dos frutos.

3.2.1.7. Índice de maturação

O quociente entre o valor dos sólidos solúveis totais (SST) e o valor da acidez titulável pode ser definido como o índice de maturação.

3.2.1.8. Compostos fenólicos totais

O procedimento seguido para a análise dos compostos fenólicos totais, adaptado do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, adaptado de Singleton & Rossi (1965), encontrando-se em anexo (II)

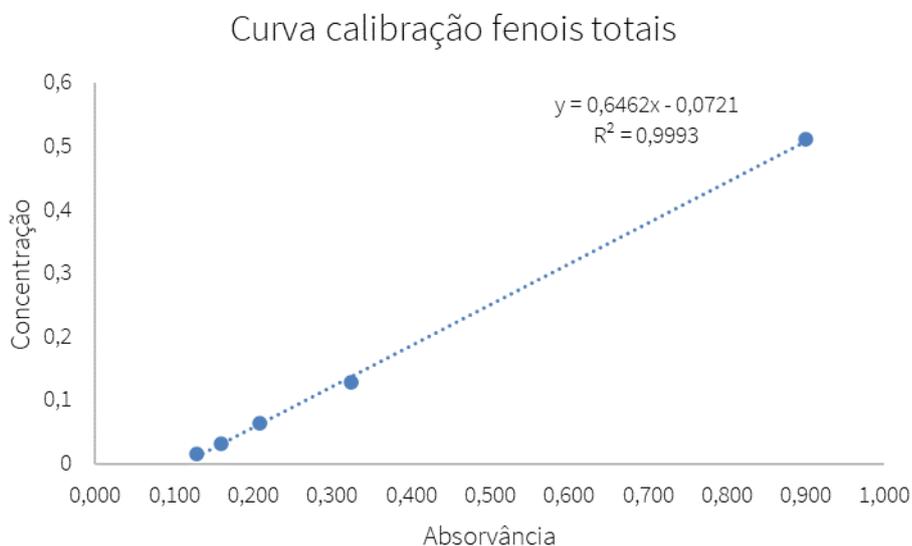


Figura 3.10 - Gráfico da curva de calibração dos compostos fenólicos totais

3.2.1.9. Capacidade antioxidante total (método DPPH)

O procedimento seguido para a análise da capacidade antioxidante total, adaptado do método DPPH, encontra-se em anexo (III)

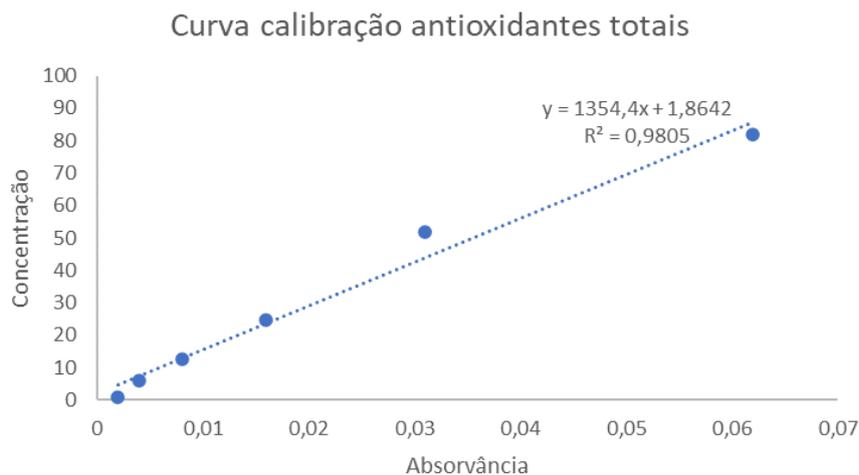


Figura 3.11 - Gráfico da curva de calibração dos antioxidantes totais

3.2.1.10. Identificação de Fungos

As amostras depois de chegarem ao laboratório eram sujeitas a uma primeira análise visual. Caso apresentassem evidências de contaminações por fungos saprófitas, estes eram então isolados e inoculados de modo a perceber qual o fungo específico. De salientar que só foram observados três frutos com contaminações e que estas apenas aconteceram após 15 dias de conservação.

3.2.1.11. Análises sensoriais

A avaliação sensorial foi realizada por um painel de cerca de 15 provadores treinados que integram o painel da Universidade de Évora. O treino do painel de provadores para frutos teve lugar no âmbito de projetos anteriores, pelo que neste trabalho foi simplesmente necessário aferir o painel para a prova de framboesa. As fichas utilizadas eram descritivas quantitativas e os atributos considerados, descritores, dizem respeito a alguns parâmetros de qualidade do fruto, avaliados pela aparência externa (firmeza, cor vermelho, brilho e homogeneidade das drupéolas) e após degustação (firmeza, suculência, consistência na mastigação, coesão das drupéolas, acidez, doçura, amargor, sabor característico e aroma), sendo uma escala de intensidade, não estruturada unipolar, e cada descritor associado a um segmento de reta com 10 cm, de acordo com a norma ISO 4121 (2003). Incluiu-se um campo de avaliação global, que embora não possa ser considerado um atributo fornece informação importante. Também foi deixado espaço para comentários sobre a presença de sabores/aromas característicos.

Com objetivo prático foi ainda incluindo no final da prova um questionário sobre qual a intenção de compra, com base na aparência externa ou na degustação. No apêndice B

encontra-se a ficha de prova utilizada para a avaliação sensorial. As amostras foram retiradas de cada genótipo e de cada tempo de conservação, ignorando-se a existência de repetições.

3.2.2. Vida útil

Para avaliar a vida útil das framboesas, todas as análises laboratoriais e procedimentos adotados foram os mesmos usados para a caracterização aos 0 dias. Como anteriormente referido, os 30 frutos de cada repetição e de cada genótipo utilizados no estudo foram analisados ao fim de 7 e 15 dias. As análises iniciaram-se depois da temperatura dos frutos ter estabilizado face à temperatura ambiente, tendo-se começado com a pesagem individual de cada cuvete e do seu registo a fim de avaliar a perda de peso, causada quer pela transpiração, quer também pela respiração dos frutos. Para tal, recorreu-se a uma balança digital PB1502 da Mettler Toledo (Mettler Toledo AG, Greifensee, Suíça), com uma precisão de 0.01 g e expresso em gramas. A perda de peso total foi determinada subtraindo o peso final, medido no laboratório, ao peso original de cada conjunto de 15 frutos (cada cuvete), medido logo após a colheita. Para se obter esta mesma perda total em percentagem foi utilizada a equação (3.1).

$$\% \text{ Perda de Peso} = \left(\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.3. Tratamento Estatístico

As observações e os resultados obtidos em campo serão discutidos de forma comparativa, quer entre os genótipos em estudo quer com as variedades comerciais, como é habitual nos trabalhos de melhoramento genético.

Para a avaliação da qualidade e vida útil foi realizado um tratamento estatístico com recurso ao software Statistica versão 8.0 (StatSoft, Inc., Dell, Tulsa, EUA). Sempre que possível efetuou-se uma análise de variâncias (ANOVA), para um nível de significância de 0.05. Os fatores ou variáveis independentes considerados foram “Genótipos/Variedades” e “Tempo de conservação” para a avaliação da vida útil, enquanto que para a caracterização dos genótipos foi realizada uma ANOVA com a primeira variável independente e referida. As variáveis dependentes que apresentavam diferenças significativas na ANOVA foram sujeitas a um teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) ($p < 0.05$) para a comparação de médias. Foram elaborados gráficos, para cada parâmetro avaliado, com os resultados obtidos na ANOVA e no teste de comparações múltiplas de Tukey, sendo utilizadas diferentes letras do alfabeto para indicar as diferenças significativas encontradas.

4. Resultados e Discussão

Os genótipos utilizados fazem parte de um programa de melhoramento genético, pelo que de modo a salvaguardar os interesses do programa, a denominação dos genótipos, na presente dissertação foi codificada. Os cinco genótipos resultantes dos cruzamentos conhecidos serão designados por G1, G2, G3, G4 e G5 e as três cultivares/variedades testemunha restantes, já comercializadas, por T1, T2 e T3.

4.1. Campo

4.1.1. Pesos fresco e seco

As plantas investem de maneiras diferentes as suas reservas e energia, por isso é importante que as mesmas sejam utilizadas para a produção de frutos, do ponto de vista comercial, e não para a produção de rebentos de raiz e/ou de laterais. Para além deste motivo, a poda é uma operação cultural dispendiosa que exige mão de obra e acaba por constituir um custo de produção adicional, daí que haja maior interesse por plantas que produzam pouco material vegetal/biomassa.

Na tabela 4.1 estão registados os diferentes dados recolhidos.

Tabela 4.1 - Dados dos pesos fresco e seco dos rebentos de raiz e de gomos laterais do 1º desbaste

Génotipo	Repetição	1º Desbaste									
		Rebentos Raiz				Rebentos de Laterais				Total Raiz	Total Laterais
		Fresco (g)	Seco (g)	Diferença	%	Fresco (g)	Seco (g)	Diferença	%	Seco	Seco
G1	R1	97	12,09	84,91	87,5	2380	552,89	1827,11	76,77	23,73	1674,15
	R2	15	2,13	12,87	85,8	1879	421,59	1457,41	77,56		
	R3	71	9,51	61,49	86,6	2567	699,67	1867,33	72,74		
G2	R1	85	13,76	71,24	83,8	774	167,9	606,1	78,31	21,52	367,07
	R2	17	2,23	14,77	86,9	1554	175,46	1378,54	88,71		
	R3	105	5,53	99,47	94,7	675	23,71	651,29	96,49		
G3	R1	172	44,85	127,15	73,9	165	31,37	133,63	80,99	82,28	56,4
	R2	13	1,66	11,34	87,2	0	0	0	0,00		
	R3	183	35,77	147,23	80,5	100	25,03	74,97	74,97		
G4	R1	88	17,97	70,03	79,6	1280	305,71	974,29	76,12	73,77	669,23
	R2	144	23,13	120,87	83,9	538	121,82	416,18	77,36		
	R3	423	32,67	390,33	92,3	1028	241,7	786,3	76,49		
G5	R1	0	0	0	0,0	2135	364,1	1770,9	82,95	9,33	893,7
	R2	61	9,33	51,67	84,7	1575	258,44	1316,56	83,59		
	R3	0	0	0	0,0	1900	271,16	1628,84	85,73		
T1	R1	463	80,56	382,44	82,6	1775	471,32	1303,68	73,45	158,67	2051,82
	R2	295	45,74	249,26	84,5	2967	770,55	2196,45	74,03		
	R3	206	32,37	173,63	84,3	2910	809,95	2100,05	72,17		
T2	R1	8	0,89	7,11	88,9	1378	374,98	1003,02	72,79	22,56	708,3
	R2	95	11,36	83,64	88,0	854	223,68	630,32	73,81		
	R3	70	10,31	59,69	85,3	419	109,64	309,36	73,83		
T3	R1	34	3,96	30,04	88,4	645	147,95	497,05	77,06	28,38	369,32
	R2	61	1,75	59,25	97,1	851	149,52	701,48	82,43		
	R3	179	22,67	156,33	87,3	341	71,85	269,15	78,93		

Através da análise da tabela 4.1, é possível verificar que os cinco genótipos apresentam valores inferiores do peso seco total tanto da raiz como dos laterais comparativamente à testemunha 1 (T1). Tal facto, revela-se bastante positivo uma vez que todos os genótipos (G1 a G5) produziram menos biomassa face a uma planta (T1) já patenteada e comercializada.

Relativamente ao peso seco total da raiz, observa-se que apenas o G2 e o G5 têm valores inferiores aos das três testemunhas. Sendo que, o valor de G1 é inferior aos de duas testemunhas (T1 e T3), e os restantes G3 e G4 comparativamente bastante superior das mesmas, mas ainda assim abaixo da T1.

No caso do peso seco total de laterais, o G2 e o G3 têm valores inferiores aos das três testemunhas. Ficando apenas o G4 com um valor inferior a duas testemunhas (T1 e T2), e os restantes G1 e G5 a apenas uma testemunha (T1).

Tal como referido anteriormente, toda esta baixa produção de matéria vegetal é vantajosa para o produtor já que a planta irá investir os seus recursos na produção de frutos (valor económico) e não em caules, folhas e raízes (sem valor económico).

Com o continuado desenvolvimento da planta, existiu a necessidade de proceder a um segundo desbaste. Na tabela 4.2 é possível verificar os valores recolhidos.

Tabela 4.2 - Dados dos pesos fresco e seco dos rebentos de raiz e de gomos laterais do 2º desbaste

		2º Desbaste									
		Rebentos Raiz				Rebentos de Laterais				Total Raiz	Total Laterais
Génótipo	Repetição	Fresco (g)	Seco (g)	Diferença	%	Fresco (g)	Seco (g)	Diferença	%	Seco	Seco
G1	R1	658	91,38	566,62	86,1	0	0	0	0,00	213,64	6,9
	R2	226	30,48	195,52	86,5	4	0,69	3,31	82,75		
	R3	1021	91,78	929,22	91,0	50	6,21	43,79	87,58		
G2	R1	510	83,61	426,39	83,6	0	0	0	0,00	191,60	4,49
	R2	498	17,86	480,14	96,4	25	4,49	20,51	82,04		
	R3	502	90,13	411,87	82,0	0	0	0	0,00		
G3	R1	510	83,95	426,05	83,5	0	0	0	0,00	226,22	0
	R2	102	14,45	87,55	85,8	0	0	0	0,00		
	R3	819	127,82	691,18	84,4	0	0	0	0,00		
G4	R1	790	130,67	659,33	83,5	0	0	0	0,00	730,72	5,5
	R2	2093	287,75	1805,25	86,3	38	5,5	32,5	85,53		
	R3	1842	312,3	1529,7	83,0	0	0	0	0,00		
G5	R1	428	62,52	365,48	85,4	429	65,6	363,4	84,71	186,25	171,97
	R2	270	31,95	238,05	88,2	60	7,17	52,83	88,05		
	R3	605	91,78	513,22	84,8	543	99,2	443,8	81,73		
T1	R1	1624	242,24	1381,76	85,1	7	0,73	6,27	89,57	797,92	11,22
	R2	1618	229,01	1388,99	85,8	40	10,49	29,51	73,78		
	R3	2101	326,67	1774,33	84,5	0	0	0	0,00		
T2	R1	828	144,81	683,19	82,5	0	0	0	0,00	623,05	19,75
	R2	2006	339,96	1666,04	83,1	0	0	0	0,00		
	R3	611	138,28	472,72	77,4	66	19,75	46,25	70,08		
T3	R1	682	111,36	570,64	83,7	0	0	0	0,00	292,49	0
	R2	481	70,67	410,33	85,3	0	0	0	0,00		
	R3	715	110,46	604,54	84,6	0	0	0	0,00		

Quanto à tabela anterior, é possível destacar que o peso seco total de rebentos de raiz é superior ao peso total seco de rebentos laterais, o que sugere que as plantas investiram mais na produção de rebentos de raiz em comparação com a produção de laterais. Isto, é expectável uma vez que existem menos gomos laterais por abrolhar, visto que a maioria já o fez anteriormente.

Assim, para os rebentos de raiz, à exceção do G4, todos os outros genótipos estão com valores inferiores aos das três testemunhas, sendo que o G4 fica apenas abaixo de T1. Para os rebentos laterais, apenas o G5 teve uma produção superior a todos os outros, genótipos e testemunhas. Os restantes quatro genótipos apresentam menos rebentos laterais que T1 e T2.

4.1.2. Registo dos estados fenológicos

Neste subcapítulo apresenta-se a figura 4.1 com a evolução dos diferentes estados fenológicos dos vários genótipos e testemunhas em estudo. Uma análise atenta à mesma revela que os genótipos G1 e G2 representam plantas com um desenvolvimento mais precoce, ao invés dos genótipos G3 e G5 que representam plantas com um desenvolvimento mais tardio. As três testemunhas apresentam desenvolvimentos diferentes entre si, sendo que a T1, a mais tardia das três, apresenta um desenvolvimento semelhante ao G3, ainda que um pouco mais tardio. A T2 tem o seu desenvolvimento semelhante ao G4. Por fim, a T3 aparenta ser a mais precoce, apresentando um desenvolvimento semelhante a G2.

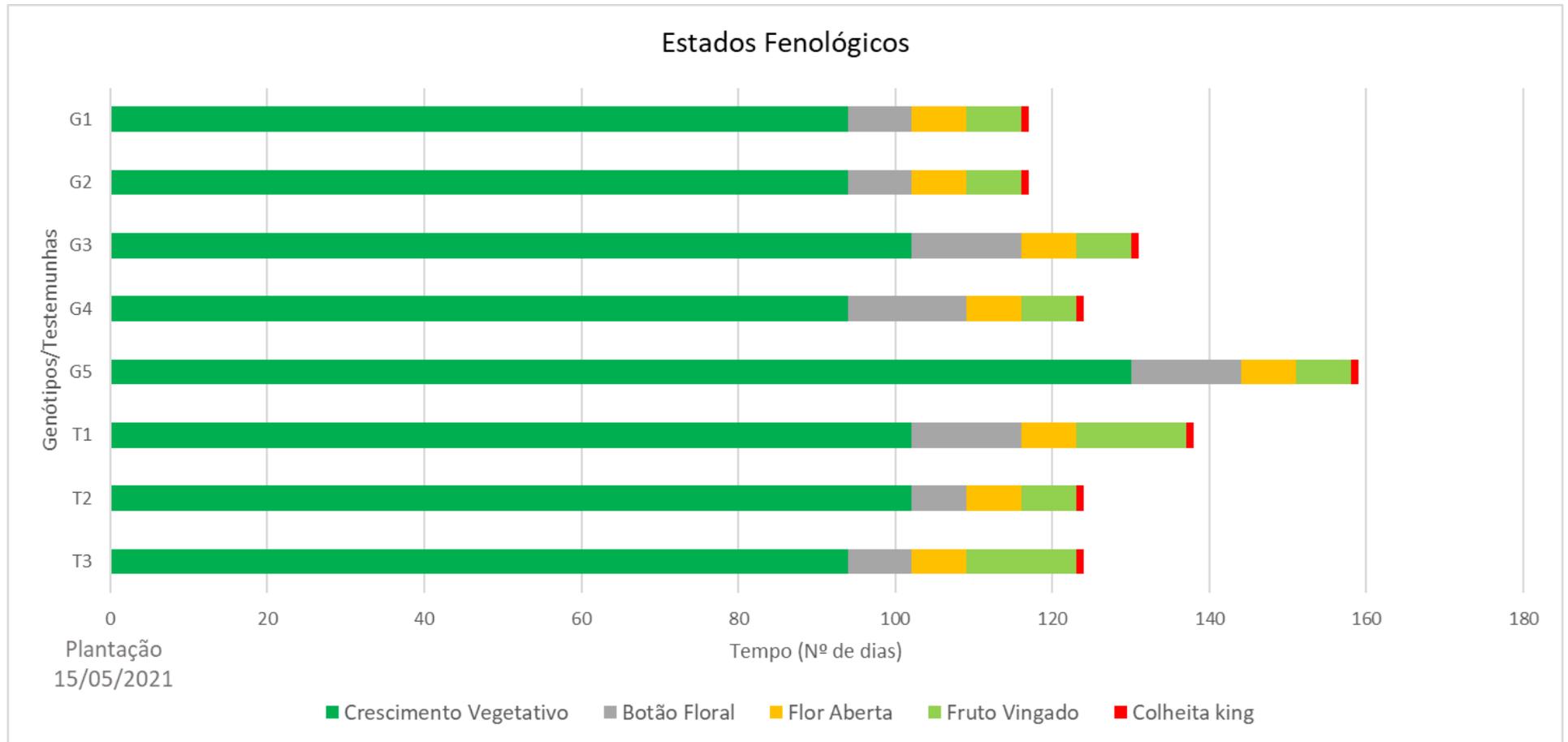


Figura 4.1 - Representação gráfica dos estados fenológicos dos genótipos/testemunhas

4.1.3. Colheitas e Produção

Tal como referido no capítulo anterior (3), depois de efetuadas as colheitas procedeu-se à pesagem dos frutos, avaliação do calibre, entre outros registos, no local de plantação. Nas seguintes figuras (figuras 4.2, 4.5, 4.8, 4.11, 4.14, 4.17, 4.20 e 4.23) é possível verificar como evolui o calibre médio do fruto ao longo do tempo representado pela linha preta. A linha a verde representa a produção comercial semanal por lançamento, ou seja, por planta. O número dentro do retângulo no canto superior esquerdo do gráfico representa o calibre médio. As linhas a tracejado cinzentas compreendem o intervalo de referência *standard* respeitante ao calibre médio do fruto.

Nas figuras 4.3, 4.6, 4.9, 4.12, 4.15, 4.18, 4.21 e 4.24 observa-se a produção semanal por lançamento a cinzento e a cinzento mais escuro o valor de refugo (produção sem valor comercial), ao longo do tempo. Consideraram-se como causas de refugo frutos: podres (com evidências de presença de patógenos), com *split* (uma deformação onde o fruto se divide em dois, partilhando o mesmo recetáculo), partidos entre outros menos significativos.

Nas figuras 4.4, 4.7, 4.10, 4.13, 4.16, 4.19, 4.22 e 4.25 estão expostos os valores registados para a produção acumulada por lançamento ao longo do tempo, representados pela linha a preto.

Não foram apresentados os valores correspondentes aos 5% iniciais e finais do total de dados para os diferentes parâmetros uma vez que se está a considerar a produção comercial e não a produção total. Todos os valores são em gramas.

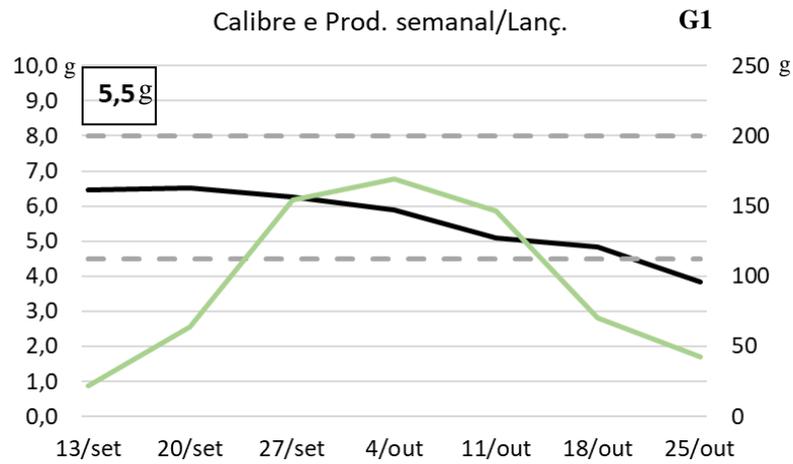


Figura 4.2 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G1

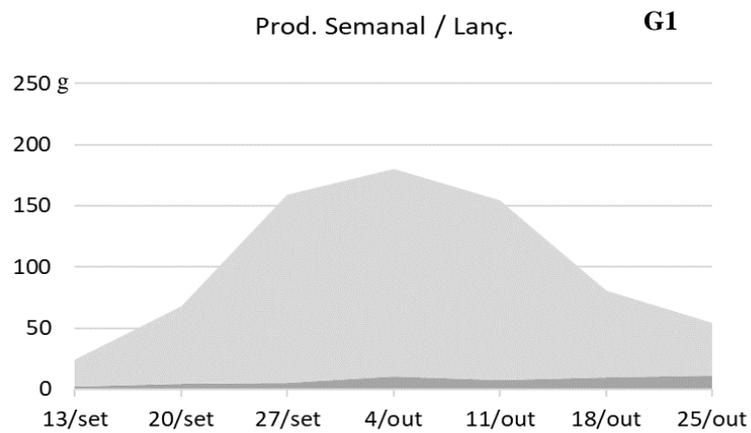


Figura 4.3 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G1

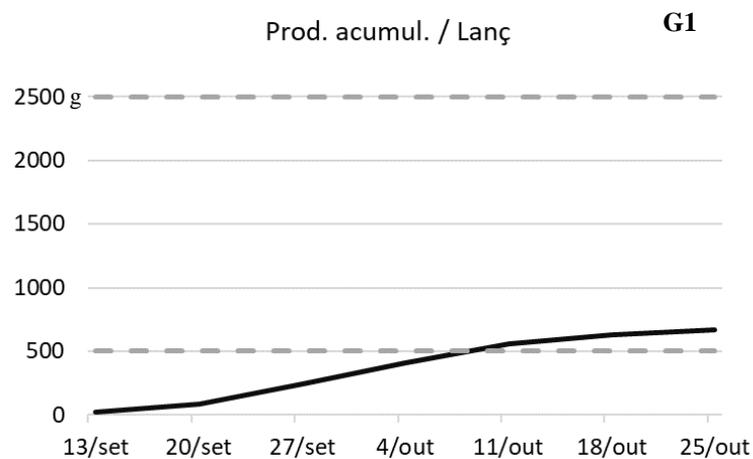


Figura 4.4 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G1

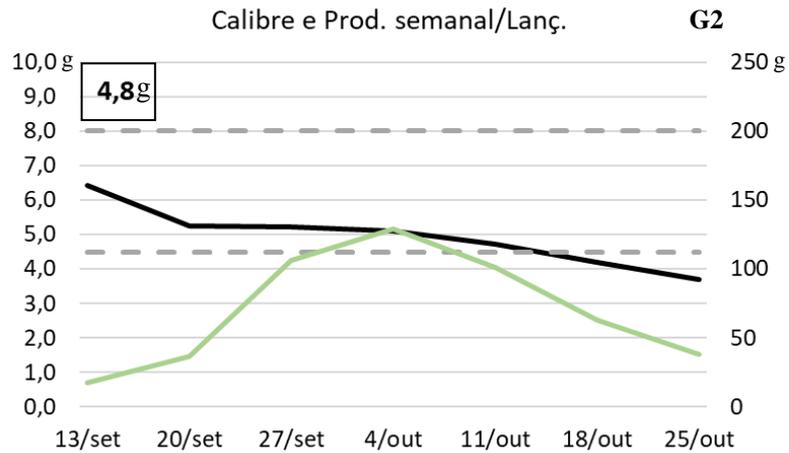


Figura 4.5 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G2

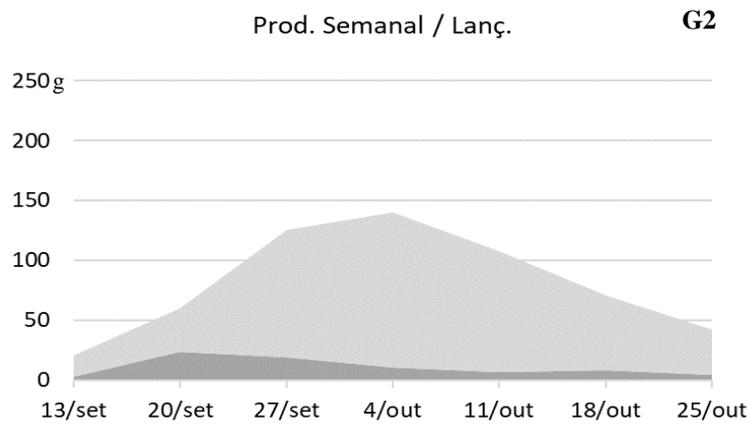


Figura 4.6 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G2

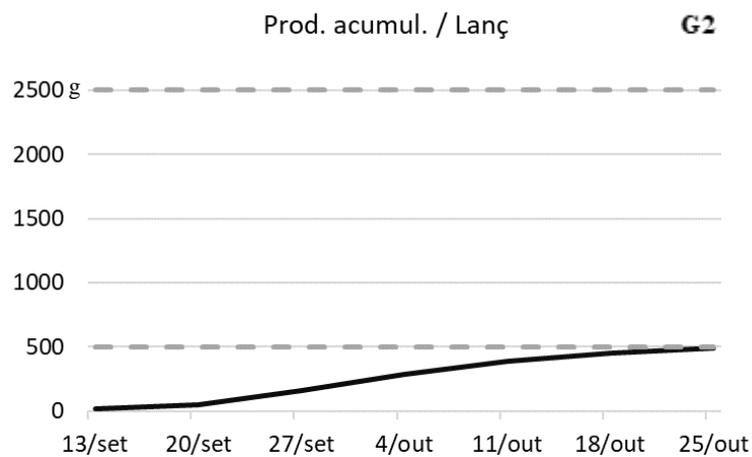


Figura 4.7 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G2

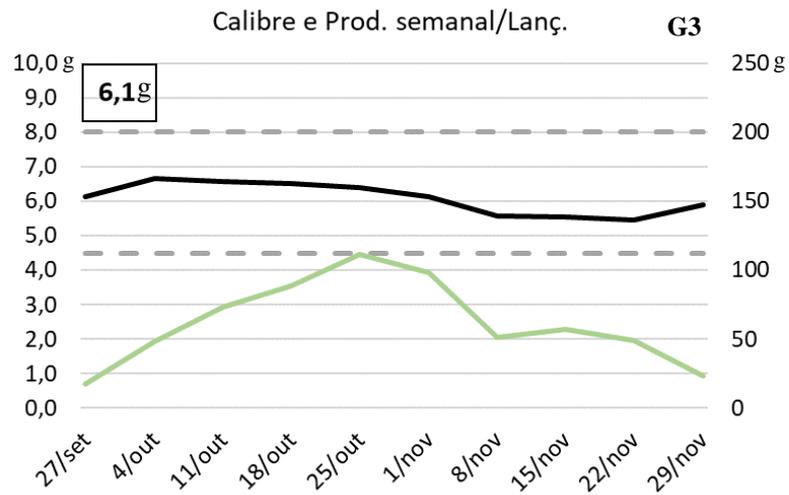


Figura 4.8 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G3

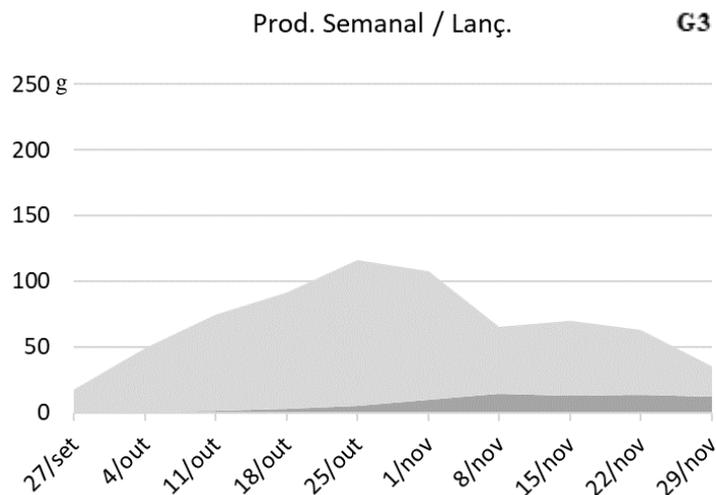


Figura 4.9 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G3

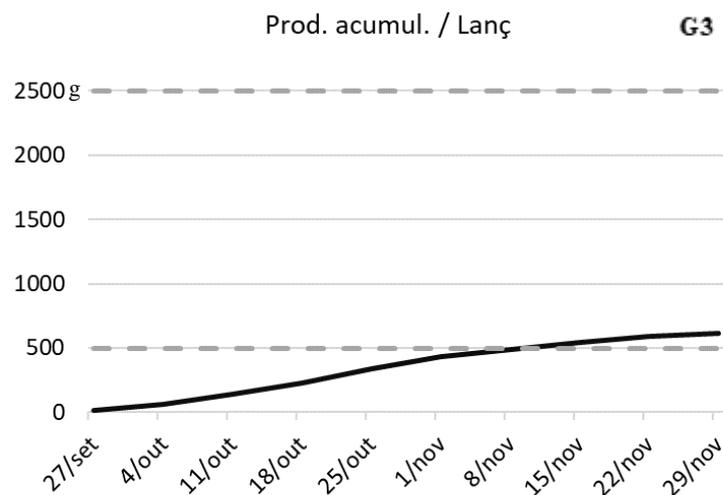


Figura 4.10 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G3

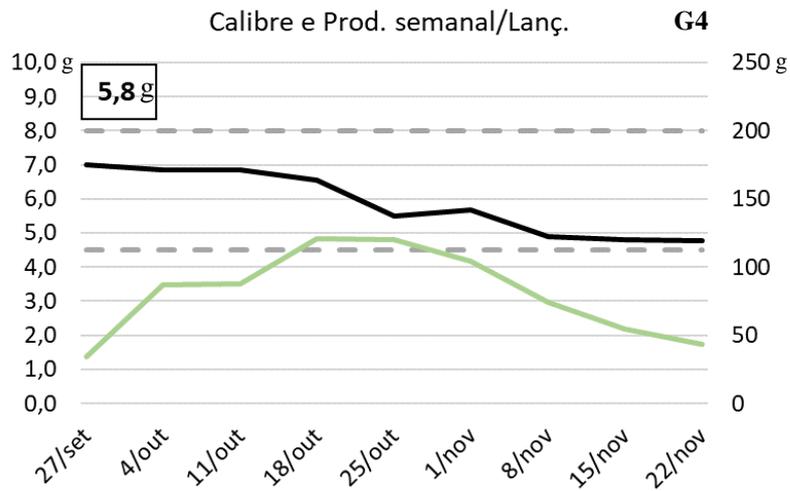


Figura 4.11 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G4

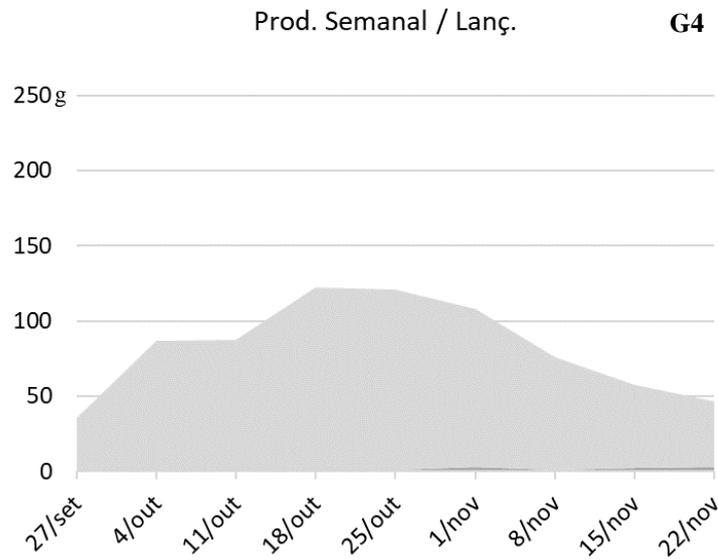


Figura 4.12 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G4

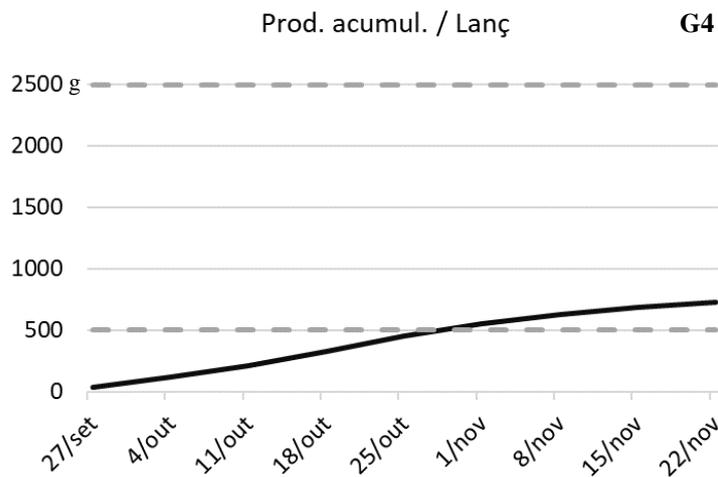


Figura 4.13 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G4

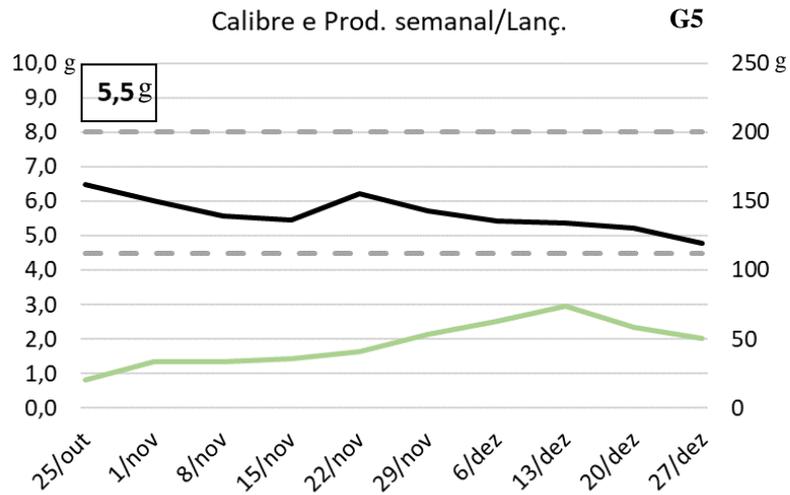


Figura 4.14 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio do G5

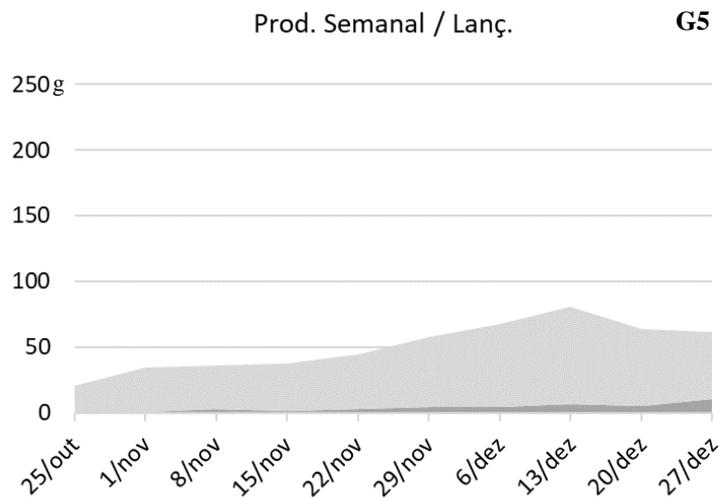


Figura 4.15 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo do G5

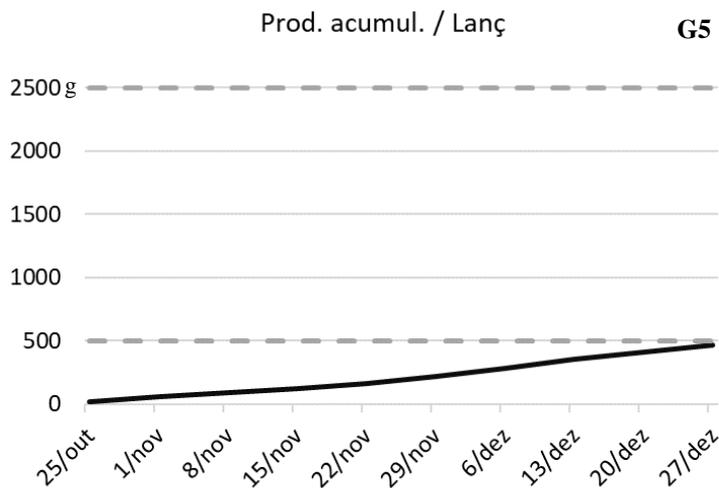


Figura 4.16 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo do G5

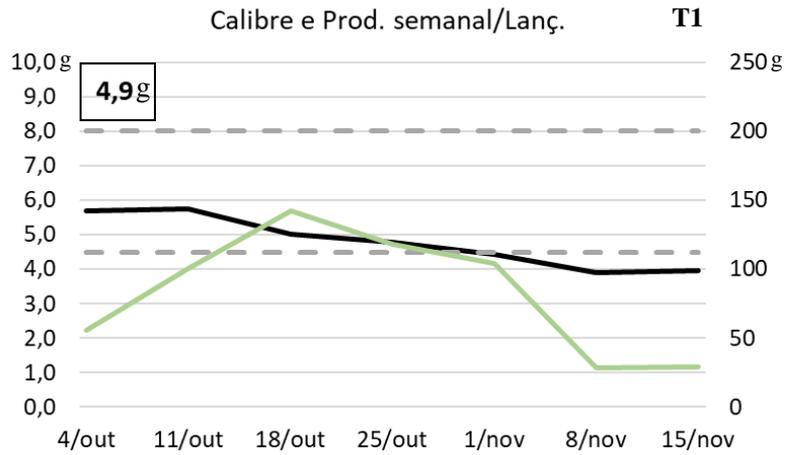


Figura 4.17 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T1

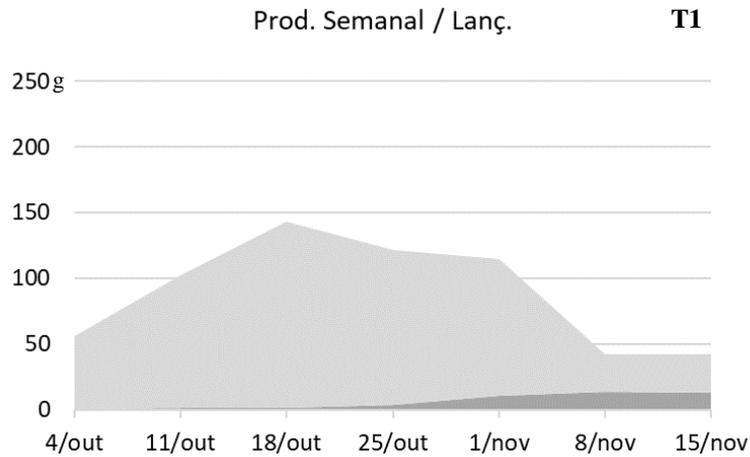


Figura 4.18 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refúgio por lançamento ao longo do tempo da T1

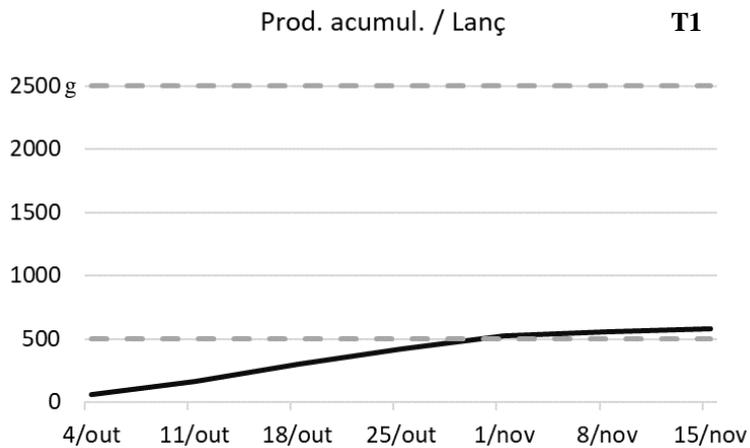


Figura 4.19 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T1

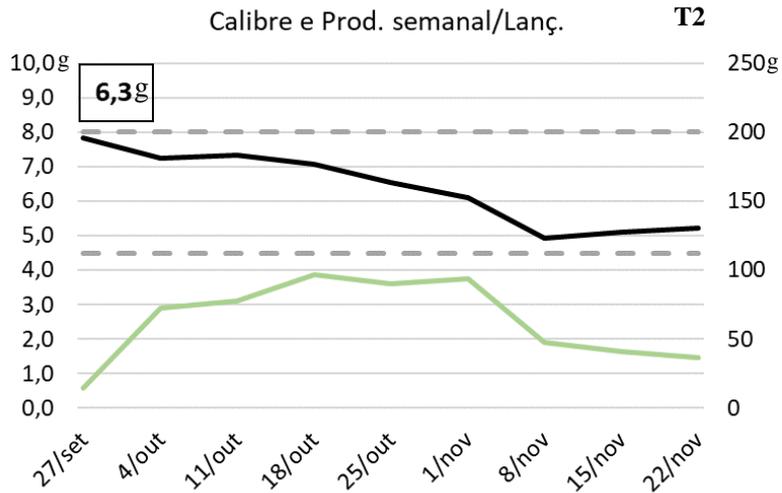


Figura 4.20 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T2

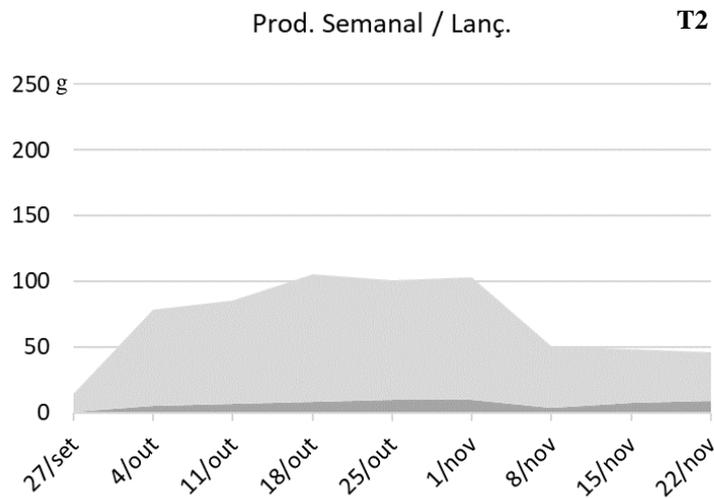


Figura 4.21 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugio por lançamento ao longo do tempo da T2

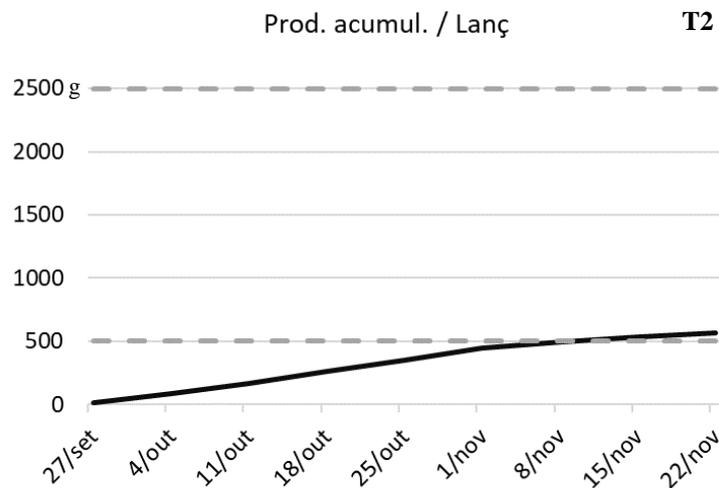


Figura 4.22 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T2

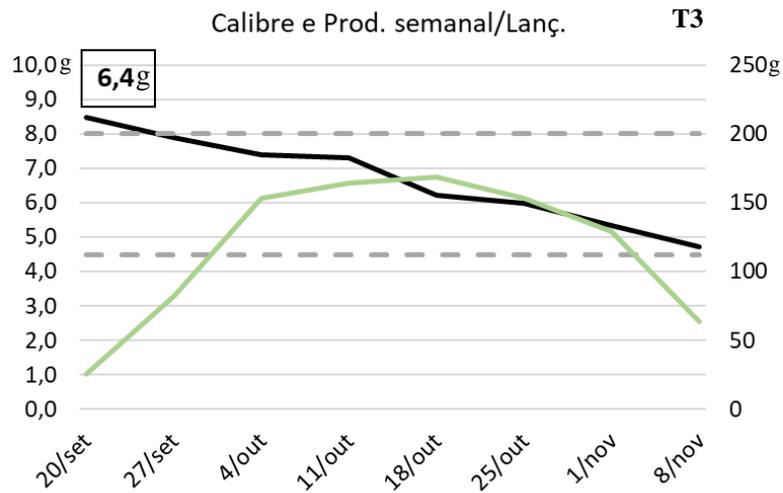


Figura 4.23 - Registo da evolução do calibre do fruto, da produção comercial semanal por lançamento ao longo do tempo e do calibre médio da T3

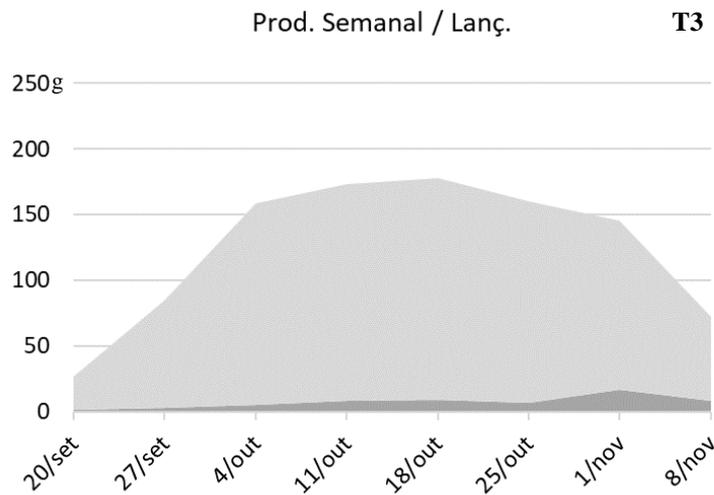


Figura 4.24 - Registo da evolução da produção comercial semanal e do refugo por lançamento ao longo do tempo da T3

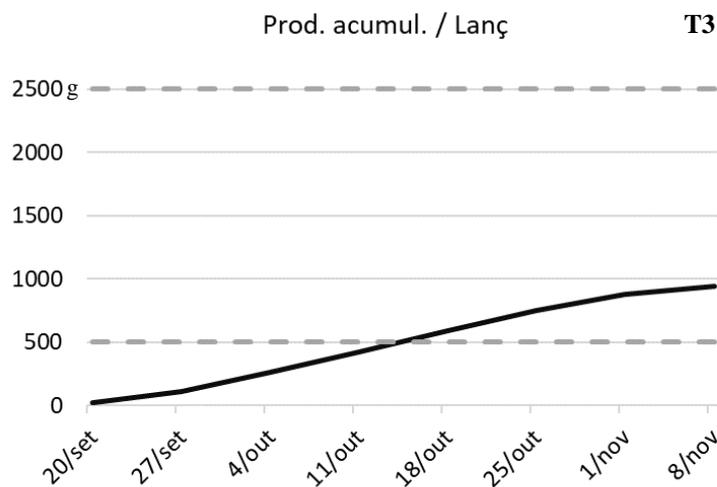


Figura 4.25 - Registo da produção comercial acumulada por lançamento ao longo do tempo da T3

Nas tabelas (4.3 a 4.10) seguintes é possível verificar a informação dos gráficos anteriores, onde consta a data de plantação, o calibre médio, bem como a sua diferença (peso final 95% menos o peso inicial 5%) e ainda os três principais motivos de refugo. Também os valores da duração, da produção por lançamento (em semanas), do calibre e do refugo acumulado para 5%, 50% e 95% da produção se encontram expressos nas diferentes tabelas.

Tabela 4.3 - Dados da produção comercial e não comercial do G1

G1	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	13/set	4/out	25/out			
Duração semnas		15	18	22			
Produção/Lanç.		21,6	334,1	668,3			
Calibre		6,4	5,9	3,9	5,5	-2,6	
Refugo acumulado		5%	5%	7%	PARTIDO, split, deform.		

Tabela 4.4 - Dados da produção comercial e não comercial do G2

G2	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	13/set	4/out	25/out			
Duração semnas		15	18	22			
Produção/Lanç.		17,7	245,8	491,6			
Calibre		6,4	5,1	3,7	4,8	-2,7	
Refugo acumulado		9%	16%	13%	SPLIT, partido, peq.		

Tabela 4.5 - Dados da produção comercial e não comercial do G3

G3	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	27/set	25/out	29/nov			
Duração semnas		17	21	27			
Produção/Lanç.		17,5	308,9	617,8			
Calibre		6,7	6,4	5,9	6,1	-0,8	
Refugo acumulado		3%	3%	10%	PARTIDO, pequeno, podre		

Tabela 4.6 - Dados da produção comercial e não comercial do G4

G4	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	27/set	18/out	22/nov			
Duração semnas		17	20	26			
Produção/Lanç.		34,5	363,9	727,9			
Calibre		7,0	6,5	4,8	5,8	-2,2	
Refugo acumulado		3%	1%	2%	PARTIDO, maturação, podre		

Tabela 4.7 - Dados da produção comercial e não comercial do G5

G5	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	25/out	29/nov	27/dez			
Duração semnas		21	26	31			
Produção/Lanç.		20,4	231,8	463,6			
Calibre		6,5	5,7	4,8	5,5	-1,7	
Refugo acumulado		2%	6%	8%	PARTIDO, pequeno, podre		

Tabela 4.8 - Dados da produção comercial e não comercial da T1

T1	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	4/out	18/out	15/nov			
Duração semnas		18	20	25			
Produção/Lanç.		4,4	291,1	582,2			
Calibre		5,9	5,0	4,0	4,9	-2,0	
Refugo acumulado		3%	1%	7%	PARTIDO, podre, crumble		

Tabela 4.9 - Dados da produção comercial e não comercial da T2

T2	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	27/set	18/out	22/nov			
Duração semnas		17	20	26			
Produção/Lanç.		14,2	285,2	570,4			
Calibre		7,8	7,1	5,2	6,3	-2,6	
Refugo acumulado		5%	8%	10%	PARTIDO, split, crumble		

Tabela 4.10 - Dados da produção comercial e não comercial da T3

T3	CURVA DE PRODUÇÃO					Médio	Diferença
	Plantação	5%	50%	95%			
Data	31/mai	20/set	18/out	8/nov			
Duração semnas		16	20	24			
Produção/Lanç.		25,6	470,0	940,1			
Calibre		8,5	7,3	4,7	6,4	-3,8	
Refugo acumulado		5%	4%	6%	PARTIDO, podre, ponta verde		

É então possível verificar que para uma produção de 95% a duração variou entre 22 e 31 semanas sendo o genótipo G1 e G2 os que apresentam um período mais curto (22 semanas) e o G5 mais longo (31 semanas). As testemunhas encontram-se entre estes valores uma vez que variam entre 24 e 26 semanas. Relativamente à produção por lançamento para 95% os valores variam entre 463,6 g (G5) e 940,1 g (T3). Se se retirar as testemunhas o maior valor corresponde a 727,9 g (G4). É ainda possível afirmar que apenas dois genótipos (G2 e G5) têm valores de produção abaixo das três testemunhas.

Em relação ao calibre médio verificam-se valores entre 4,8 g (G2) e 6,4 g (T3), retirando as testemunhas, o maior valor é de 6,1 g (G3). Ou seja, existe uma diferença de 1,3 g entre o maior e menor calibre médio entre genótipos; e uma diferença de 1,6 g entre genótipos e testemunhas.

O genótipo G3 é o que apresenta uma menor diferença de calibre ao longo da produção, cerca de 0,8 g. Pelo contrário a testemunha T3 é a que apresenta uma maior diferença, 3,8 g. Descartando as testemunhas, o genótipo G2 é o que apresenta maior diferença, 2,7 g.

Para o parâmetro refugo acumulado, aos 95% de produção, o genótipo G4 é o que apresenta menor valor, apenas 2% sendo os motivos principais o fruto estar partido, sobre-maduro ou podre. Já o genótipo G2 é o que apresenta maior valor, 13% sendo os principais motivos frutos que apresentavam *split*, partidos ou pequenos.

Nos gráficos (4.26 a 4.29) apresentados a seguir é possível observar-se um resumo da informação exposta anteriormente.

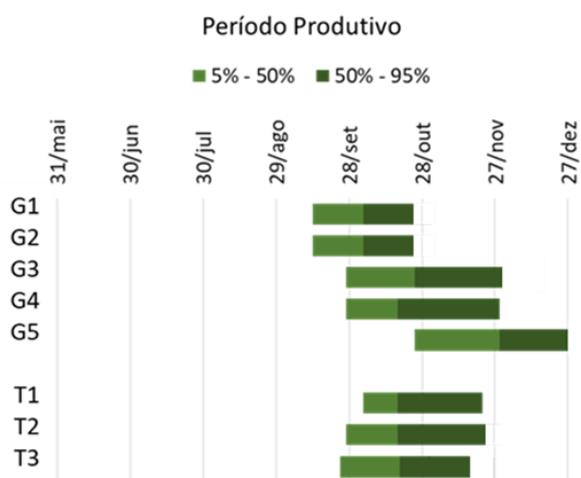


Figura 4.26 - Período produtivo, para dois intervalos diferentes, para os cinco genótipos e as três testemunhas

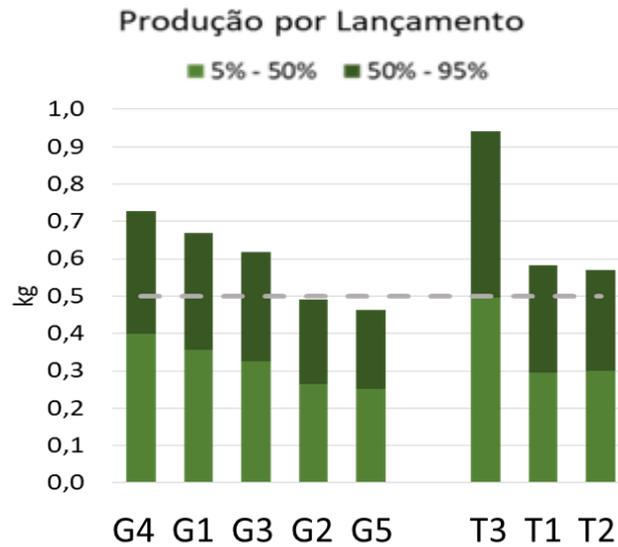


Figura 4.27 - Produção por lançamento, para dois intervalos diferentes, para os cinco genótipos e as três testemunhas

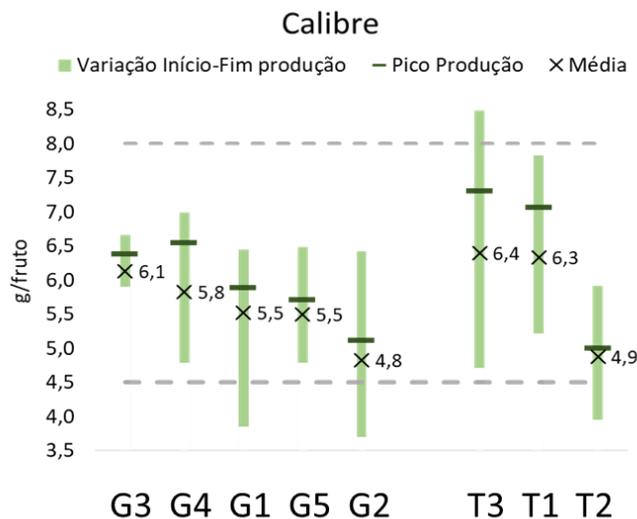


Figura 4.28 - Calibre médio do fruto, sua variação ao longo da produção e seu valor no pico da produção para os cinco genótipos e as três testemunhas

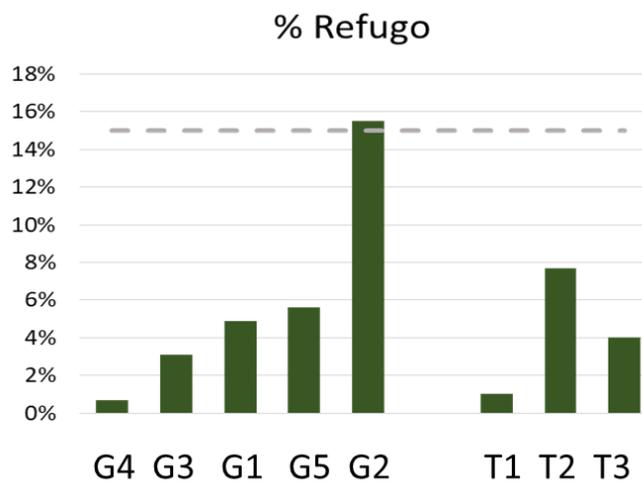


Figura 4.29 - Percentagem de refugo para 50% da produção para os cinco genótipos e as três testemunhas

PRODUÇÃO

Classificação	1	2	3	4	5	6	7	8
Calibre médio	T3 6,4	T2 6,3	G3 6,1	G4 5,8	G1 5,5	G5 5,5	T1 4,9	G2 4,8
Varição Calibre	G3 -0,8	G5 -1,7	T1 -2,0	G4 -2,2	G1 -2,6	T2 -2,6	G2 -2,7	T3 -3,8
Produção/Lanç.	T3 940,1	G4 727,9	G1 668,3	G3 617,8	T1 582,2	T2 570,4	G2 491,6	G5 463,6
Refugo acumulado	G4 2% PARTIDO, maturação, podre	T3 6% PARTIDO, podre, ponta verde	G1 7% PARTIDO, split, deformado	T1 7% PARTIDO, podre, crumble	G5 8% PARTIDO, pequeno, podre	T2 10% PARTIDO, split, crumble	G3 10% PARTIDO, pequeno, podre	G2 13% SPLIT, partido, pequeno

Quadro 4.1 - Ranking dos cinco genótipos e das três testemunhas em estudo para os diferentes parâmetros de produção

Tabela 4.11 - Classificação parcial e total dos cinco genótipos e das três testemunhas

	1	2	3	4	5	1	2	3
	G4	G3	G1	G5	G2	T3	T1	T2
Calibre médio	2	1	3	4	5	1	3	2
Varição Calibre	3	1	4	2	5	3	1	2
Produção/Lanç.	1	3	2	5	4	1	2	3
Refugo acumulado	1	4	2	3	5	1	2	3
	7	9	11	14	19	6	8	10

No quadro 4.1 e na tabela 4.11, relativamente aos dados da produção é possível afirmar que o genótipo G4 é o que apresenta melhor classificação, seguido do genótipo G3. Caso as testemunhas também se considerassem para esta classificação, então a testemunha T3 estaria em primeiro lugar. Para a classificação parcial, ou seja, para cada parâmetro específico, foi atribuído um número de um a cinco, sendo um a melhor e cinco a pior. Para a classificação total foram somados os diferentes números (ou pontos) sendo que o melhor classificado será aquele que apresente um número menor.

4.1.4. Arquitetura do lançamento

A arquitetura do lançamento tipo foi feita com base em todas as medições referidas no capítulo anterior “Materiais e Métodos”. Os dados recolhidos encontram-se resumidos nas figuras 4.30 a 4.37 e nas tabelas 4.12 a 4.19.

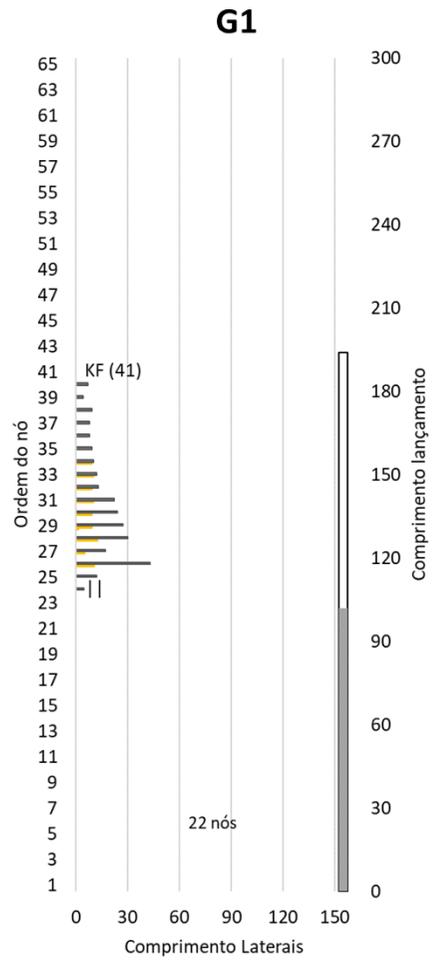


Figura 4.30 - Arquitetura do lançamento G1

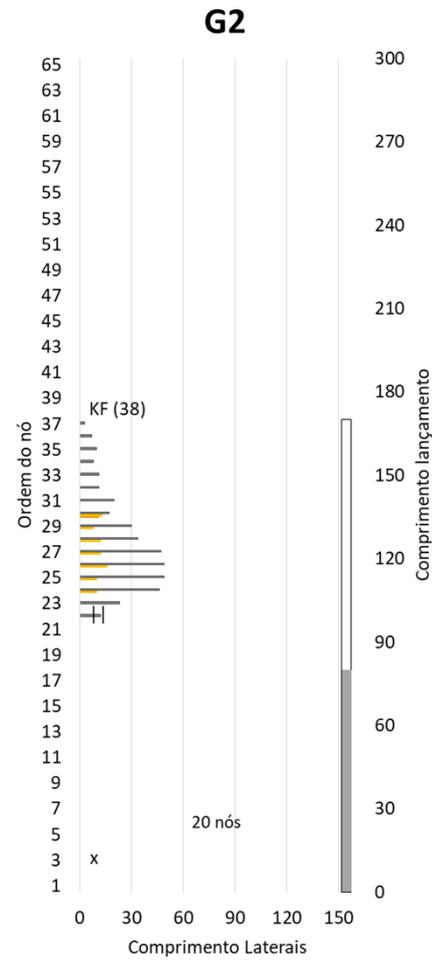


Figura 4.31 - Arquitetura do lançamento G2

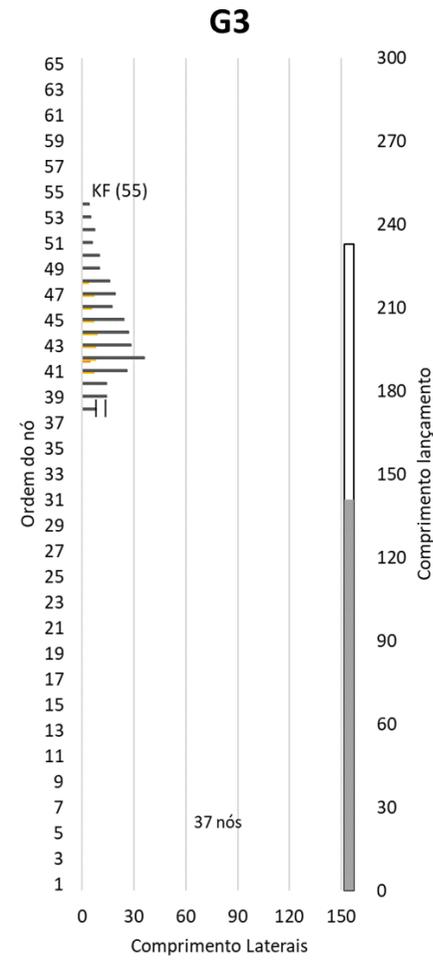


Figura 4.32 - Arquitetura do lançamento G3

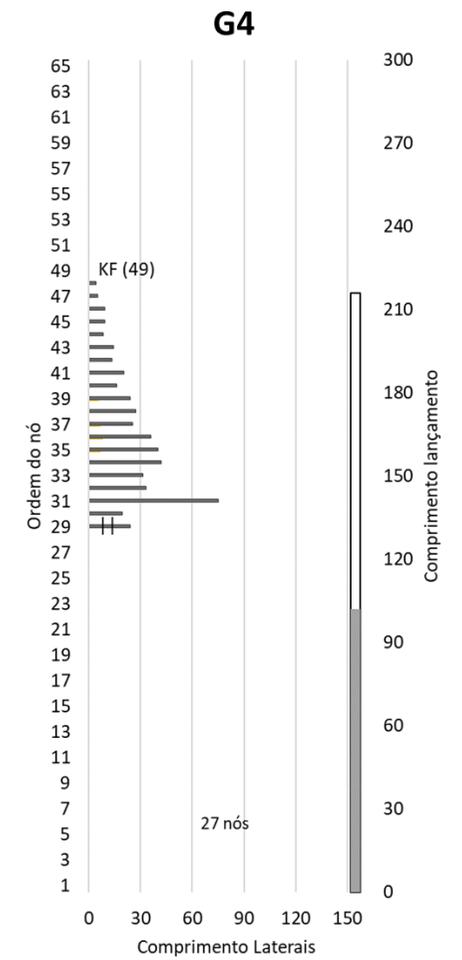


Figura 4.33 - Arquitetura do lançamento G4

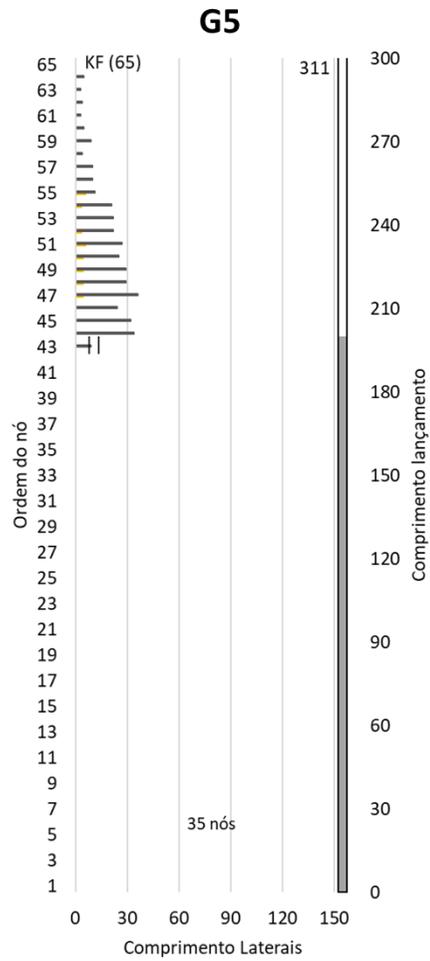


Figura 4.34 - Arquitetura do lançamento G5

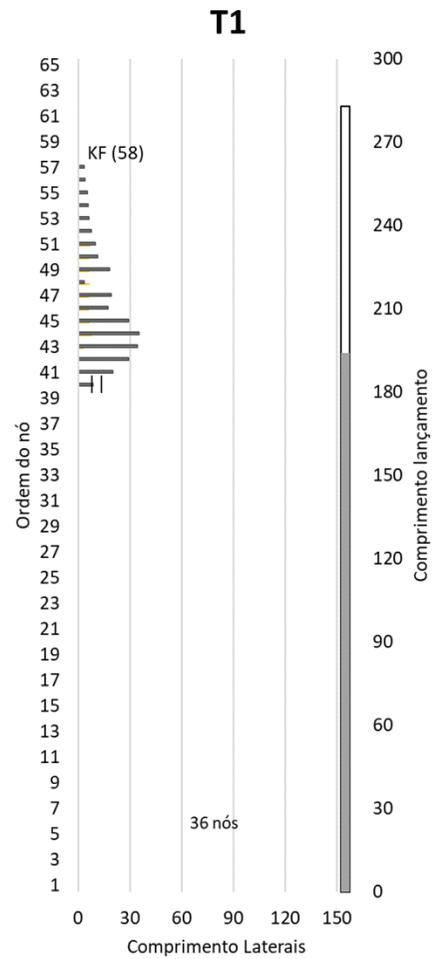


Figura 4.35 - Arquitetura do lançamento T1

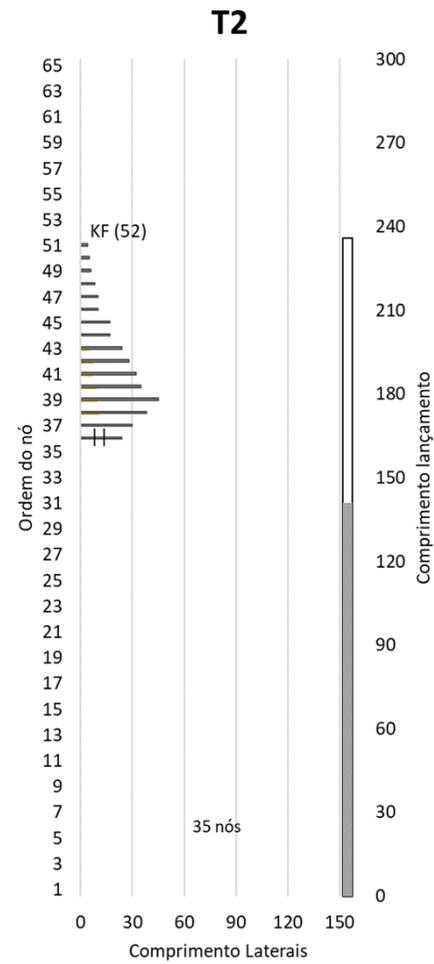


Figura 4.36 - Arquitetura do lançamento T2

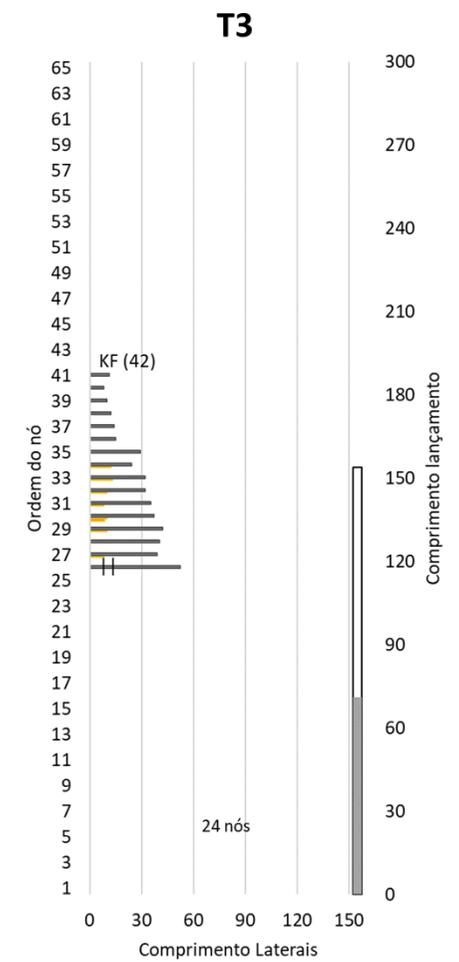


Figura 4.37 - Arquitetura do lançamento T3

Tabela 4.12 - Dados biométricos do lançamento G1

ARQUITETURA LANÇAMENTO G1				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		195	5	
Nº nós		41	1	
R	Comprimento R	94	48%	2
	Nº nós	18	0	
	Nº nós produtivos	18	0	
	Nº BFF	246	25	
	Nº colhidos	164	67%	15
NR	Comprimento NR	101	52%	5
	Nº nós NR	23	-1	1

Tabela 4.13 - Dados biométricos do lançamento G2

ARQUITETURA LANÇAMENTO G2				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		194	24	
Nº nós		35	5	
R	Comprimento R	103	53%	15
	Nº nós	17	1	
	Nº nós produtivos	17	1	
	Nº BFF	189	23	
	Nº colhidos	123	65%	12
NR	Comprimento NR	91	47%	23
	Nº nós NR	19	-2	5

Tabela 4.14 - Dados biométricos do lançamento G3

ARQUITETURA LANÇAMENTO G3				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		228	20	
Nº nós		56	1	
R	Comprimento R	93	41%	3
	Nº nós	19	1	
	Nº nós produtivos	19	1	
	Nº BFF	182	14	
	Nº colhidos	141	77%	20
NR	Comprimento NR	135	59%	18
	Nº nós NR	37	0	0

Tabela 4.15 - Dados biométricos do lançamento G4

ARQUITETURA LANÇAMENTO G4				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		210	5	
Nº nós		49	2	
R	Comprimento R	119	57%	28
	Nº nós	21	1	
	Nº nós produtivos	21	1	
	Nº BFF	198	33	
	Nº colhidos	142	71%	13
NR	Comprimento NR	91	43%	30
	Nº nós NR	28	-1	1

Tabela 4.16 - Dados biométricos do lançamento G5

ARQUITETURA LANÇAMENTO G5				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		291	26	
Nº nós		63	4	
R	Comprimento R	103	35%	7
	Nº nós	23	1	
	Nº nós produtivos	23	1	
	Nº BFF	154	17	
	Nº colhidos	113	73%	7
NR	Comprimento NR	188	65%	21
	Nº nós NR	40	-7	4

Tabela 4.17 - Dados biométricos do lançamento T1

ARQUITETURA LANÇAMENTO T1				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		296	12	
Nº nós		60	2	
R	Comprimento R	87	30%	14
	Nº nós	19	2	
	Nº nós produtivos	19	2	
	Nº BFF	204	29	
	Nº colhidos	146	71%	22
NR	Comprimento NR	208	70%	21
	Nº nós NR	40	-2	1

Tabela 4.18 - Dados biométricos do lançamento T2

ARQUITETURA LANÇAMENTO T2				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		248	15	
Nº nós		53	3	
R	Comprimento R	90	36%	5
	Nº nós	17	1	
	Nº nós produtivos	17	1	
	Nº BFF	164	40	
	Nº colhidos	137	84%	21
NR	Comprimento NR	158	64%	19
	Nº nós NR	36	-1	2

Tabela 4.19 - Dados biométricos do lançamento T3

ARQUITETURA LANÇAMENTO T3				
		Média	DP	
Comprimento Lançamento		178	21	
Nº nós		42	1	
R	Comprimento R	99	56%	21
	Nº nós	18	4	
	Nº nós produtivos	18	4	
	Nº BFF	342	115	
	Nº colhidos	197	58%	68
NR	Comprimento NR	78	44%	19
	Nº nós NR	24	-1	3

Nas figuras 4.30 a 4.37, referentes à arquitetura de um lançamento tipo para cada genótipo ou testemunha a sigla “KF” significa *King Fruit*, sendo este o primeiro fruto a ser colhido e o número que o acompanha entre parênteses significa o número da ordem do nó. Esta ordem começa na base do lançamento sendo o primeiro gomo/gema o número um e o último aquele onde se localiza o *King Fruit*.

Cada barra horizontal a cinzento representa um lateral, à esquerda, nas ordenadas, é possível ver qual a sua ordem e em baixo, nas abcissas, o seu comprimento. Alguns gráficos apresentam barras semelhantes, mas de cor amarela, estas representam os laterais secundários ou terciários. As duas pequenas barras verticais perpendiculares à última barra horizontal representam o último nó que remontou/abrolhou.

No extremo direito dos gráficos encontra-se uma barra vertical dividida em duas cores. A parte cinzenta representa a zona não remontante e a parte branca a parte remontante e que, portanto, produziu. Em abcissas à direita encontra-se a escala que permite verificar o comprimento total do lançamento e de cada uma das partes (remontante e não remontante).

Por fim, é ainda possível observar a referência “nós”, na qual está apresentado o número total de gomos abrolhados, incluindo os secundários e os terciários.

Nas tabelas 4.12 a 4.19, encontram-se os dados biométricos referentes à arquitetura do lançamento. Está presente para cada genótipo e para cada testemunha o comprimento médio do lançamento com o seu DP (desvio padrão), bem como o número de nós.

Relativamente à parte remontante (R) está presente o seu comprimento o que equivale a percentagem X estando o restante associado à parte não remontante (NR). O número de nós e o número de nós produtivos assume-se como sendo o mesmo, pois todos os nós presentes abrolharam e produziram.

Por fim, observa-se também o número de BFF (botões, flores e frutos) que a planta gerou e o número de frutos colhidos com a sua percentagem equivalente, sendo que a restante (botões, flores e frutos não colhidos) não está apresentada nas tabelas.

Na tabela 4.20, está a classificação final com base nos diferentes parâmetros considerados. Sendo que o genótipo G5 é aquele que obtém melhor classificação seguido do G3 se não se considerar as testemunhas.

Tabela 4.20 - Ranking dos cinco genótipos e das três testemunhas em estudo para os diferentes parâmetros de biometria do lançamento

		ARQUITETURA DO LANÇAMENTO															
		1 – Melhor classificação						8 – Pior classificação									
		1 G5		2 T1		3 G3		4 T3		5 G4		6 G1		7 G2		8 T4	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	Comprimento Lançamento R	291	26	296	12	228	20	248	15	210	5	195	5	194	24	178	21
	Nº nós	63	4	60	2	56	1	53	3	49	2	41	1	35	5	42	1
R	Comprimento R	103	7	87	14	93	3	90	5	119	28	94	2	103	15	99	21
	Nº nós	23	1	19	2	19	1	17	1	21	1	18	0	17	1	18	4
	Nº nós produtivos	23	1	19	2	19	1	17	1	21	1	18	0	17	1	18	4
	Nº BFF	154	17	204	29	182	14	164	40	198	33	246	25	189	23	342	115
	Nº colhidos	113	7	146	22	141	20	137	21	142	13	164	15	123	12	197	68
NR	Comprimento Lançamento NR	188	21	208	21	135	18	158	19	91	30	101	5	91	23	78	19
	Nº nós NR	40	4	40	1	37	0	36	2	28	1	23	1	19	5	24	3

4.2. Avaliação instrumental e sensorial da qualidade dos frutos

4.2.1. Caracterização

4.2.1.1. Cor da epiderme

Com o intuito de avaliar as alterações existentes entre genótipos e testemunhas no que diz respeito à cor da epiderme dos frutos, para a caracterização (0 dias), determinaram-se os valores de L^* a^* b^* e calcularam-se os parâmetros Chroma (C^*) e ângulo Hue (h°).

Através da observação da figura 4.38, é possível notar as diferenças que existem em relação à coordenada cromática L^* . De entre os diversos genótipos em estudo, o G3 é o que apresenta o valor de L^* mais elevado, apresentando-se como a framboesa mais clara e os genótipos G1, G4 e G5 os que dão origem a framboesas mais escuras, com valores significativamente inferiores aos apresentados pelas testemunhas.

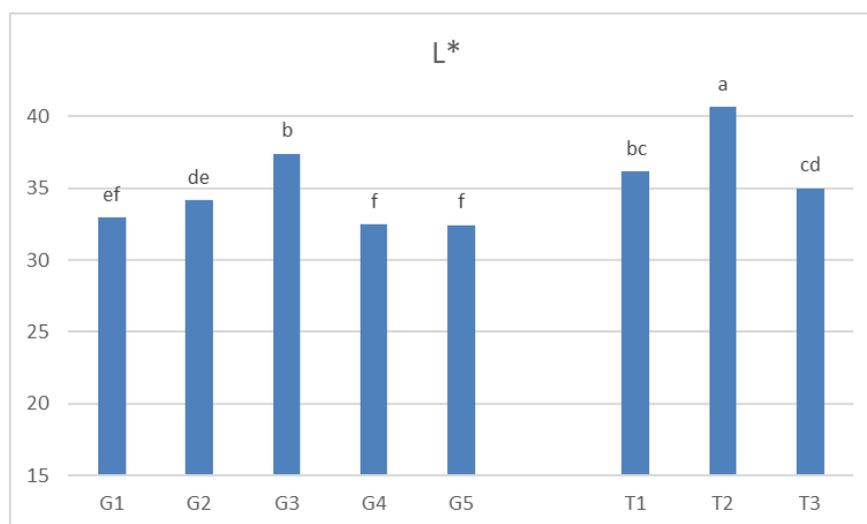


Figura 4.38 - Valores médios de L^* para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Na figura 4.39 encontram-se os valores da coordenada cromática a^* para os diversos genótipos/variedades. Aqui e uma vez mais, destaca-se o G3 face aos restantes genótipos, dado ser aquele que apresenta o maior valor de a^* , significativamente diferente dos outros genótipos e idêntico a T1, uma das testemunhas, traduzindo-se numa cor de framboesa mais próxima do vermelho.

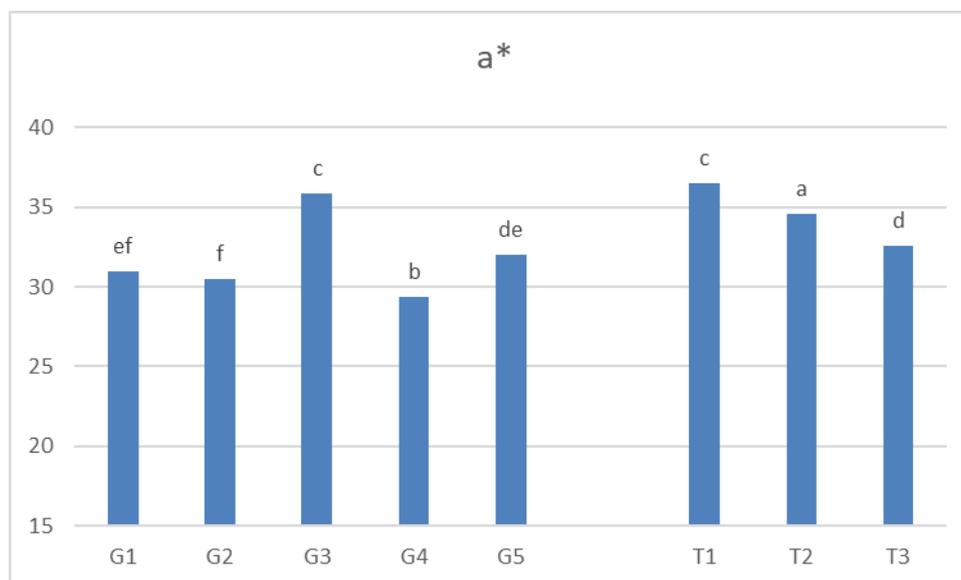


Figura 4.39 - Valores médios de a^* para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Os diferentes valores da coordenada cromática b^* para os oito genótipos/variedades estão representados na figura 4.40. Na mesma, realça-se o valor do genótipo G3, uma vez que apresenta o valor de b^* mais elevado e significativamente diferente de todos os outros, o que se traduz em termos práticos numa cor mais próxima do amarelo, contrastando com os restantes genótipos, que se aproximam mais da cor azul.

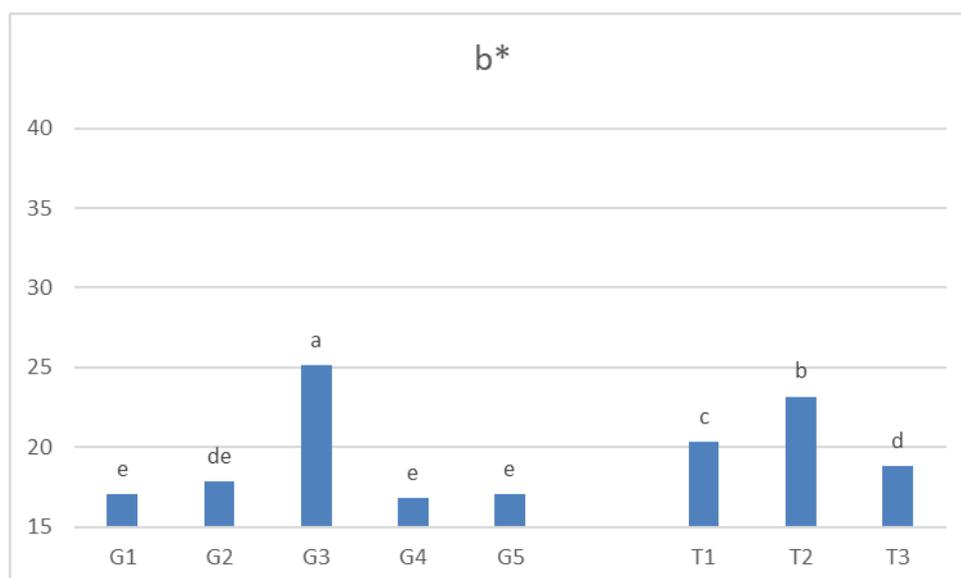


Figura 4.40 - Valores médios de b* para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

O parâmetro C* é obtido através dos valores de a* e b*, tal como demonstrado na equação 2.2., G3 continua a ser o genótipo com o valor mais elevado, de forma significativamente diferente, seguido das testemunhas T1 e T2 (figura 4.41). O G3 destaca-se como aquele que apresenta uma cor mais viva, ao contrário do G4 que apresenta a cor mais baça, embora não se distinga significativamente dos outros genótipos em estudo.

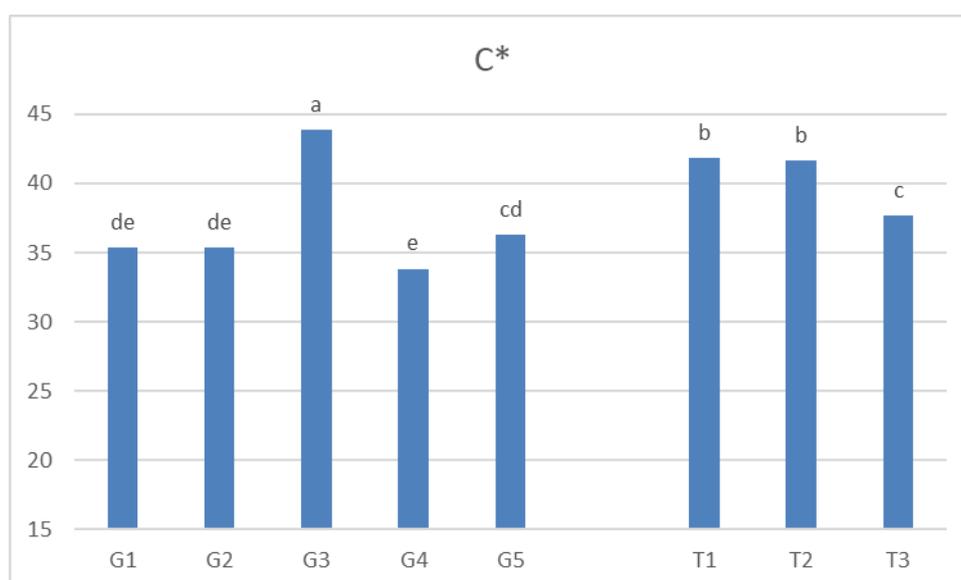


Figura 4.41 - Valores médios de C* para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Com base na figura 4.42, onde se observam as diferenças ao nível do parâmetro h° para os diferentes genótipos/variedades, é possível inferir, que à semelhança de C^* , o G3 continua a ter o valor mais elevado de entre os genótipos. Adicionalmente, sabe-se que o parâmetro h° é calculado com base nos valores de a^* e b^* , o que pode ser confirmado na equação 2.1.. Tendo em conta estes resultados de h° , nota-se que o G3 apresenta um valor de cor mais amarelado, ao contrário do G5, que como tem o valor mais baixo para este parâmetro, apresenta um valor que se traduz numa cor mais púrpura.

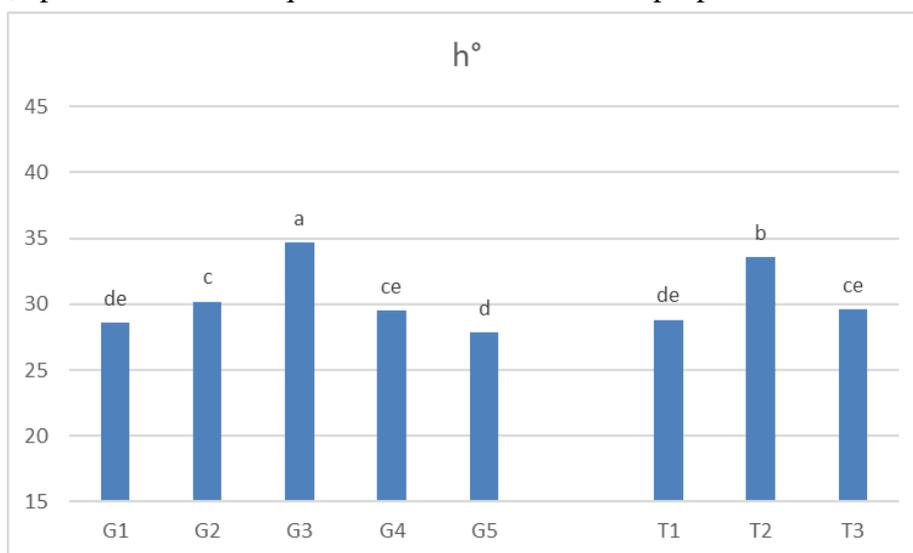


Figura 4.42 - Valores médios de h° para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Na figura 4.43 observam-se cinco exemplares de cada genótipo/testemunha bem como as respetivas cores médias representadas nos quadrados coloridos abaixo. De salientar que G3 e T2 se apresentam como as mais claras, tal como foi referido anteriormente pela análise dos valores de L^* .

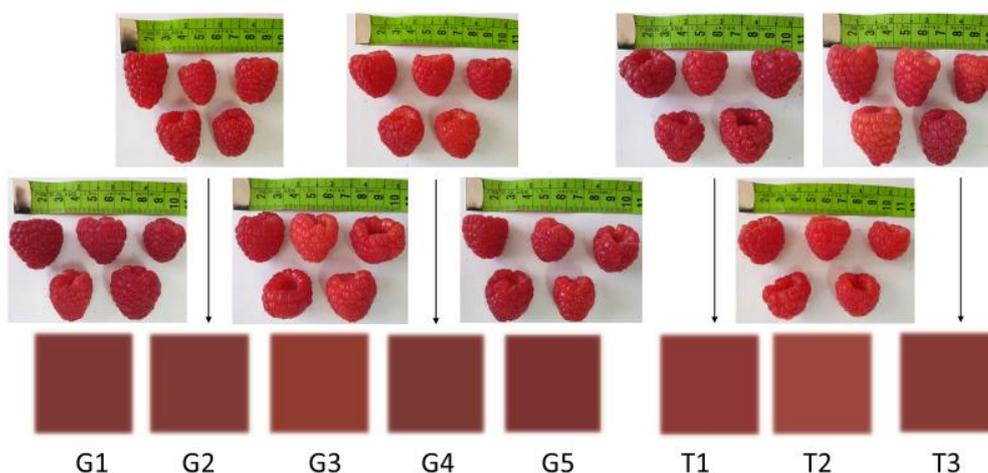


Figura 4.43 - Registo fotográfico e correspondente representação da cor média das framboesas dos cinco genótipos e três variedades

4.2.1.2. Textura

4.2.1.2.1. TPA

A avaliação da textura com recurso a TPA permite obter vários parâmetros, como a firmeza, a fraturabilidade, a coesividade, a elasticidade, a resiliência, a gomosidade e a masticabilidade. Neste estudo, optou-se pela escolha da firmeza, coesividade, elasticidade e gomosidade dado que são os parâmetros que melhor permitem compreender a textura dos frutos ao longo do tempo de conservação.

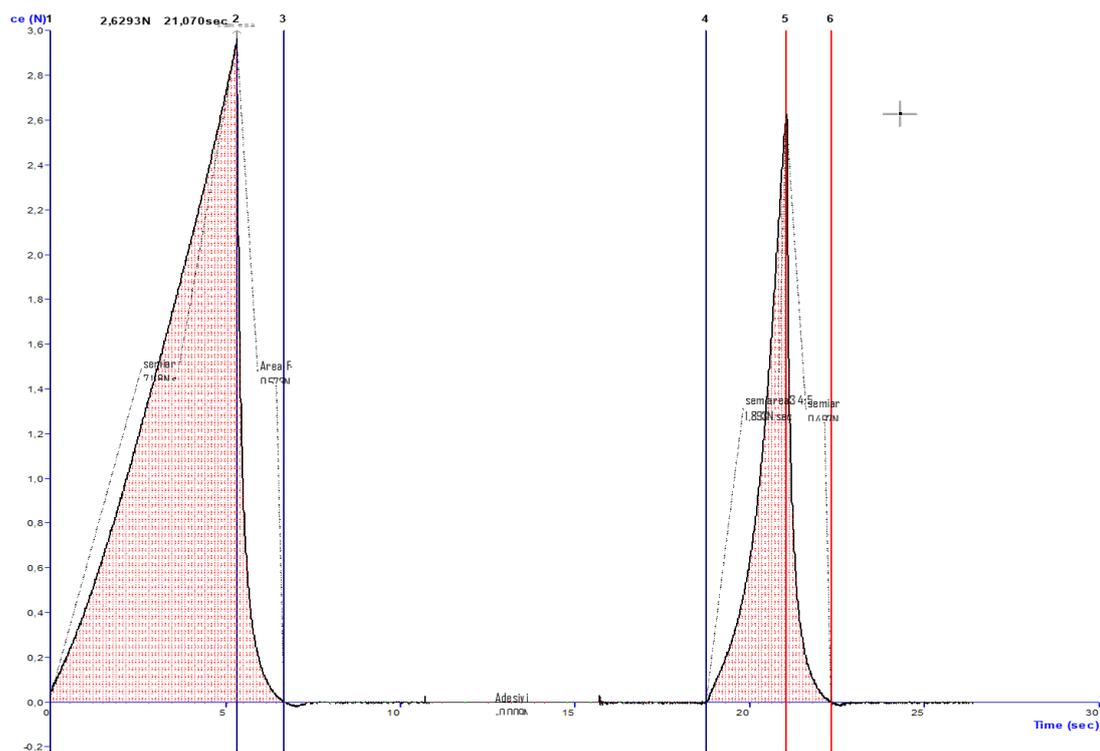


Figura 4.44 - Texturograma obtido, depois de usar a macro específica, do software, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 quando da realização de um teste de TPA.

A firmeza pode ser entendida como a força necessária para atingir uma determinada deformação, (Szczesniak *et al.*, 1973), início do primeiro ciclo de compressão, simulando a primeira dentada que se dá num alimento, sendo neste caso lida como a força máxima desta curva atingida no primeiro pico.

Na figura 4.45, apresentam-se os valores médios de firmeza e as diferenças significativas são representadas por letras distintas, para os oito genótipos/variedades.

Assim, pode notar-se que o G4 é aquele que apresenta o valor mais elevado, sendo por isso o que apresenta maior resistência estrutural à compressão da sonda, cerca de 2 N. Logo a seguir, destacam-se os genótipos, G3 e G5, que apresentam uma firmeza de cerca de 1,5 N, significativamente superior aos valores dos restantes genótipos. Valores elevados de firmeza são desejáveis tendo em conta que uma das dificuldades das framboesas é a

manipulação sem causar danos estruturais, bem como suportar o transporte sem danos físicos visíveis.

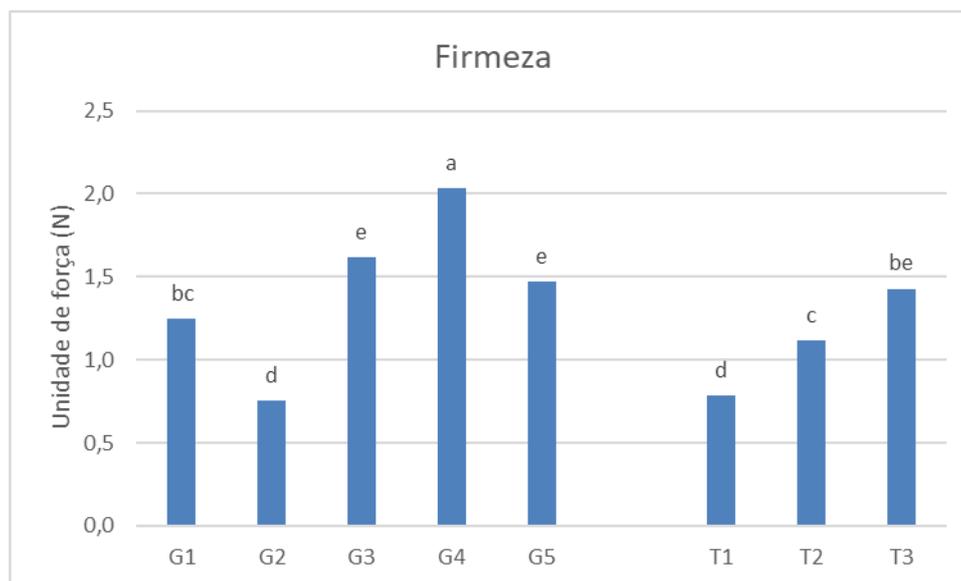


Figura 4.45 - Valores médios de firmeza, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Quanto à coesividade, é obtida pela razão das áreas de força positiva do segundo ciclo de compressão sob o primeiro ciclo de compressão e que se entende como a energia necessária para romper as ligações internas da amostra (Szczesniak *et al.*, 1973). Apresentam-se os seus valores para os oito genótipos/variedades em estudo, na figura 4.46, sendo possível perceber que as T1 e T2 são aquelas que apresentam maior valor e significativamente diferentes de todos os outros. Em seguida encontram-se os G1, G2 e G3 com valores muito próximos entre si, podendo estes ser considerados como bastante interessantes. Por outro lado, destaca-se negativamente o G4 pela disparidade no valor apresentado face aos restantes.

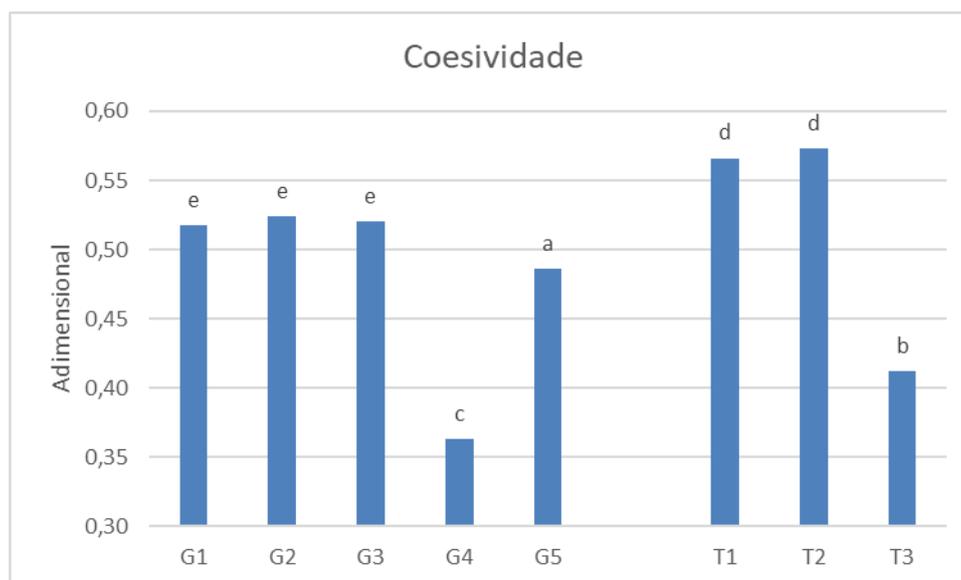


Figura 4.46 - Valores médios de coesividade, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

A elasticidade, que pode ser entendida, de acordo com Szczesniak *et al.* (1973), como a capacidade que o fruto tem de voltar à sua forma inicial depois de removida a força de compressão, ou seja, a capacidade que a amostra tem para recuperar a sua altura original durante o tempo que decorre entre o fim da primeira compressão e o início da segunda e corresponde à diferença entre o comprimento do primeiro ciclo e o comprimento do segundo ciclo (Bourne, 2002). Através da figura 4.47, é possível observar-se os valores da média da elasticidade, bem como as diferenças significativas através das distintas letras. É possível afirmar que G2, T1 e T2 são aqueles que apresentam maiores valores, sendo o G2 o valor mais elevado e, portanto, o mais elástico que recupera mais rapidamente após uma compressão o que será uma vantagem prática. Relativamente ao G1, G3 e G5, estes demonstram ter um comportamento idêntico entre eles. Por último, o G4 e a T3, apresentam os menores valores, e são considerados como os que têm menor capacidade de voltar à forma inicial depois de removida a força de compressão, o que parece ser uma desvantagem em termos de resistência a compressões inerentes às manipulações e transporte.

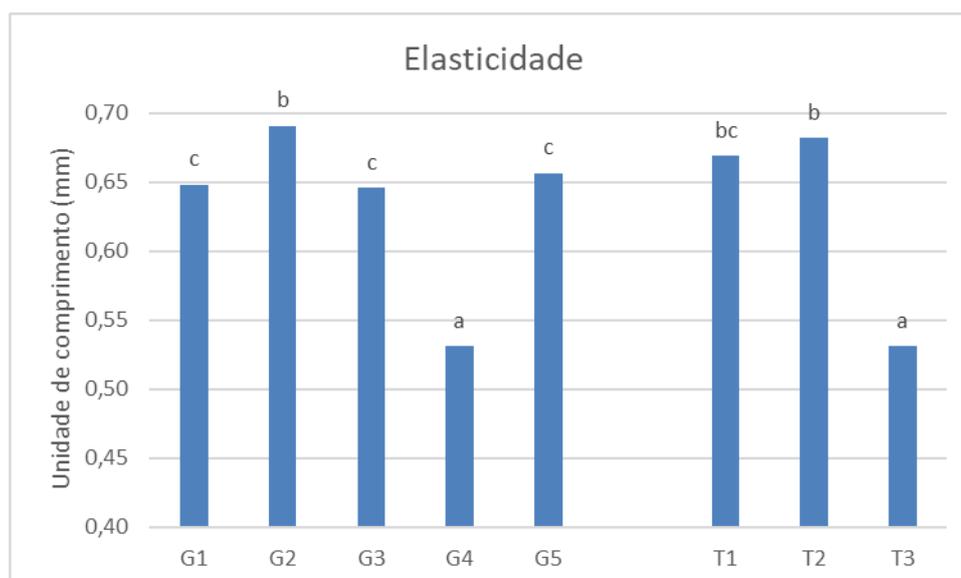


Figura 4.47 - Valores médios de elasticidade, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Relativamente ao último parâmetro da textura estudado, a gomosidade, segundo Szczesniak *et al.* (1973), pode ser definida como a força necessária para desintegrar um alimento semi-sólido até um estado pronto para deglutição: um produto de baixo grau de dureza e alto grau de coesão e obtém-se pelo produto da firmeza pela coesividade. O genótipo que apresenta o valor mais elevado de gomosidade é o G3, sendo que o G4 e G5 apresentam também valores elevados (figura 4.48). Quanto aos genótipos/variedades que apresentaram menor valor, e por isso, se revelaram com menor gomosidade, destacam-se o G2 e a T1. Pretende-se com a introdução deste parâmetro uma medida instrumental mensurável dum atributo sensorial de difícil medição, descrita numerosas vezes pelos especialistas como a consistência adequada para a framboesa ser deglutida, o que se aproxima da definição de gomosidade em termos sensoriais.

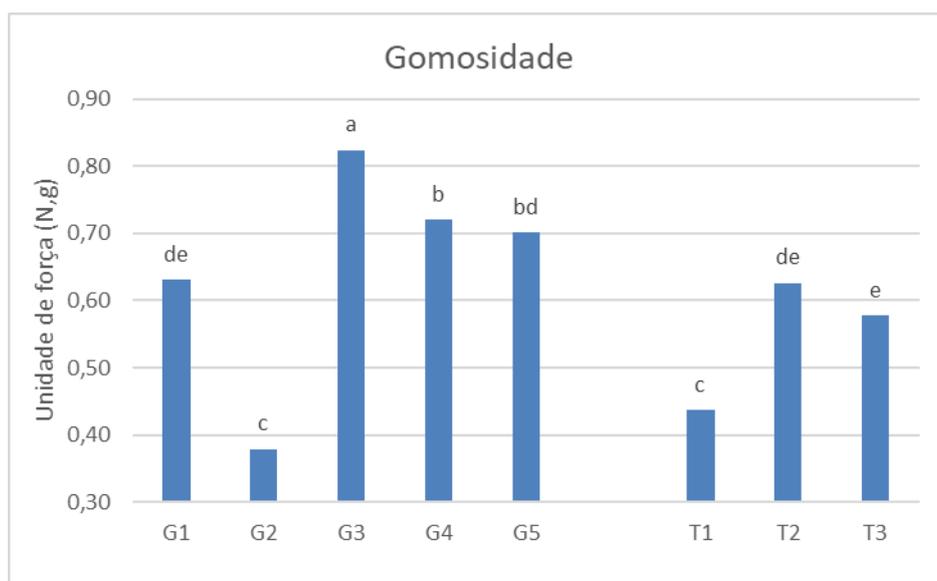


Figura 4.48 - Valores médios de gomosidade, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.1.2.2. Punção

O teste de punção foi apenas realizado em framboesas em fresco.

Na figura 4.49 está representada a curva força-deformação tipo que é obtida durante o teste de punção, e também os resultados depois de se usar a *macro*, realizada para o efeito, no software, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0.

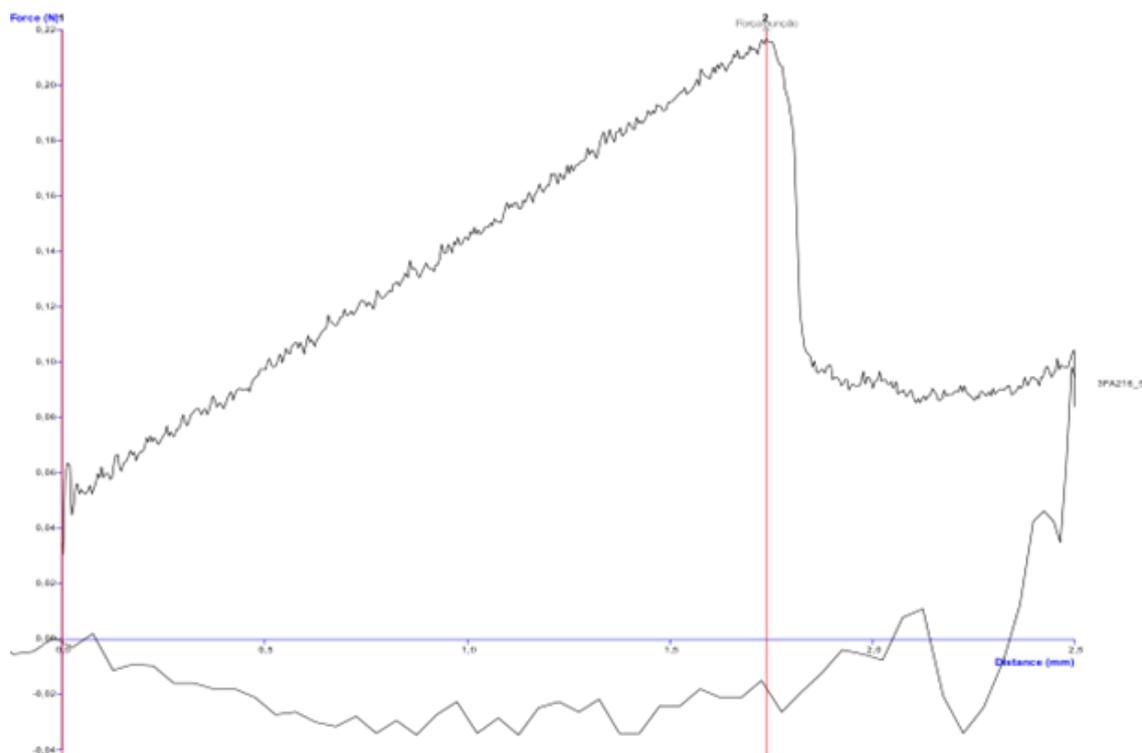


Figura 4.49 - Texturograma obtido, depois de usar a *macro* específica do software, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 quando da realização de um teste de punção

Através das curvas obtidas de deformação é possível retirar valores de diversos parâmetros de textura, sendo de selecionar aqueles que parecem ser úteis para caracterizar o material em estudo. Neste caso a punção com sonda de áreas desprezível pretende avaliar as características da epiderme, já que o seu comportamento é na opinião dos especialistas determinante para a resistência das framboesas. Assim, dado o carácter pioneiro deste estudo estudaram-se diversos parâmetros: Força Máxima (FMax, em N) que acaba por se traduzir na rutura do epicarpo, no limite elástico, entendido como a firmeza da drupéola (figura 4.50), a deformação (D, em mm) (figura 4.51) é considerada quando se atinge a força máxima de penetração da drupéola, o gradiente (Grad, em N/mm) (figura 4.52) entendido como o declive da curva FMax/D, valor aproximado ao módulo de elasticidade de Young e procedeu-se ainda ao cálculo da área sob a curva força deformação, entendida como o trabalho necessário para romper o epicarpo da drupéola (W, em N*mm) (figura 4.53) (Agulheiro-Santos *et al.*, 2021).

É possível verificar que o G5 apresenta o valor mais elevado de firmeza do epicarpo da drupéola, cerca de 0,135 N (figura 4.50). Seguidamente, com valores próximos entre si, apresentam-se o G3, a T1 e T2. Aqueles que apresentam menor valor de firmeza foram os G2, G4 e T3, com valores entre 0,06 e 0,08 N, traduzindo-se em drupéolas menos firmes.

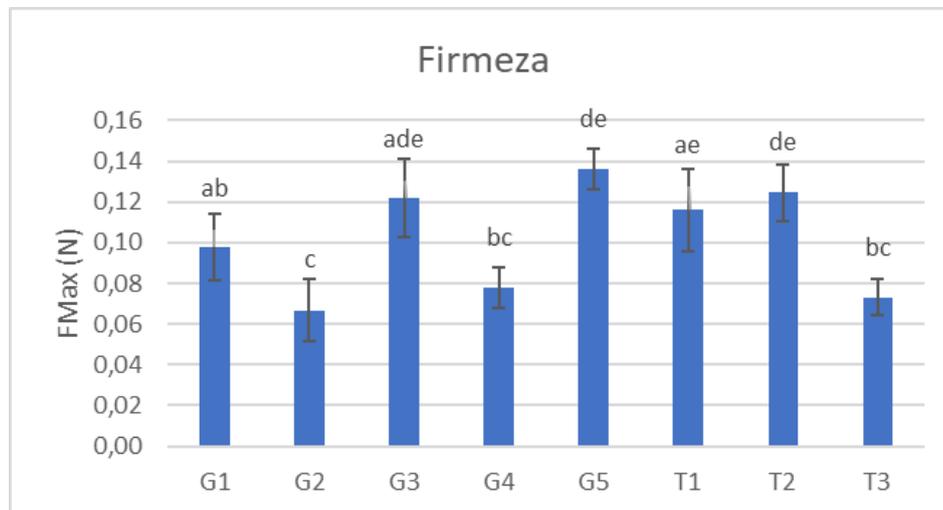


Figura 4.50 - Valores médios de firmeza, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Quanto à deformação (figura 4.51) o genótipo que apresenta o maior valor de forma destacada em relação aos demais, é o G2, o que significa que é aquele que pode suportar a maior deformação, cerca de 1,60 mm, contrastando com o G1, que apresenta o menor valor deste parâmetro de entre os restantes genótipos/testemunhas, sendo, por isso, aquele que menos deformação pode suportar, cerca de 0,60 mm até á rutura.

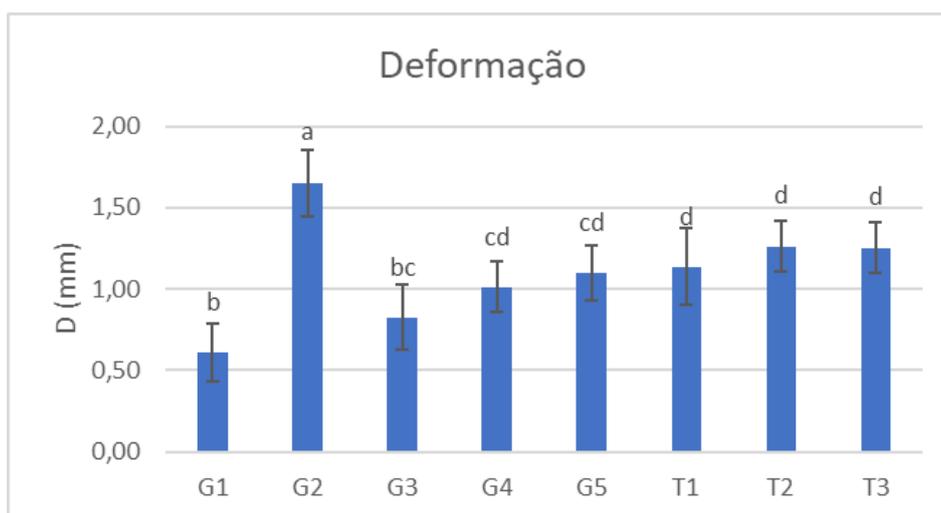


Figura 4.51 - Valores médios de deformação, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Os valores do parâmetro gradiente, obtidos através da divisão dos valores de firmeza pelos valores de deformação, que dando uma indicação do declive da curva está relacionado com a turgidez dos frutos. Assim e através da observação da figura 4.52, nota-se que o G1 é aquele que apresenta o maior valor de gradiente, aproximadamente 0,20 N/mm, seguido do G3. Já o genótipo que apresenta o valor mais baixo de gradiente, com uma diferença significativa e muito acentuada face ao G1, é o G2, com um valor aproximado de 0,04 N/mm. Pode-se inferir que os frutos com valores de gradiente muito baixos, neste caso o G2, serão muito pouco turgidos. Todos os outros genótipos e variedades apresentavam um nível de turgescência mais acentuada e aceitável.

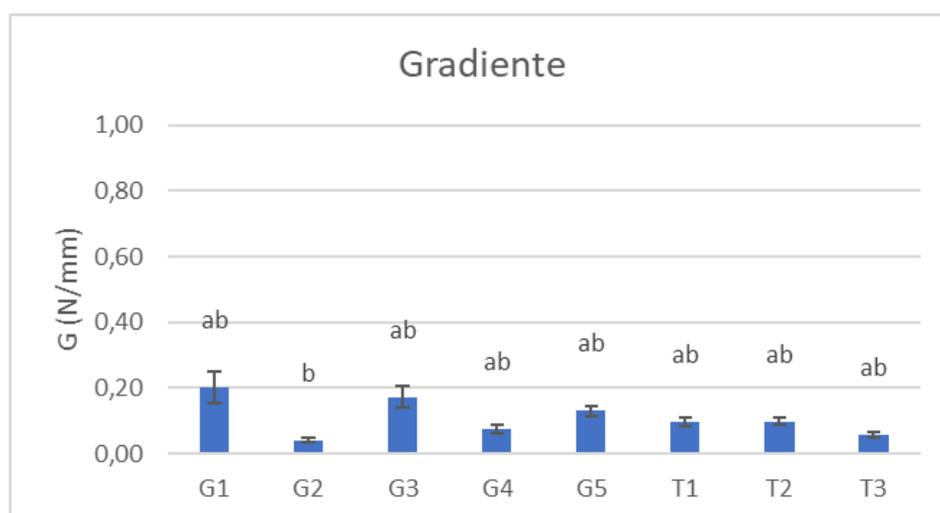


Figura 4.52 - Valores médios do gradiente, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Finalmente, na figura 4.53 estão presentes os valores de trabalho (W) dos oito

genótipos/variedades estudadas, destacando-se, de forma positiva, o G5 e, quando considerando as testemunhas, a T1 e T2 por apresentarem os valores mais elevados de trabalho e, deste modo, serem aqueles que oferecem mais resistência da epiderme, com valores entre 0,08 e 0,10 N*mm. Por outro lado, o G1, G4 e T3 apresentam os valores menores de trabalho, mais concretamente entre 0,04 e 0,06 N*mm, o que se considera como depreciativo.

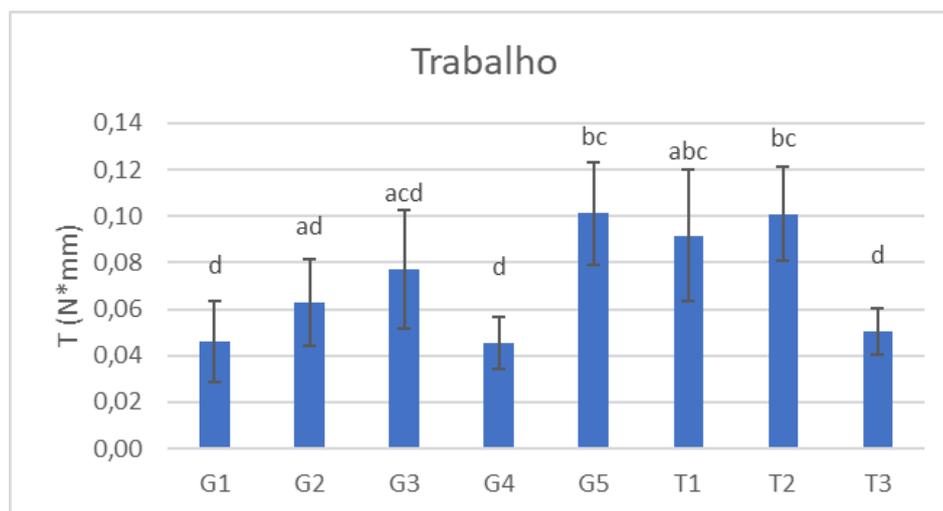


Figura 4.53 - Valores médios de trabalho, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Em suma, é então possível afirmar que o G5 apresenta o valor mais elevado de firmeza (figura 4.50), o que se traduz numa maior resistência da epiderme de cada drupéola e por consequência uma maior resistência às manipulações entre o momento da colheita e a entrega ao consumidor final. Adicionalmente, e focando a atenção apenas nos genótipos, é também possível afirmar que o genótipo G3 apresenta valores não muito diferente do G5, pelo que se conclui serem os melhores no que toca ao parâmetro firmeza. Quando comparando com os resultados apresentados por Agulheiro-Santos *et al.* (2021), no qual se apresentam valores para firmeza (FMax) entre 0,1216 N e 0,1718 N para os quatro genótipos referidos nesse estudo, é possível afirmar que os oito genótipos/variedades do presente estudo apresentam valores de firmeza que na generalidade são inferiores. Isto significa que de modo geral os quatro genótipos, do estudo de Agulheiro-Santos *et al.* (2021), se apresentam com uma resistência maior do epicarpo das drupéolas, facto a ter em conta visto serem genótipos incluídos no mesmo trabalho de melhoramento de framboesas.

Relativamente ao gradiente, e mantendo o estudo de Agulheiro-Santos *et al.* (2021) como termo de comparação, constata-se que os valores da presente dissertação, se encontram ligeiramente fora do intervalo de valores do estudo mencionado anteriormente, que se fixa

entre 0,1253 N/mm e 0,1419 N/mm, apresentando G2 e G4 valores abaixo do limite inferior referido no estudo publicado e G1 e G3 acima do limite superior.

Os valores de deformação, publicados por Agulheiro-Santos *et al.* (2021) entre 1,3365 mm e 0,9515 mm são bastante próximos aos encontrados nesta dissertação, sendo G2 que apresenta um valor superior ao valor máximo do referido na publicação e o G1 e G3 que têm valores inferiores ao valor mínimo do intervalo do mesmo. Apesar de todas estas pequenas diferenças referidas, a ordem de grandeza dos valores de firmeza, deformação, e gradiente é bastante consentânea nos dois estudos, o que dá alguma consistência aos resultados deste teste de punção para avaliação da textura das drupéolas.

4.2.1.3. Sólidos solúveis totais (SST)

O G4 e o G5, são os que apresentaram valores mais elevados para o parâmetro SST, ambos acima de 11,5 °Brix (figura 4.54). Com o valor mais baixo, considerando as testemunhas, está a T1, um pouco inferior a 8 °Brix e o G1 apresenta, a rondar os 8,5 °Brix.

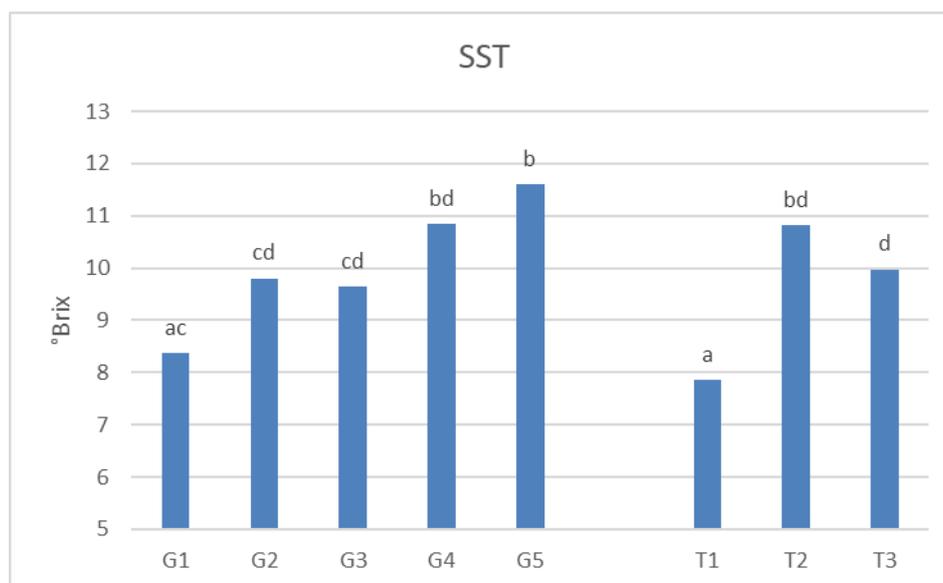


Figura 4.54 - Valores médios de sólidos solúveis totais, dos oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.1.4. Acidez titulável e pH

Foram usadas amostras compósitas para a avaliação da acidez titulável e pH, pelo que o número de amostras avaliadas foi mais reduzido e não se considerou a comparação de medias como um procedimento adequado. A diferença entre o pH e a acidez titulável é que o pH mede a concentração de protões livres numa solução enquanto que a acidez titulável é uma medida da soma de protões livres e ácidos não-dissociados numa solução. Na figura 4.55 é possível verificar que o valor mais elevado de acidez titulável é de aproximadamente

3 g de ácido cítrico/100 g de amostra, alcançado pela T3. O G3 e a T2 apresentam o segundo valor mais alto, de cerca de 2,5 g de ácido cítrico/100 g de amostra. Apresentando o valor mais baixo de acidez titulável está o G5, com um valor ligeiramente superior a 1,5 g de ácido cítrico/100 g de amostra.

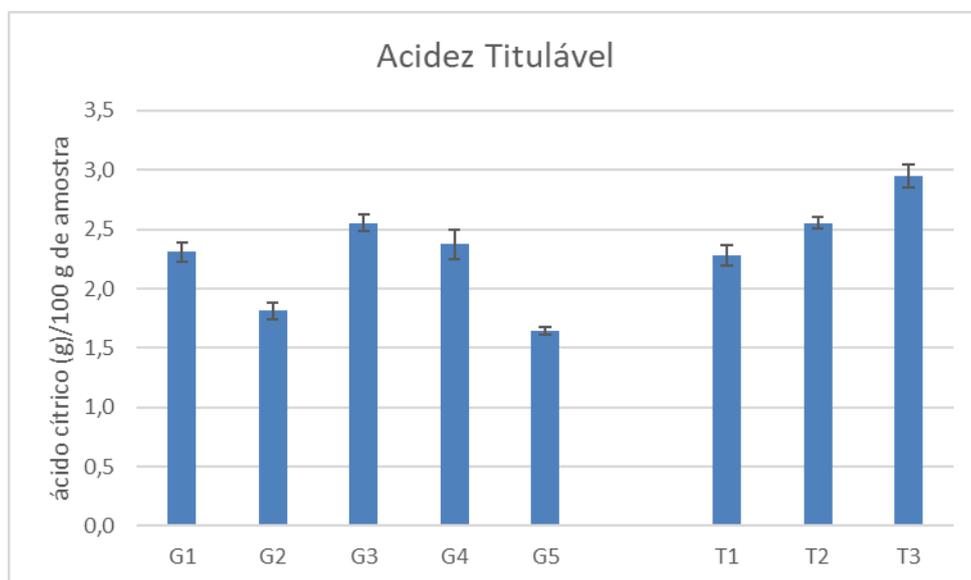


Figura 4.55 - Valores médios de acidez titulável, dos oito genótipos/variedades

Os valores de pH variam, sensivelmente, entre 3 e 3,30 (figura 4.56). Em termos práticos, estas diferenças apresentam pouca expressão uma vez que a sensibilidade gustativa não consegue fazer tais distinções. Ainda assim, é importante referir que o G1 e G2 apresentam os valores de pH mais elevados, sendo que por essa razão, dão origem a frutos menos ácidos quando comparados com os restantes. Por outro lado, a T1 e T3 registam os valores mais baixos de pH. Os G3 e G4 mostram ter os valores mais baixos de pH, o que se traduz, como anteriormente referido, numa maior acidez do fruto.

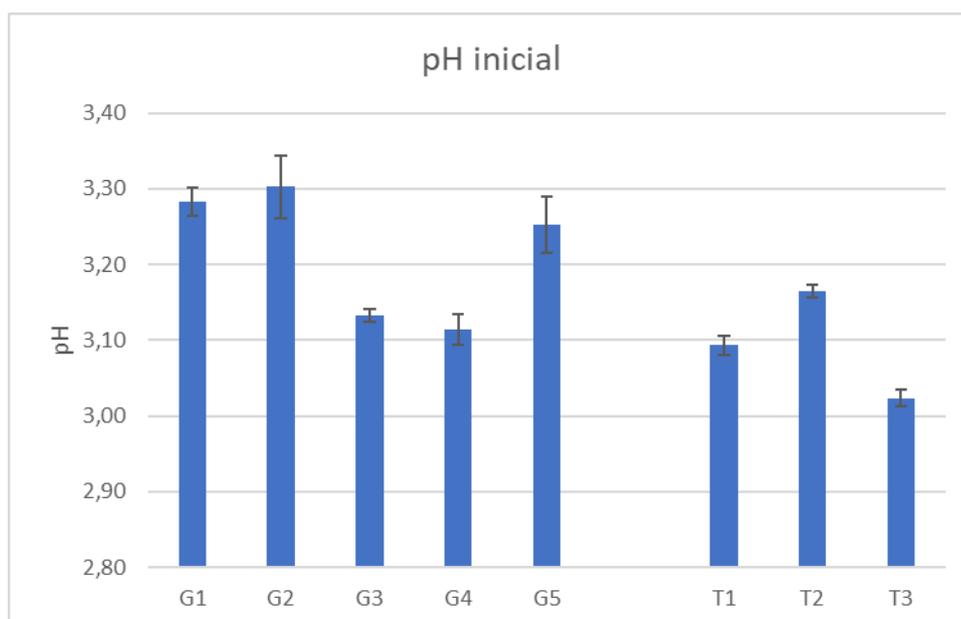


Figura 4.56 - Valores médios de pH inicial, dos oito genótipos/variedades

4.2.1.5. Índice de maturação

O índice de maturação relaciona os parâmetros SST e acidez titulável, e sabe-se que é um indicador fiável da avaliação de qualidade organolética feita por consumidores, sobretudo se em comparação com a análise individual dos SST e da acidez titulável.

Na figura 4.57 é possível observar os valores do índice de maturação, de onde se destaca o G5 por apresentar o valor mais elevado, em contraste com os genótipos G1 e G3 que apresentam os menores valores, mas ainda assim com valores superiores a T2 e T3. Saliente-se que os genótipos em estudo apresentam valores superiores a duas das testemunhas que são variedades atualmente comercializadas com sucesso.

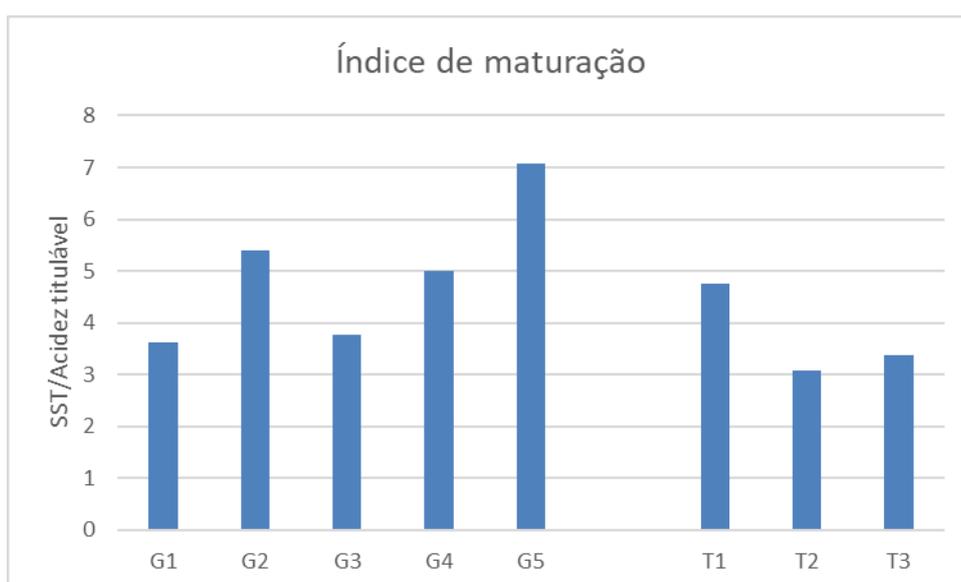


Figura 4.57 - Valores médios de SST/acidez titulável, dos oito genótipos/variedades

4.2.1.6. Compostos fenólicos totais

É importante salientar a grande dispersão de valores de ácido gálico que foram encontrados, bem como valores bastante diferentes entre as replicas laboratoriais que são aqui todas elas consideradas (figura 4.58). Pode-se notar que o G5 é o que apresenta o valor mais elevado de ácido gálico, seguido de G4. Destaca-se também a T2 por apresentar o menor valor e muito baixo, seguido do G2 com um valor um pouco superior. Weber e Hai Liu (2002) ao analisar quatro genótipos de framboesa indicaram que a quantidade média de compostos fenólicos totais era de 437,6 mg/100g de peso fresco. No entanto, nesta dissertação, as amostras de framboesa foram liofilizadas e foi efetuada uma solução de etanol, facto que não permite estabelecer uma relação direta com o referido estudo.

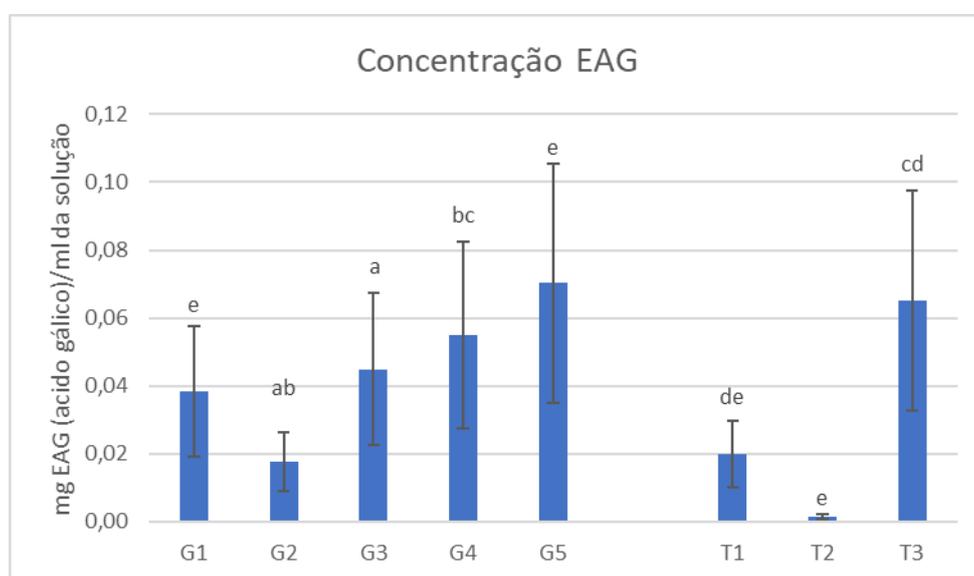


Figura 4.58 - Valores médios de equivalentes de ácido gálico, para os oito genótipos/variedades (Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.1.7. Capacidade antioxidante total (método DPPH)

Bowen-Forbes *et al.* (2010), num estudo realizado com framboesas, demonstraram que as suas amostras tinham valores superiores a 50% de inibição. A figura 4.59, que apresenta a variação dos valores da capacidade antioxidante para o total dos genótipos/variedades em estudo, permite verificar que no presente estudo os valores nunca são superiores a 40 %.

A testemunha T2 destaca-se por apresentar o valor mais elevado para a capacidade antioxidante, ao contrário, do que se tinha observado nesta testemunha quanto ao seu valor de equivalentes de ácido gálico (figura 4.58). O G2 apresenta o valor mais elevado, entre os genótipos em estudo, sendo de referir que também apresentava baixo valor de capacidade antioxidante, seguido dum grupo que não se distingue entre si, G3, G4 e G5. Destaca-se de

forma negativa, o G1 dado ser o genótipo que apresenta o menor valor para este parâmetro.

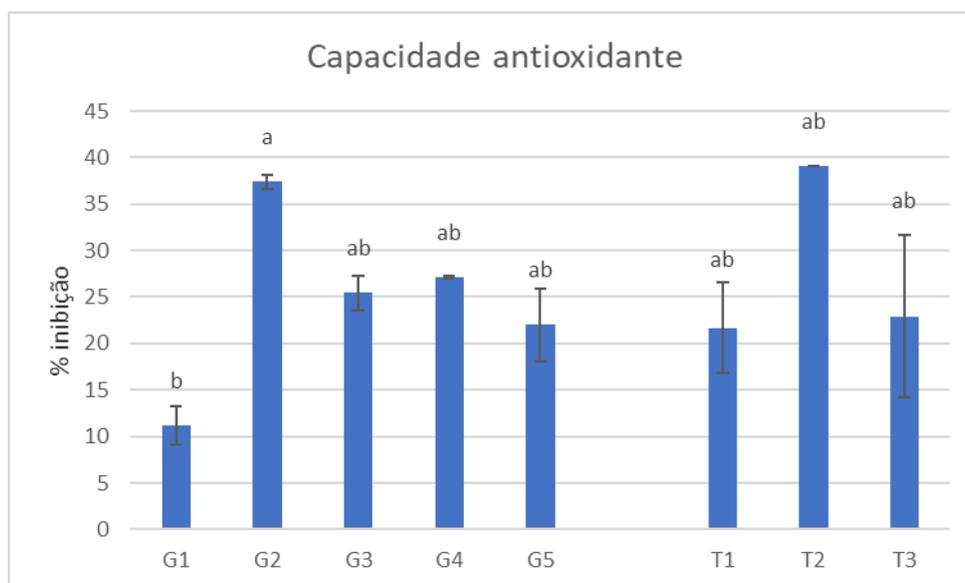


Figura 4.59 - Valores médios da capacidade antioxidante, para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.1.8. Identificação de fungos

Não foram recorrentes as infecções causadas por fungos. Aliás, apenas se registaram três em frutos com um período de conservação de 15 dias.

De forma a avaliar os fungos saprófitas presentes nos frutos (figura 4.60), foi efetuado um estudo *in vitro*, tendo sido, possível concluir que se tratava de *Botrytis* spp. (figura 4.61).



Figura 4.60 - Presença de fungos saprófitas sobre a epiderme da framboesa

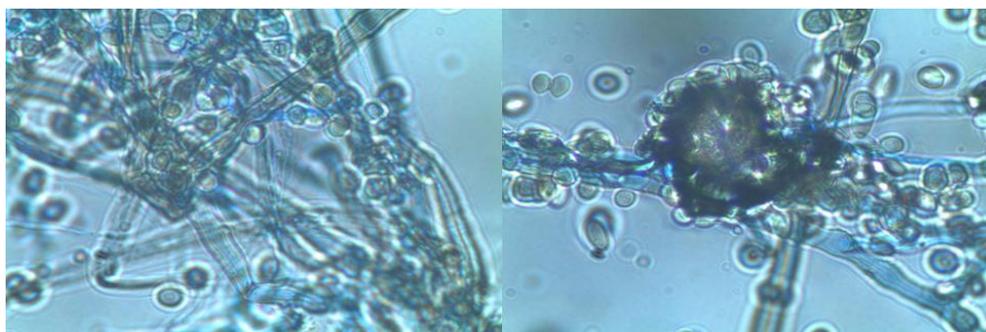


Figura 4.61 - Fotografias realizadas com microscópio Olympus, com uma ampliação de 400X das estruturas de reprodução de *Botrytis* spp. (Conidióforos e conídios)

4.2.1.9. Avaliação sensorial

Os consumidores adquirem os frutos pela primeira vez por impulso e com base na sua aparência. No entanto, os aspetos intrínsecos de qualidade, como o sabor e a textura são os que fidelizam os consumidores (Beliaeu, 2011). Assim, a avaliação sensorial é determinante para a decisão sobre quais os genótipos a seleccionar, dando ênfase à avaliação por parte dos consumidores. Esta avaliação foi realizada, com base numa Análise Quantitativa Descritiva (*Quantitative Descriptive Analysis - QDA®*), usando um conjunto de descritores relativos ao aspeto exterior das framboesas e outro grupo de descritores correspondentes à avaliação após a prova das mesmas (Apendice B; tabela 4.21). Na tabela 4.21, observa-se qual a pontuação média atribuída a cada descritor para cada genótipo/variedade, sendo que os valores variam entre 0 e 10.

Tabela 4.21 - Pontuação para os diversos descritores da análise sensorial

Genótipo	Exterior				Após degustação									
	Firmeza	Cor vermelha	Brilho	Homogeneidade	Firmeza	Suculência	Mastigação	Coesão	Acidez	Doçura	Amargor	Sabor framboesa	Aroma	Avaliação global
G1	4,5	5,7	2,9	4,8	3,4	5,0	3,9	4,9	4,5	2,1	3,7	4,1	3,7	4,0
G2	4,6	4,8	3,8	5,5	4,0	5,5	4,1	5,0	4,0	3,1	2,4	4,9	3,9	4,2
G3	5,5	4,8	5,6	5,2	4,6	5,4	4,4	4,9	4,8	2,8	3,0	5,2	4,7	4,5
G4	5,2	4,7	4,2	4,8	4,0	5,5	3,6	4,8	4,1	3,1	2,8	5,1	4,2	4,5
G5	5,5	5,4	4,8	5,1	5,4	5,0	5,2	5,4	4,0	3,6	2,5	5,4	5,1	5,2
T1	3,9	6,1	3,9	4,4	3,6	4,7	4,2	4,6	2,6	3,3	2,3	4,8	4,2	4,1
T2	5,1	3,2	4,1	5,6	4,3	5,3	4,4	5,4	3,3	3,8	2,1	4,9	4,6	5,0
T3	5,1	5,9	3,4	4,9	4,9	4,2	4,7	5,8	4,0	2,6	3,1	4,7	4,3	3,9

Relativamente aos descritores exteriores, excluindo as testemunhas, os maiores valores foram: para a firmeza, o G3 e o G5; para a cor vermelha, o G1; para o brilho, o G3 e para a homogeneidade das drupéolas, o G2. No que diz respeito aos descritores após a degustação, os maiores valores obtidos, mais uma vez não considerando as testemunhas, foram: para a firmeza, o G5; para a suculência, o G2 e o G4; para a mastigação, o G5; para a coesão, o G5; para a acidez, o G2 e o G5 (neste caso tendo o menor valor, por se considerar um atributo negativo, especificamente para os consumidores portugueses); para a doçura, o G5; para o amargor, o G2 (neste caso considerando o menor valor, já que quanto maior o amargor, em geral, pior o sabor); para o sabor framboesa, o G5 e, finalmente, para o aroma, o G5.

Por fim, para a avaliação global, foi o G5 aquele que os consumidores preferiram, seguido do G3 e G4, que ocupam ambos o segundo lugar.

Procurando correlacionar os vários descritores com avaliação global, com o objetivo de entender quais os atributos de qualidades mais valorizados pelos provadores, foi feita um estudo sumário das correlações, tendo apresentado correlações positivas significativas os

descritores firmeza e homogeneidade da drupéolas no que se refere à avaliação exterior; e após a degustação, apresentaram correlações significativas todos os descritores exceto o amargor e acidez, com destaque para o Aroma, ($r=0,679$), o Sabor a framboesa ($r=0,606$) e a Doçura ($r=0,528$). No apêndice E, é possível verificar as correlações existentes entre a avaliação global e os diversos descritores.

Foi também efetuado um outro questionário relativo à intenção de compra (figuras 4.62, 4.63 e página 2 do apêndice B)

Relativamente à aparência (figura 4.62), para o G5 e para a T3, a totalidade dos provadores escolheram as opções: “Decididamente comprariam”, “Provavelmente comprariam” ou “Talvez comprasse”, o que pode traduzir-se como bastante positivo no que toca à intenção dos mesmos em adquirirem os frutos.

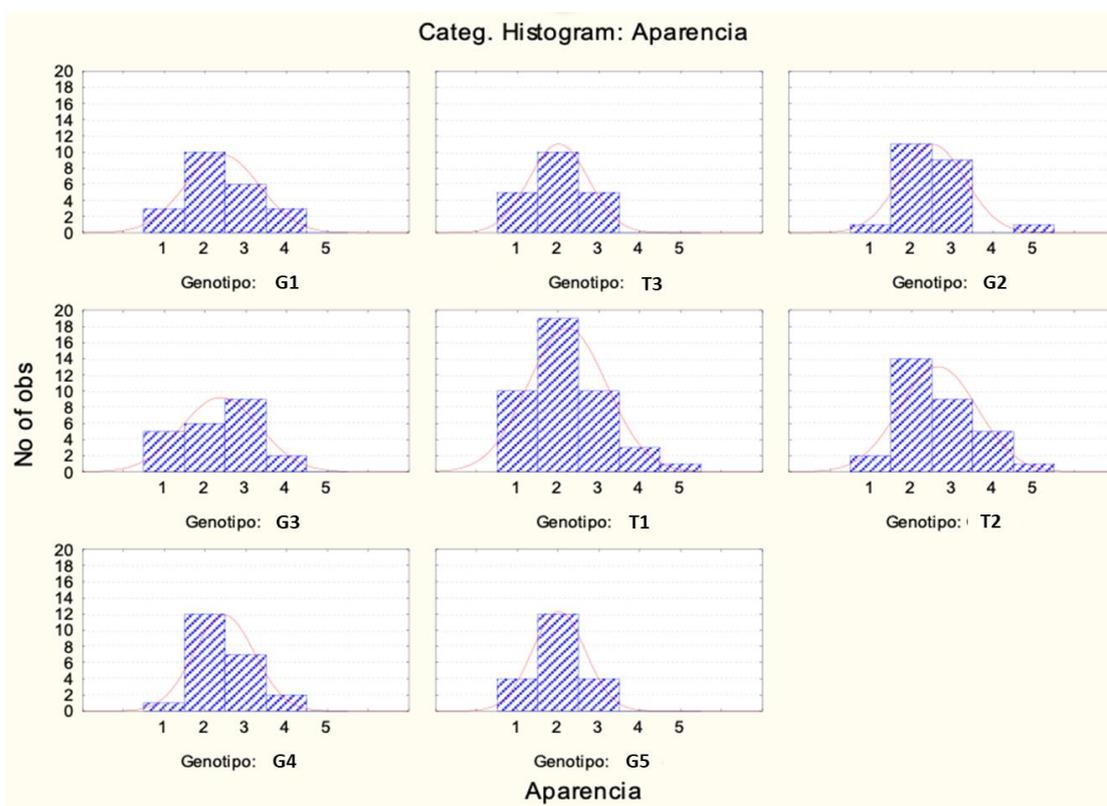


Figura 4.62 - Intenção de compra por parte do painel de provadores, relativamente à aparência

Relativamente à degustação (figura 4.63), é possível notar que, para o G5, 100% dos provadores responderam: “Decididamente comprariam”, “Provavelmente comprariam” ou “Talvez comprasse”, o que uma vez mais, se traduz num indicador bastante positivo quanto à intenção de compra do consumidor. Um caso particular a salientar é da T3 que na degustação parece não ter agradado aos provadores, ao contrário do que aconteceu na aparência, pressupondo-se uma diminuição da intenção do consumidor em adquirir o fruto após degustação.

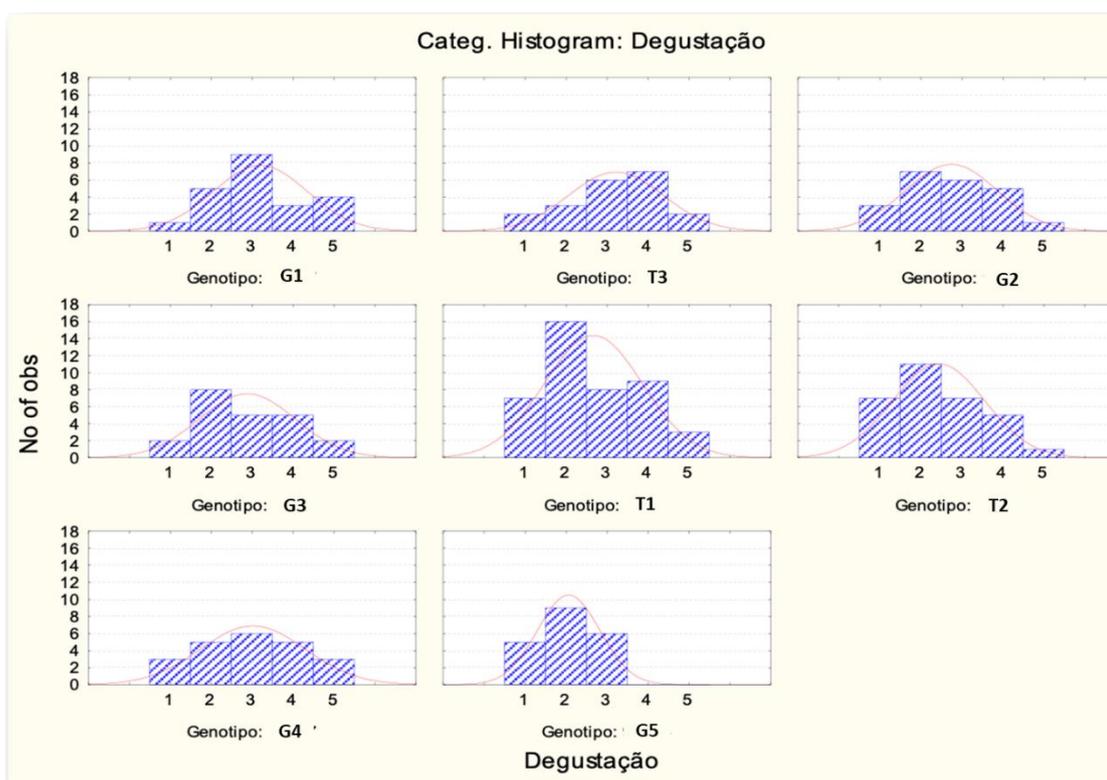


Figura 4.63 - Intenção de compra por parte do painel de provadores, relativamente à degustação

4.2.2. Vida útil

4.2.2.1. Perda de peso

A perda de peso durante a conservação é uma avaliação fundamental na qualidade da framboesa. Assim no laboratório, a primeira análise realizada foi a pesagem, de modo a ser possível o cálculo da perda de peso desde a colheita até cada um dos dias em análise.

Foi perceptível um aumento de peso perdido (em percentagem) ao longo do tempo, como é expectável que aconteça, dada a respiração e transpiração dos frutos e consequentemente, perda de água e, portanto, peso também. A perda de peso pode estar também associada aos níveis de amadurecimento das framboesas, e tem uma marcada influência genética.

Analisando os valores da tabela 4.22 e da figura 4.64, onde estão representados os valores médios de perda de peso, em percentagem, para 15 frutos aos 7 e aos 15 dias, é possível verificar que aos 7 dias a média de peso perdido varia entre 1,87% e 4,18%, correspondendo aos valores de G3 e G1, respetivamente. Já aos 15 dias, a percentagem média de peso perdido varia entre 2,96% e 4,83%, que corresponde aos valores de G5 e G2, respetivamente. G3 e G5 foram os genótipos que apresentaram melhor comportamento quanto à perda de peso, com valores de 1,87% e 2,44% aos 7 dias e aos 15 dias 3,23% e 2,96% respetivamente.

Tabela 4.22 - Perda de peso - Valores da média (em percentagem) para 15 frutos nas duas datas de análise (7 e 15 dias)

Genótipos	% média de peso perdido (15 frutos)	
	7 dias	15 dias
G1	4,18	4,34
G2	3,52	4,83
G3	1,87	3,23
G4	2,57	4,75
G5	2,44	2,96
T1	2,46	3,94
T2	2,35	3,59
T3	2,59	3,53

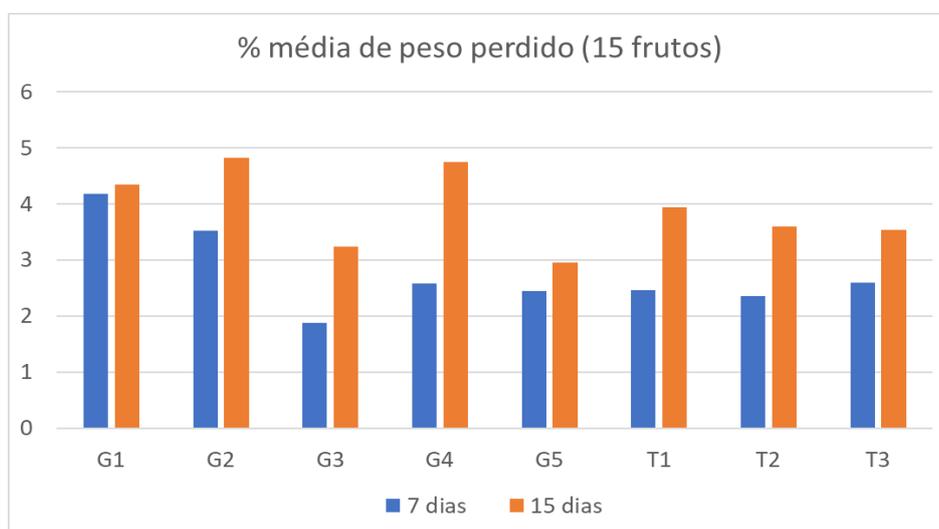


Figura 4.64 - Representação gráfica dos valores médios em percentagem, para 15 frutos, de peso perdido para as duas datas diferentes

Outros investigadores referem valores de perda de peso próximos aos aqui referidos. Pacheco (2012) testou as cv. Maravilla e cv. Sevillana durante 21 dias em diversas temperaturas (0, 3 e 6 °C) e encontrou valores de perda de peso para a temperatura mais baixa sempre inferiores a 2%. Sousa *et al.* (2007) realizaram ensaios com cv. Polka e cv. Joan Squira, produzidas em solo e em substrato, e concluíram que os diferentes sistemas de produção não afetavam as perdas de peso que foram respetivamente de 3,7% e 3,2%.

A perda de peso é um factor determinante na conservação de framboesas. De salientar que neste trabalho aqui apresentado durante todo o tempo de conservação e considerando todos os genótipos e variedades, nunca foram alcançados valores superiores a 5% de perda de peso, aceitável sob o ponto de vista prático. Contudo podem ser observados valores superiores como relatado por Guimarães (2012) que encontrou valores superiores a 5% de perda de peso de framboesas no final de 12 dias de conservação a 1 °C e 95% HR.

4.2.2.2. Cor da epiderme

De modo a avaliar as alterações no que diz respeito à cor da epiderme dos frutos durante a conservação determinaram-se os valores de L*, a*, b* e calcularam-se os parâmetros Chroma (C*) e ângulo Hue (h°).

Na figura 4.65 estão presentes os valores de C*. Este parâmetro, tal como explicado anteriormente, é obtido através dos valores de a* e b* (equação 2.2), não se justificando a presença dos valores de a*, b* e L*. O G3 apresentou ser o valor mais elevado de entre os genótipos, seguindo-se-lhe as T1 e T2. Na prática, quer isto dizer que o G3 é aquele que apresenta uma cor mais viva, contrastando com os restantes genótipos, que deverão apresentar uma cor mais baça.

Os genótipos G2, G3 e G4 demonstraram um comportamento estável. O G1 apresentou um decréscimo claro ao longo do tempo e G5 um comportamento errático. As testemunhas, T1 e T2 apresentaram-se também como menos estáveis ao longo do tempo de conservação.

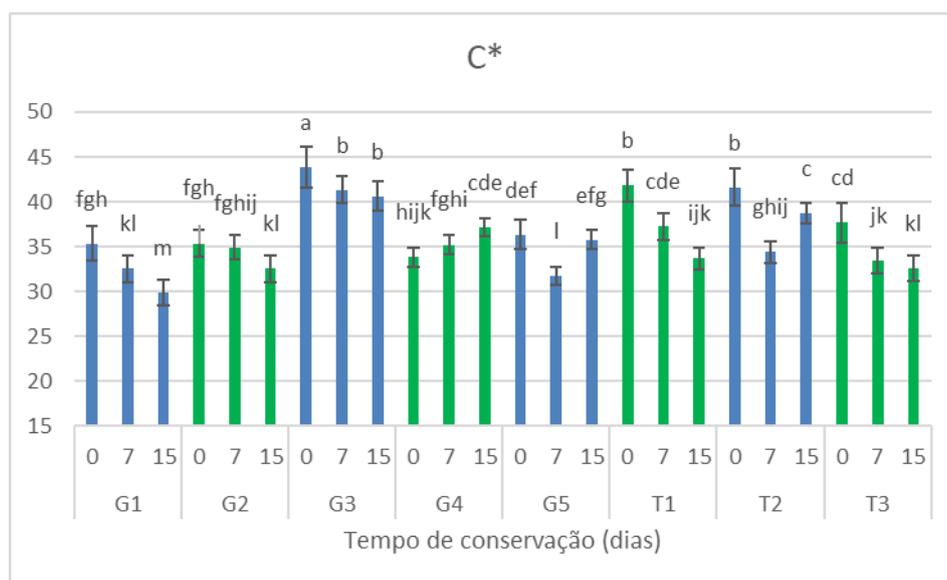


Figura 4.65 - Valores médios de C* ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

À semelhança de C*, também h° provém dos valores de a* e b*, o que se confirma na equação 2.1. Os valores de h° são apresentados na figura 4.66, G3 continua a apresentar o valor mais elevado de entre os genótipos para este parâmetro, o que significa que o mesmo dá origem a um fruto com cor mais amarelada, ao contrário de, por exemplo, o G5 que apresenta um valor de cor mais púrpura, por apresentar valores de h* inferiores.

De entre os vários genótipos, G4 revelou ser o mais estável ao longo do tempo. Por outro lado, o G5 mostrou ser o menos estável. Note-se que a tendência geral é no sentido da diminuição dos valores de h° ao longo do tempo de conservação. Relativamente às testemunhas, a T3 apresentou-se como a mais estável, enquanto que a T2 como a menos estável.

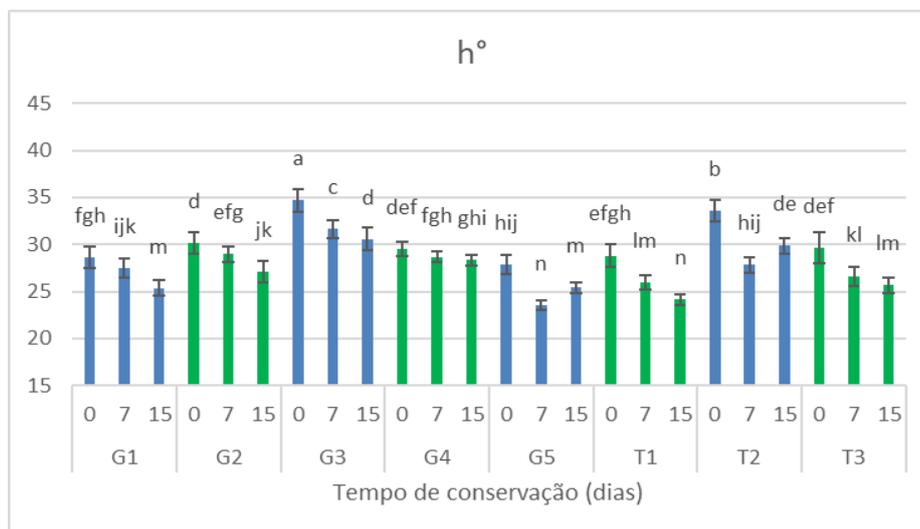


Figura 4.66 - Valores médios de h° ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Em suma foi possível verificar que de acordo com a análise de variância realizada existiam diferenças significativas para os oito genótipos/variedades, considerando as três datas de caracterização/conservação e os diferentes valores de L^* , a^* , b^* e, consequentemente, C^* e h° (apêndice C).

4.2.2.3. Textura (TPA)

Como anteriormente referido, segundo o teste *TPA* utilizado para a avaliação da textura é possível obter vários parâmetros, como a firmeza, a fraturabilidade, a coesividade, a elasticidade, a resiliência, a gomosidade e a masticabilidade.

De entre estes, os parâmetros que melhor descrevem a textura dos frutos ao longo do tempo de conservação são a firmeza, coesividade, elasticidade e gomosidade, pelo que se optou por apresentar uma análise contemplando unicamente estes. Realizou-se, então, uma análise de variância para dois fatores, tendo sido encontrados valores de $p < 0,05$ para todos os parâmetros analisados, o que indica diferenças significativas (apêndice C).

De um modo geral, seria expectável que houvesse uma diminuição ao longo do tempo dos valores registados para os parâmetros da textura, uma vez que como fruto tem tendência a perder água, fica menos túrgido e, consequentemente, apresenta uma menor resistência à

força de deformação. No entanto, dada à pouca clareza nos valores registados, não é possível validar esta evolução, a não ser para o G4 e G5 nos quais se notou um decréscimo de firmeza.

Na figura 4.67, estão presentes dados relativamente à firmeza do fruto ao longo do tempo de conservação, referindo-se à força necessária para produzir uma dada deformação. Aos 0 dias, pode afirmar-se que o G4 é o que apresenta um valor mais elevado, mas apresentou um decréscimo muito acentuado após uma semana de conservação. O G3, embora com um comportamento algo errático apresentou valores bastante elevados durante todo o tempo de conservação. Quanto à consistência nos valores registados, o genótipo G2 é o que se apresenta mais estável, embora com valores baixos quando comparado com os restantes genótipos. Ao prestar atenção às testemunhas, a T2 revelou ser a mais estável e a T3 a menos, embora com valores sempre superiores quer à T1, quer à T2, que se revelou aquela com os piores valores de firmeza.

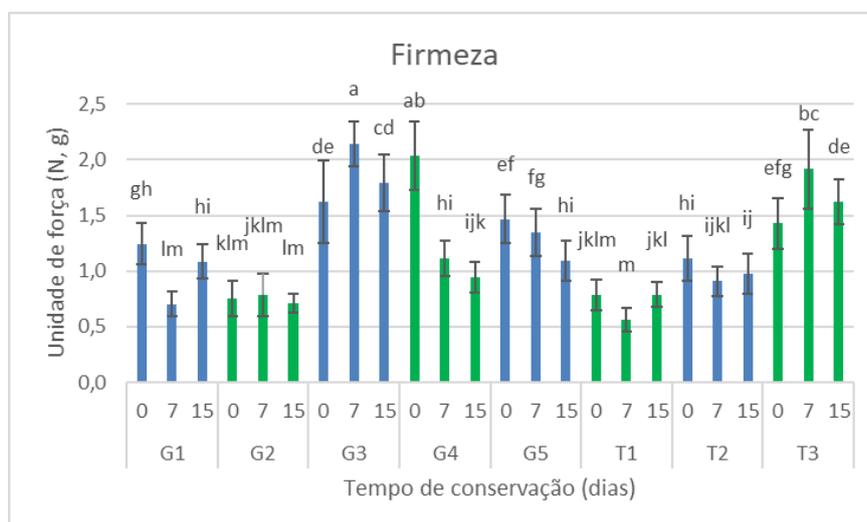


Figura 4.67 - Valores médios de firmeza ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

De um modo geral, pode assumir-se que a coesividade diminui ao longo do tempo de conservação (figura 4.68), ou seja, os frutos apresentam maior facilidade em atingirem a rutura conforme passa o tempo de conservação. No entanto, o G4, G5 e a T1 parecem não seguir esta regra. Relativamente, à estabilidade nos valores deste parâmetro ao longo do tempo, nota-se que o G5 juntamente com a T3 revelam ser os mais estáveis ao longo do tempo de conservação. Por oposição, o G3 e a T2 demonstraram ser aqueles que experienciaram maiores variações de valor.

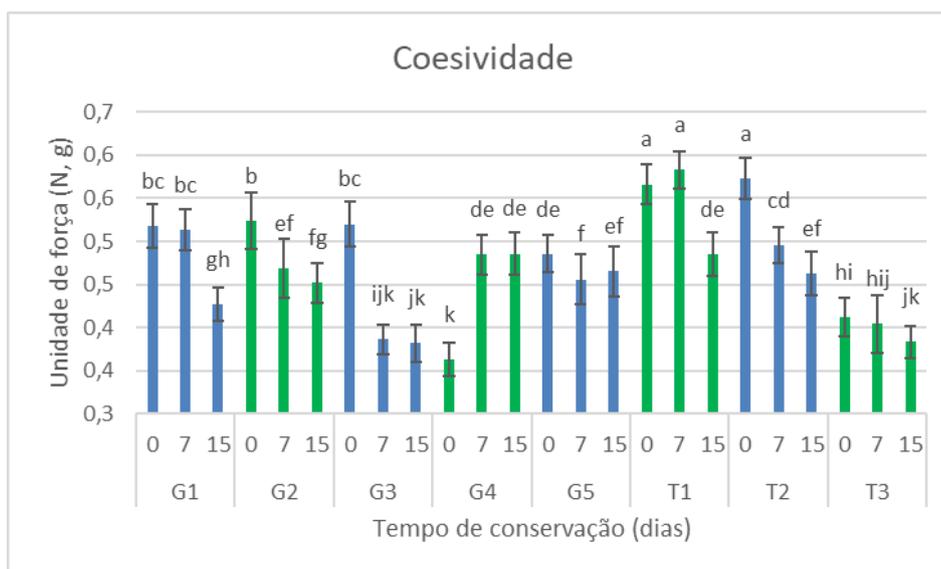


Figura 4.68 - Valores médios de coesividade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Relativamente ao parâmetro elasticidade (figura 4.69), não é possível estabelecer um padrão para as variações dos valores deste parâmetro para os diferentes dias de conservação para o mesmo genótipo/testemunha, dado que cada genótipo/testemunha se comporta de forma díspar. O G5 é aquele que se apresenta mais estável ao longo do tempo de conservação.

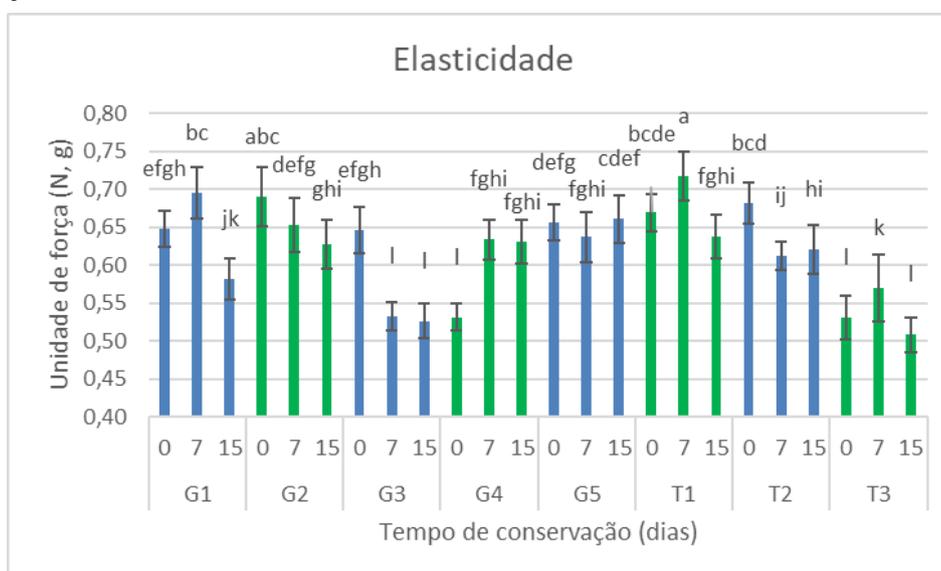


Figura 4.69 - Valores médios de elasticidade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

Por fim, na figura 4.70, onde se observam os valores correspondentes ao parâmetro gomosidade, verifica-se que de um modo geral este diminui ao longo do tempo de

conservação, o que desde logo, era previsível que acontecesse, já que a menor integridade da epiderme das drupéolas causaria menor energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para deglutição. O genótipo que, de entre os oito em estudo, apresenta maior valor é o G3. Destaca-se ainda, que o G2 é o genótipo mais estável relativamente a este parâmetro, embora apresente valores baixos de gomosidade.

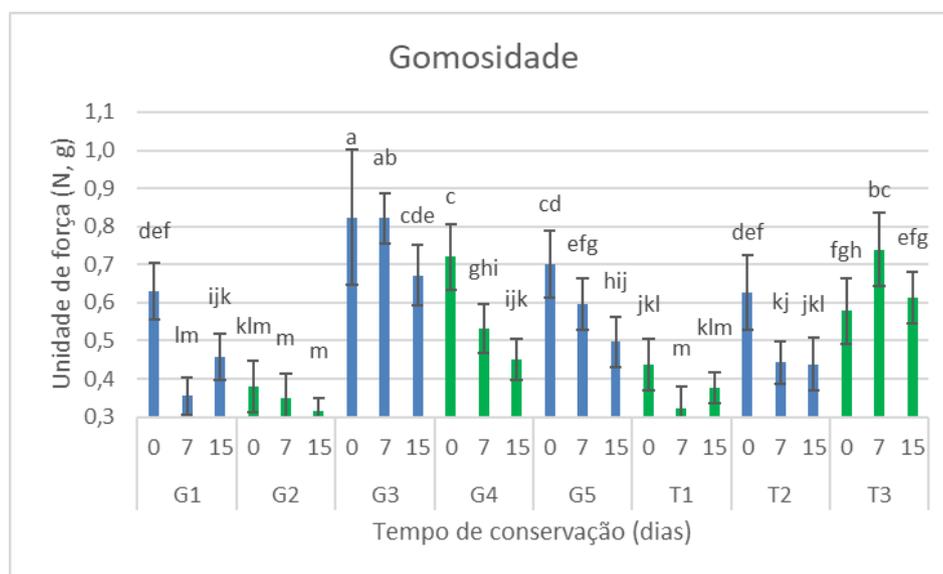


Figura 4.70 - Valores médios de gomosidade ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.2.4. Sólidos solúveis totais (SST)

Milutinovic *et al.* (2008) ao estudarem oito genótipos de framboesa, diferentes dos do presente estudo, verificaram que os SST variaram entre 6,0 % e 11,1 % (sendo 1 %=1 °Brix). Estabelecendo uma comparação com o presente estudo, pode afirmar-se que os oito genótipos/variedades em análise apresentam valores superiores a 6,0 %, e alguns genótipos/variedades mesmo superiores a 11,1 %, como o G4, G5 e T2, o que indica em termos práticos, que estes frutos são mais doces que os frutos do estudo referido. A média dos valores de °Brix registados para o presente estudo situa-se entre 6,0% e 11,1%, estando, assim, em linha com o estudo mencionado de Milutinovic *et al.* (2008).

Ao longo do tempo de conservação, de acordo com Kruger *et al.* (2011) será de esperar um aumento dos valores de SST, uma vez que ocorre a perda de água por via da transpiração/respiração, o que faz com que os açúcares presentes nos frutos se concentrem mais e consequentemente, os valores de °Brix sejam mais elevados. No entanto, este comportamento não foi uniforme, tendo mesmo o oposto sido verificado para G2 e G4, como se pode verificar na figura 4.71.

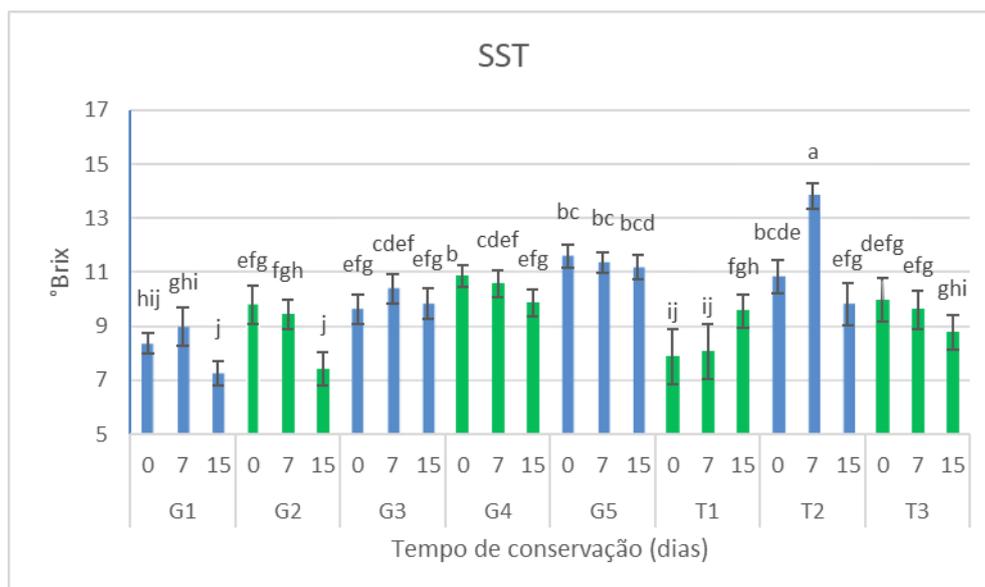


Figura 4.71 - Valores médios de sólidos solúveis totais ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

De referir, ainda, que o G5 é aquele que apresenta valores de SST mais estáveis ao longo do tempo de conservação, sendo o G3 também bastante estável e o G2 e G4 os que apresentam os valores mais instáveis.

4.2.2.5. Acidez titulável e pH

Neste estudo, a acidez titulável diminuiu à medida que o tempo de conservação aumentou, tal como demonstrado na figura 4.72. No trabalho apresentado por Kruger *et al.*, (2011), a AT diminuía com o amadurecimento dos frutos e permaneceu relativamente inalterada no armazenamento. Assim sendo, estas observações não se encontram alinhadas com esse estudo. Observa-se, que existe uma diminuição ao longo do tempo de conservação o que apoia aquilo que Kruger *et al.* (2011) afirmam, pois, fruta com um maior tempo de armazenamento (conservação) tem um valor de acidez titulável menor que fruta com menos tempo de armazenamento. Se considerar que o fruto depois de colhido continua a amadurecer, a conclusão retirada do estudo de Kruger *et al.* (2011) está de acordo com o verificado e por isso a acidez titulável diminui, o mesmo se verifica através da figura 4.72.

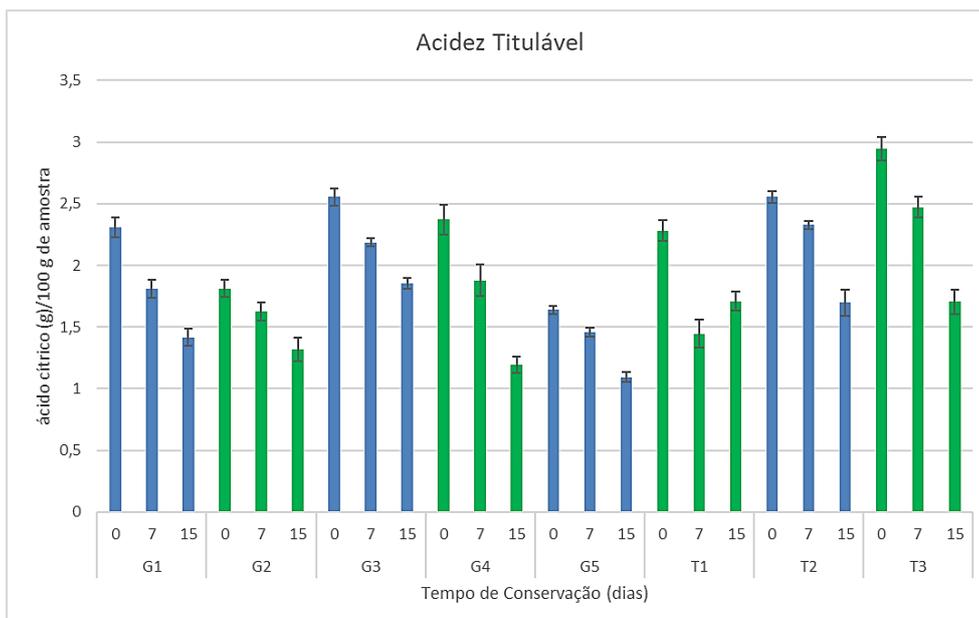


Figura 4.72 - Valores médios de acidez titulável ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

Analisando as figuras 4.72 e 4.73 é possível observar que a acidez titulável e o pH se relacionam de forma inversa, ou seja, menor quantidade de ácido medido corresponde a um pH mais elevado e vice-versa. Não há uma relação direta formal entre a acidez titulável e o pH em frutos, (o pH é uma escala logarítmica) embora geralmente o pH suba à medida que a AT desce e vice-versa.

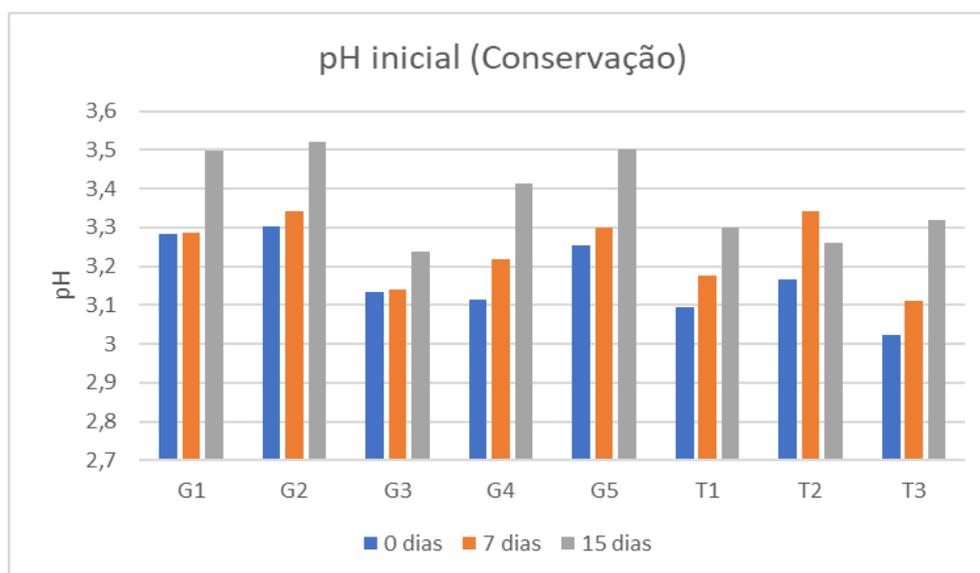


Figura 4.73 - Valores médios de pH, inicial, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

De modo empírico sabe-se que, em geral a acidez titulável (AT) relaciona-se bastante bem com o "sabor ácido", sendo percebido pelos provadores e, por outro lado o pH relaciona-se mais com a estabilidade microbiana, a suscetibilidade a bolores e a deterioração bacteriana.

4.2.2.6. Índice de maturação

Como referido anteriormente, este índice de maturação relaciona os SST e a acidez titulável. Através da figura 4.74 é possível verificar que ao longo do tempo de conservação, o índice de maturação, regra geral aumenta, o que está de acordo com o que Kruger *et al.* (2011) afirmam.

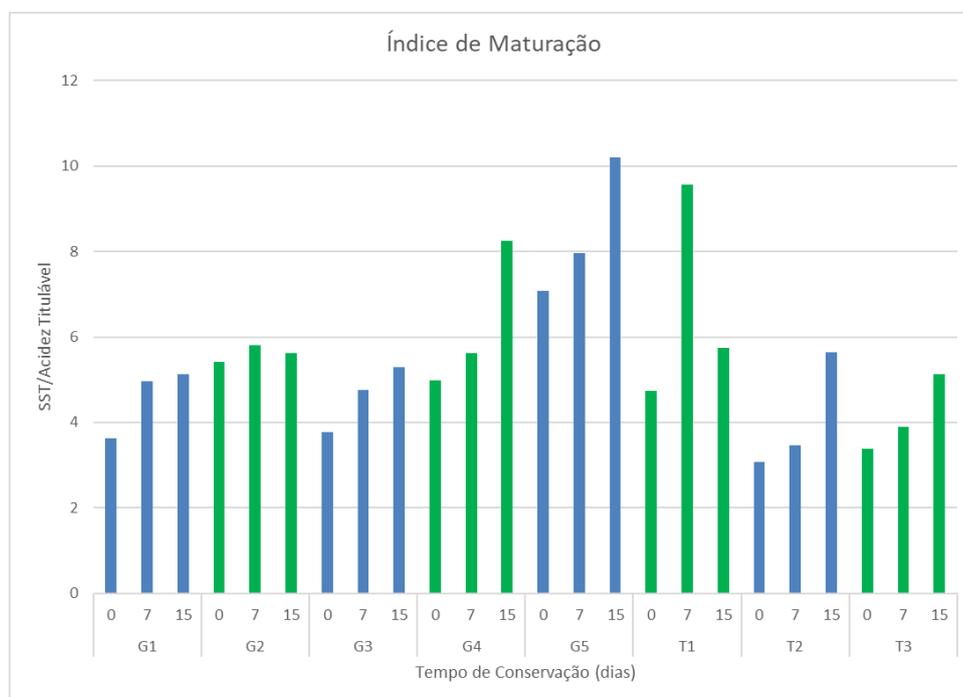


Figura 4.74 - Valores médios de SST/acidez titulável, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

4.2.2.7. Compostos fenólicos totais

A evolução da concentração de compostos fenólicos ao longo do tempo não exhibe um padrão muito claro, como se pode observar na figura 4.75. Os genótipos G2 e G3 aqueles que apresentam maiores valores, não muito estáveis ao longo do tempo de conservação, mas com pequenas alterações, aspeto que pode revestir-se de importante interesse comercial relativamente a este parâmetro. O G1 e o G5 são os genótipos que apresentam valores mais estáveis ao longo do tempo e simultaneamente mais baixos, o que pode ser apontado como uma desvantagem.

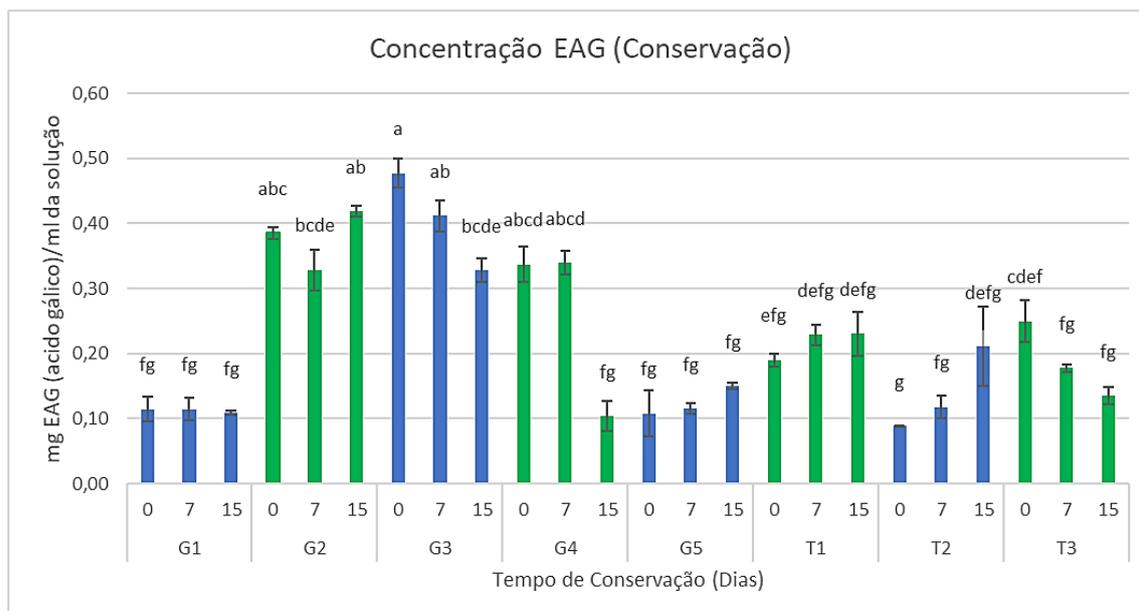


Figura 4.75 - Valores médios de equivalentes de ácido gálico, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

4.2.2.8. Capacidade antioxidante total (método DPPH)

Nos genótipos/variedades analisados neste trabalho as percentagens de inibição encontradas foram inferiores aos valores de inibição, superiores a 50%, mencionados no estudo de Bowen-Forbes *et al.* (2010) (figura 4.76). Com base na observação desta figura, é difícil estabelecer um padrão de comportamento dos polifenóis ao longo do tempo de conservação, contudo as alterações observadas são muitas vezes não significativas. O genótipo G2 realça-se pela sua grande estabilidade e, simultaneamente, por apresentar valores próximos de 40% de inibição, valor mais alto alcançado neste trabalho.

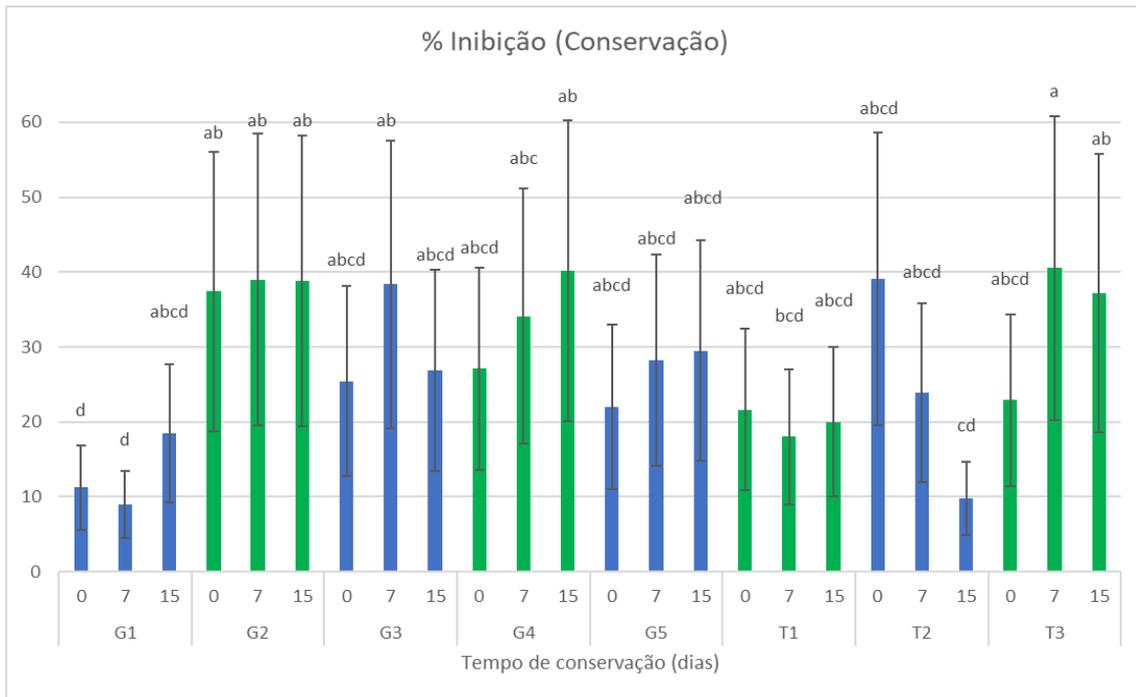


Figura 4.76 - Valores médios de percentagem de inibição, ao longo do tempo (0,7 e 15 dias) para os oito genótipos/variedades

(Letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0,05)

5. Conclusão

Nos últimos tempos, em Portugal, o tema da produção de pequenos frutos tem obtido muita atenção e interesse e, conseqüentemente, tem gerado debate sobretudo em relação às condições edafo-climáticas nas quais estes frutos são produzidos, bem como a obtenção de frutos com sabor, cor e aroma diferentes dos produzidos nos restantes países europeus. Um facto que comprova isso mesmo, é que em Portugal nestes últimos anos, a cultura da framboesa tem tido um grande incremento positivo no volume de negócios, com aumentos consideráveis tanto de produção, como em termos de área usada para a mesma.

Atualmente, muitos dos programas de melhoramento visam a obtenção de variedades que associadas a determinado sistema de produção e condições edafo-climáticas, consigam produzir num período economicamente vantajoso e/ou no sentido de se conseguir avançar para novas regiões de produção, permitindo novas oportunidades de negócio aos produtores.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação tem como objetivo principal dar continuidade aos estudos já realizados em anos anteriores direcionados ao melhoramento genético de framboesas. Para tal, foram analisados cinco genótipos e três variedades comerciais, tendo em conta diferentes características como a sua adaptabilidade edafo-climática, caracterização biométrica, hábitos fenotípicos, caracterização dos frutos, vida útil e, por fim, a sua seleção. Isto, de modo a perceber quais destes genótipo/variedades comerciais teriam maior interesse e/ou melhores condições para continuar no programa de melhoramento.

Dados estes objetivos, em relação à revisão literária, há a reter, como conclusão, diversos aspetos. Entre eles, que o melhoramento clássico tem por base o cruzamento entre dois progenitores, normalmente de genótipos diferentes (Luz *et al.*, 2018). Após o cruzamento e obtenção de sementes, o passo seguinte é a germinação. Posteriormente, as *seedlings* são instaladas no campo onde serão monitorizadas e avaliadas, sobretudo quanto ao seu hábito de crescimento, produtividade e qualidade do fruto. Depois de selecionados os genótipos de interesse, estes são propagados para se procederem aos ensaios de avaliação mais extensiva. Estas avaliações estendem-se, frequentemente, por vários anos até serem selecionados os genótipos "elite" (Hall & Kempler, 2011).

O Homem, desde muito cedo, tem sentido uma atração pelos frutos vermelhos. Nos dias de hoje, tem-se assistido a um aumento do consumo destes pequenos frutos. De entre os diversos frutos vermelhos existentes, um dos mais relevantes, e alvo do presente estudo, é a framboesa (Oliveira *et al.*, 2007).

Existem em Portugal diversas regiões com excelentes condições edafo-climáticas

para produzir framboesas com qualidade (Sousa *et al.*, 2007). As cultivares mais generalizadas e também cultivadas em Portugal são as de fruto vermelho, de sabor agridoce, aroma agradável, polpa com pequenas sementes e textura granulada (Sousa *et al.*, 2007).

As framboesas apresentam uma vida pós-colheita curta (Vicente *et al.*, 2007; Agulheiro-Santos *et al.*, 2021). Os efeitos de diferentes condições de armazenamento nas qualidades químicas de framboesas também já foram estudados (Kruger *et al.*, 2011). As condições de armazenamento que otimizam a vida útil das framboesas estão bem documentadas (Robbins & Fellman, 1993; Robbins, Sjulín & Patterson 1989; Kruger *et al.*, 2011).

Relativamente, aos resultados práticos que se obtiveram, pode concluir-se, perante as prestações tanto das plantas ao nível de campo, como de qualidade das framboesas, tanto na avaliação instrumental como sensorial, que os genótipos 3 e 5 foram os que demonstraram os melhores atributos de qualidade e potencial, sendo aqueles que devem continuar no programa de melhoramento e, por conseguinte, passar para as fases seguintes.

Quanto aos parâmetros de campo analisados, foi o genótipo que melhor desempenho mostrou G3, encontrou-se em primeiro lugar para a avaliação do “calibre médio” e para a “variação do calibre”. O genótipo G5 foi o melhor quanto à arquitetura do lançamento. Quanto aos parâmetros da avaliação instrumental da qualidade dos frutos, para a perda de peso aos 7 dias, foram os G3 e G5 mostraram os valores mais baixos, com primeiro e segundo lugar, respetivamente, no entanto aos 15 dias, as posições inverteram-se ficando o G5 em primeiro e G3 em segundo. Para a cor apenas salientar que G5 era aquele que apresentava uma coloração mais escura e G3 a mais clara. Na avaliação de textura através do teste TPA, o genótipo G3 apresentou-se como o mais firme, e o G5 com valores muito próximos. Ainda na avaliação da textura através do teste de punção são os genótipos G5 e G3 que apresentaram valores mais elevados de firmeza, tendo o G5 drupéolas mais firmes seguido do G3. O genótipo G5 revelou o maior valor de SST. O G3 apresentou o maior valor de acidez titulável e de compostos fenólicos totais e o índice de maturação mais elevado. Por fim, a avaliação sensorial realizada, considerou que os frutos do genótipo G5 foram os melhor classificados tendo em conta os descritores utilizados e a avaliação global, consequentemente aquele que os consumidores preferiram.

Após estas considerações finais sobre o desempenho dos genótipos, e a sua comparação com variedades comerciais, evidenciam-se os genótipos G3 e G5 como os mais promissores, devendo sem lugar a dúvida, integrar as futuras etapas do programa de melhoramento em curso.

Numa perspetiva crítica deste trabalho académico e de investigação apontam-se algumas sugestões, já que como todos os estudos, este também teve as suas limitações. Desde logo a limitação do intervalo temporal dedicado à revisão da literatura, pelo que estender este intervalo poderia ser uma boa sugestão para futuras pesquisas sobre a temática. Outra sugestão, baseada nos resultados que esta dissertação evidenciou é que para futuros estudos, talvez não faça sentido realizar tantas repetições de campo, já que não foram registadas diferenças significativas que o justifique. O elevado número de horas despendidas para proceder à avaliação instrumental, devido à morosidade de alguns testes e ao elevado número de amostras, revelou ser uma grande limitação, podendo ser reduzido mediante seleção de testes a realizar com base nos resultados obtidos; sugere-se a realização de avaliação da textura através de teste de penetração com um só ciclo, logo muito mais rápido. Finalmente, e por outro lado, reforça-se a necessidade de usar amostras com elevado número de frutos, tal como aconteceu na presente dissertação (30 framboesas por genótipo, repetição e tempo de conservação), visto só assim se ficar com uma boa representatividade da população muito heterogénea.

6. Referências Bibliográficas

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 207–225. doi:10.1016/S0925-5214(98)00086-6
- Agulheiro Santos, A.C., Ricardo-Rodrigues, S., Serranito, A., Luz, F., Oliveira, P.B. (2021). Estudo da textura das drupéolas em diferentes genótipos de framboesa. *AGROTEC* 38, março 2021, 74–78.
- Albertini, S., 2011. Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões minimamente processados. Universidade de São Paulo - Centro de Energia Nuclear na Agricultura.
- Alzamora, S.M., Violaz, P.E., Martinez, V.Y., Nieto, A.B., Salvatori, D., 2008. Exploring the linear viscoelastic properties structure relationship in processed fruit tissues, in: Gutierrez-López, G., Barbosa-Cánova, G., Welti-Chanes, J., Parada-Arias, E. (Eds.), *Food Engineering: Integrates Approaches*. Springer, pp. 155 – 181
- Bai, J., Plotto, A., 2012. Coating for fresh fruits and vegetables, in: Baldwin, E.A., Hagenmaier, R., Bai, J. (Eds.), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. CRC Press, pp. 185 – 226.
- Bai, J., Plotto, A., 2012. Coating for fresh fruits and vegetables, in: Baldwin, E.A., Hagenmaier, R., Bai, J. (Eds.), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. CRC Press, pp. 185 – 226.
- Balic, I., Ejsmentewicz, T., Sanhueza, D., Silva, C., Peredo, T., Olmedo, P., Barros, M., Verdonk, J.C., Paredes, R., Meneses, C., Prieto, H., Orellana, A., Defilippi, B.G., Campos-Vargas, R., 2014. Biochemical and physiological study of the firmness of table grape berries. *Postharvest Biol. Technol.* 93, 15–23. doi:10.1016/j.postharvbio.2014.02.001
- Bastos de Lima, M.G., 2012. *Análise Química e Física de Alimentos - Sebenta (Análise Física)*.
- Bhowmik, P.K., Dris, R., 2004. Enzymes and quality factors of fruits and vegetables, in: Dris, R., Jain, S.M. (Eds.), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops - Quality Handling and Evaluation (Volume 3)*. Kluwer Academic Publishes.

- Bourne, M.C. (1965). Measure of shear and compression components of puncture tests. Journal Paper, New York State Agricultural Experiment Station (1456), 282-291
- Bowen-Forbes CS, Zhang Y, Nair MG (2010) Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *J Food Composition and Analysis* 23: 554-560.
- Burden, J.N. and R. Sexton. 1990b. The role of ethylene in the shedding of red raspberry fruit. *Ann. Bot.* 66:111-120
- Burden, J.N. and R. Sexton. 1990b. The role of ethylene in the shedding of red raspberry fruit. *Ann. Bot.* 66:111-120
- Celio, P. (2003). Near Infrared Spectroscopy: fundamentals, practical aspects and analytical applications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14(2), 198–219. <https://doi.org/10.1590/s0103-50532003000200006>
- Chervin, C., Aked, J., Crisosto, C.H., 2012. Grapes, in: Rees, D., Farrell, G., Orchard, J. (Eds.), *Crop Post-Harvest: Science and Technology - Perishables*. Blackwell Publishing Ltd., pp. 187 – 211.
- Civille, G. V., & Szczesniak, A. S. (1973). Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, 4(2), 204–223. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1973.tb00665.x>
- Cortes, V., Cubero, S., Aleixos, N., Blasco, J., Talens, P. (2017). Sweet and nonsweet taste discrimination of nectarines using visible and near-infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 133, 113-120.
- Creus, E.G., 2004. Compuestos fenólicos - Un análisis de sus beneficios para la salud. *Farm. y salud, Of. Farm.* 23, 80–84
- de Oliveira, J. T., de Oliveira, R. A., Silva, P. A., & Teodoro, P. E. (2021). Contribution to the selection of blackberry through fruit physical variables. *HortScience*, 56(9), 1003–1004. <https://doi.org/10.21273/hortsci15913-21>
- Ejsmentewicz, T., Balic, I., Sanhueza, D., Barria, R., Meneses, C., Orellana, A., Prieto, H.,

- Defilippi, B.G., Campos-Vargas, R., 2015. Comparative study of two table grape varieties with contrasting texture during cold storage. *Molecules* 20, 3667–80. doi:10.3390/molecules20033667
- Embuscado, M.E., Huber, K.C., 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer. ed. Springer New York, New York, NY. doi:10.1007/978-0-387-92824-1
- Fahmi, A.I., Nagaty, M.A., El-Shehawi, A.M., 2012. Fruit quality of Taif grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *J. Am. Sci.* 8, 590–599.
- Feliziani, E., & Romanazzi, G. (2019). Preservation of berries. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, 503–505. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.22260-9>
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M., s.d. *Measurement of pH and Titratable Acidity*. Davis.
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M., s.d. *Measurement of Soluble Solids Content*.
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M., s.d. *Measurement of pH and Titratable Acidity*. Davis.
- Giongo, L., Ajelli, M., Poncetta, P., Ramos-García, M., Sambo, P., & Farneti, B. (2019). Raspberry texture mechanical profiling during fruit ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 149, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.021>
- Gorini, F. 1989. Comportamento dei frutti nel corso della commercializzazione. *ATTI – Dell’Ist. Valor. Tecn. Prod. Agrar.* Vol. XII, Milano, p. 185-209.
- Goulao, L.F., Santos, J., de Sousa, I., Oliveira, C.M., 2006. Patterns of enzymatic activity of cell wallmodifying enzymes during growth and ripening of apples. *Postharvest Biol. Technol.* 43, 307–318. doi:10.1016/j.postharvbio.2006.10.002
- Guleria, S.P.S., 2000. Quality assurance for fruits, vegetables and their products, in: Verma, L.R., Joshi, V.K. (Eds.), *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables - Handling, Processing, Fermentation and Waste Management*. Indus Publishing

- Company, New Delhi, India, pp. 201 – 234.
- Hummer, K. E., Jamieson, A. R., Jennings, S. N., & Weber, C. A. (2009, October 7). Raspberry Breeding and Genetics. *Plant Breeding Reviews*, 39–353.
<https://doi.org/10.1002/9780470593806.ch2>
- Hall, H., Hummer, K. E., Jamieson, A., Jennings, S., e Weber, C. (2009). Raspberry breeding and genetics. *Plant Breeding Reviews: Raspberry Breeding and Genetics*, 32, 39-353.
- Hall, K. e Kempler, C. (2011). Raspberry Breeding. *Fruit, Vegetables and Cereal Science and Biotechnology*, 5 (Special Issue 1), 44-62.
- Julião, M.R.A., 2013. Avaliação do Potencial da *Salicornia ramosissima* para saladas frescas ou em pó (SAL VERDE). Universidade do Algarve - Dissertação de mestrado em Tecnologia dos Alimentos.
- Kader, A.A., 2002. Postharvest Biology and Technology: An overview, in: Kader, A.A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California - Agriculture and Natural Resources, California, pp. 39 – 47.
- Kruger, E., H. Dietrich, E. Schopplein, S. Rasim & P. Kurbel (2003) Effects of Ripening Stage and Storage Time on Quality Parameters of Red Raspberry Fruit. *European Journal of Horticultural Science* 68(4):176-182
- Kruger, E., H. Dietrich, E. Schopplein, S. Rasim & P. Kurbel (2011) Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 31-37.
- M. Heinonen, S. Meyer, N. Frankel, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4107 (1998).
- Miguel, M.G., 2007. Plantas aromáticas e medicinais como antioxidantes naturais: Métodos de análise, in: *Potencialidade E Aplicações Das Plantas Aromáticas E Medicinais - Curso Teórico-Prático*. Edição Centro de Biotecnologia Vegetal - Faculdade de Ciências da universidade de Lisboa, Portugal, pp. 106–136.
- Milutinovic MD , Milivojevic J , Dakovic G , Milutinovic MM , Miletic R, Novakovic M

(2008) Pomological Properties of introduced raspberry cultivars grown in west Serbia. IX International Rubus and Ribes Symposium

Mohsenin, N.N. (1977). Characterization and failure in solid foods with particular reference to fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 8, 169-193.

Montero-Calderon, M., Cerdas-Araya, M. del M., 2010. Fruits and vegetables for the fresh-cut processing industry, in: Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. (Eds.), *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. CRC Press, pp. 192 – 193.

Mullen W, McGinn J (2002) Ellagitannins, Flavonoids, and Other Phenolics in Red Raspberries and Their Contribution to Antioxidant Capacity and Vasorelaxation Properties. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 50, 18, 5191-5196.

Nunan, K.J., Sims, I.M., Bacic, A., Robinson, S.P., Fincher, G.B., Science, P., Campus, W., Osmond, G., Crc, C., Grove, H., 1998. Changes in Cell Wall Composition during Ripening of Grape Berries. *Plant Physiol.* 783–792.

O porquê de um programa de melhoramento de framboesas | Agrotec.pt. (s.d.). Retrieved September, 2022, from <http://www.agrotec.pt/noticias/o-porque-de-um-programa-de-melhoramento-de-framboesas/>

Oliveira P.B., Fonseca L.L., & Silva A.R. (2007) Diversificação da produção frutícola com novas espécies e tecnologias que assegurem a qualidade agro-alimentar. Edição no âmbito do Projecto PO AGRO DE&D nº 556. Folhas de divulgação AGRO 556 nº 3. MADRP, Lisboa, Novembro.

Oliveira P.B., Valdivieso T., Esteves A., Mota M., & Fonseca L.L. (2007) A planta de Framboesa. Diversificação da produção frutícola com novas espécies e tecnologias que assegurem a qualidade agro-alimentar. Edição no âmbito do Projecto PO AGRO DE&D nº 556. Folhas de Divulgação AGRO 556 nº1. MADRP, Lisboa, Novembro.

Oliveira PB, Valdivieso T, Esteves A, Mota M, Fonseca LL (2007) A planta de Framboesa. Edição no âmbito do Projecto PO AGRO DE&D nº 556 “Diversificação da produção frutícola com novas espécies e tecnologias que assegurem a qualidade agro-alimentar”. Folhas de Divulgação AGRO 556 nº1. MADRP, Lisboa, Novembro.

- Os Antioxidantes. (2016, June 16). Fundação Portuguesa Cardiologia. Retrieved September, 2022, from <http://www.fpcardiologia.pt/os-antioxidantes/>
- Padmanabhan, P., Correa-Betanzo, J., & Paliyath, G. (2016). Berries and Related Fruits. *Encyclopedia of Food and Health*, 364–371. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00060-x>
- Perkins-Veazie, P., & Nonnecke, G. (1992, April). Physiological Changes during Ripening of Raspberry Fruit. *HortScience*, 27(4), 331–333. <https://doi.org/10.21273/hortsci.27.4.331>
- Pintado, C.M., 2012. Utilización de atmósferas modificadas en el almacenamiento frigorífico de uva de mesa. Tesis Doctoral: Dpto. Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la tierra - Universidad de Extremadura.
- Pintado, C.M., 2012. Utilización de atmósferas modificadas en el almacenamiento frigorífico de uva de mesa. Tesis Doctoral: Dpto. Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la tierra - Universidad de Extremadura.
- Pomeranz, Y., Meloan, C.E., 1994. Food analysis: Theory and practice. Aspen Publisher, Nova Iorque.
- Rambaran, T.F., & Bowen-Forbes, C. (2020). Chemical and sensory characterisation of two *Rubus rosifolius* (Red Raspberry) varieties. *International Journal of Food Science*, 2020, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2020/6879460>
- Reeve, R. M. (1954) Fruit Histogenesis in *Rubus strigosus*. 1. Outer Epidermis, Parenchyma, and Receptacle. *American Journal of Botany*, 41, 152-160
- Robbins, J. A. & J. K. Fellman (1993) Postharvest physiology, storage and handling of red raspberry. *Postharvest News and Information*, v. 4(2) p. 53N-59N.
- Robbins, J., T. M. Sjulín & M. Patterson (1989) Postharvest Storage Characteristics and Respiration Rates in 5 Cultivars of Red Raspberry. *Hortscience*, 24, 980-982.
- Sadler, G.D., Murphy, P.A., 2010. pH and Titratable Acidity, in: Nielsen, S.S. (Ed.), *Food Analysis*. Springer, pp. 219–238.

- Santos, C., 2011. Desenvolvimento de um novo produto: “Fruta com iogurte”. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.
- Segade, R., Giacosa, S., Palma, L., Novello, V., Torchio, F., Gerbi, V., Rolle, L., 2013. Effect of the cluster heterogeneity on mechanical properties, chromatic indices and chemical composition of Italia table grape berries (*Vitis vinifera* L.) sorted by flotation. *Int. J. Food Sci. Technol.* 48, 103– 113. doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03164.x
- Singleton V. & Rossi J. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144–158.
- Sousa M.B., Curado T., Negrão e Vasconcellos F., Trigo M.J. (2007) Framboesa – Qualidade pós-colheita. Edição no âmbito do Projeto PO AGRO DE&D N° 556. Folhas de divulgação AGRO 556 n° 6. MADRP, Lisboa, Novembro.
- The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination [org-10.1039-C3ay41125g](https://doi.org/10.1039-C3ay41125g)
- Valero, D., Serrano, M., 2010. Changes in fruit quality attributes during handling, processing, and storage, in: *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press, pp. 49 – 55.
- Valero, D., Serrano, M., 2010. Changes in fruit quality attributes during handling, processing, and storage, in: *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press, pp. 49 – 55.
- Wang S Y, Chen CT, Wang CY (2009) The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries. *Food Chem* 112: 676–684
- Weber C, Hai Liu R (2002) Antioxidant capacity and anticancer properties of red raspberry. VIII International Rubus and Ribes Symposium.

Apêndice A: Folha utilizada para o preenchimento dos estados fenológicos

(Página 1 de 3)

R1						
Genótipo	Floreira	Lançamento	Crescimento Vegetativo	Botão floral	Flor aberta	Fruto Vingado
G5	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G4	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				

R2						
Genótipo	Floreira	Lançamento	Crescimento Vegetativo	Botão floral	Flor aberta	Fruto Vingado
G1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G5	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G4	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				

Data:

(Página 2 de 3)

R3						
Genótipo	Floreira	Lançamento	Crescimento Vegetativo	Botão floral	Flor aberta	Fruto Vingado
G3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G4	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G5	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T1	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
T3	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				
G2	5	1				
	5	2				
	5	3				
	5	4				
	5	5				

Estados Fenológicos:

1º Crescimento vegetativo – Apenas folhas visíveis, ausência de botões florais



2º Botão floral – Visíveis botões florais, com destaque para o terminal com alongamento do pedúnculo



3º Flor aberta – Flor completamente aberta com as pétalas num plano horizontal



4º Fruto Vingado – Estames/anteras e pistilos/estigmas secos (tom acastanhado) e deiscentes; Ausência de pétalas; com pequeno aglomerado de drupelas verdes



Data:

(Página 3 de 3)

Notas: Completar a tabela completando com "X" de acordo com o estado fenológico presente no gomo terminal.

Preencher todas as semanas de preferência quinta ou sexta-feira indicando a data.

Na coluna "floreira" o retângulo maior e colorido indica qual a floreira a ser analisada (1ª, 2ª ou 3ª).

A folha segue a orientação Sul-Norte, ou seja, tem como ponto inicial a "entrada".

Apêndice B: Ficha de prova utilizada na análise sensorial

(Página 1 de 2)



Análise Sensorial de Framboesas



Avalie a amostra numa escala de intensidades crescente, pela aparência e após degustação

(Código da Amostra: _____)

APARÊNCIA EXTERNA

Firmeza



Cor vermelho



Brilho



Homogeneidade das drupéoloas



DEGUSTAÇÃO

Firmeza



Suculência



Consistência na mastigação*



Coesão das drupéoloas



Acidez



Doçura



Amargor



Sabor característico**



Aroma



Avaliação Global



(Página 2 de 2)

ESCOLHA UMA OPÇÃO

BASEADA EXCLUSIVAMENTE NA AVALIAÇÃO DA APARÊNCIA EXTERNA

- 1 – Decididamente compraria
- 2 – Provavelmente compraria
- 3 – Talvez comprasse
- 4 – Provavelmente não compraria
- 5 – Decididamente não compraria

ESCOLHA UMA OPÇÃO DEPOIS DA DEGUSTAÇÃO

- 1 – Decididamente compraria
- 2 – Provavelmente compraria
- 3 – Talvez comprasse
- 4 – Provavelmente não compraria
- 5 – Decididamente não compraria

Nome: _____

Data: __/__/__

Idade: _____

É consumidor habitual de framboesa? _____ -

Observações:

**Indique quais os sabores que identificou durante a prova

Apêndice C: Valores de *F* e *p* para os diferentes parâmetros em estudo obtidos, mediante análise de variância, para dois fatores, Tempo de conservação e Genótipos

Parâmetro		<i>F</i>	<i>p</i>
SST	Tempo de conservação	42,39	0,00
	Genótipo	85,65	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	16,83	0,00
L*	Tempo de conservação	461,77	0,00
	Genótipo	296,13	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	27,71	0,00
a*	Tempo de conservação	149,97	0,00
	Genótipo	247,66	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	52,11	0,00
b*	Tempo de conservação	424,36	0,00
	Genótipo	292,84	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	37,62	0,00
C*	Tempo de conservação	252,91	0,00
	Genótipo	259,21	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	46,28	0,00
h	Tempo de conservação	612,27	0,00
	Genótipo	359,39	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	26,87	0,00
Firmeza	Tempo de conservação	36,61	0,00
	Genótipo	277,95	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	42,93	0,00
Fraturabilidade	Tempo de conservação	0,74	0,48
	Genótipo	5,62	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	3,37	0,00
Coesividade	Tempo de conservação	202,59	0,00
	Genótipo	231,18	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	83,67	0,00
Elasticidade	Tempo de conservação	73,15	0,00
	Genótipo	183,43	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	51,03	0,00
Resiliencia	Tempo de conservação	223,42	0,00
	Genótipo	257,87	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	78,22	0,00
Gomosidade	Tempo de conservação	143,81	0,00
	Genótipo	221,43	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	22,58	0,00
Masticabilidade	Tempo de conservação	215,42	0,00
	Genótipo	147,75	0,00
	Tempo de conservação*Genótipo	22,84	0,00

Apêndice D: Valores de *F* e *p* para os diferentes parâmetros de textura em estudo relativamente ao teste de punção (Caracterização)

Parâmetro		<i>F</i>	<i>p</i>
Firmeza	Genótipo	22,67	0,00
	Interceção	2762,78	0,00
Deformação	Genótipo	18,69	0,00
	Interceção	2379,91	0,00
Trabalho	Genótipo	12,88	0,00
	Interceção	856,30	0,00
Gradiente	Genótipo	2,55	0,01
	Interceção	71,90	0,00

Apêndice E: Valores de *F* e *p* para os diferentes parâmetros em estudo para o período de caracterização

Parâmetro	<i>F</i>	<i>p</i>
SST	14,46	0,00
L*	96,27	0,00
a*	99,29	0,00
b*	88,52	0,00
C*	90,91	0,00
h	98,24	0,00
Firmeza	73,98	0,00
Fraturabilidade	10,11	0,00
Coesividade	198,52	0,00
Elasticidade	120,80	0,00
Resiliencia	179,10	0,00
Gomosidade	49,86	0,00
Masticabilidade	55,06	0,00

Apêndice E: Correlações da Avaliação Global com descritores, relativamente às análises sensoriais

	Firmeza	Cor vermelha	Brilho	Homogeneidade drupeolas	Firmeza	Suculência	Mastigação	Coesão	Acidez	Doçura	Amargor	Sabor framboesa	Aroma	Avaliação global
Firmeza	1,000													
Cor vermelha	0,022	1,000												
Brilho	0,173	0,144	1,000											
Homogeneidade e drupeolas	0,016	0,000	0,211	1,000										
Firmeza	0,469	0,048	0,169	-0,009	1,000									
Suculencia	0,091	0,070	0,096	0,372	0,007	1,000								
Mastigação	0,233	0,116	0,166	0,029	0,555	0,068	1,000							
Coesão	0,175	0,079	-0,004	0,256	0,286	0,182	0,543	1,000						
Acidez	0,185	-0,036	0,194	0,175	0,171	0,113	0,015	0,080	1,000					
Doçura	-0,104	0,039	0,016	0,170	0,000	0,110	0,167	0,218	-0,281	1,000				
Amargor	0,048	0,090	-0,141	0,021	0,092	0,051	0,088	0,249	0,449	-0,078	1,000			
Sabor framboesa	0,234	0,104	0,074	0,169	0,234	0,390	0,196	0,358	0,125	0,181	-0,004	1,000		
Aroma	0,194	0,086	0,103	0,117	0,190	0,316	0,216	0,335	0,124	0,172	0,128	0,747	1,000	
Avaliação global	0,157	0,091	0,078	0,190	0,210	0,369	0,246	0,381	-0,031	0,528	0,076	0,606	0,679	1,000

Anexo I: Normais climatológicas registadas na estação meteorológica da Zambujeira (Página 1 de 2)



FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

ZAMBUJEIRA (188)

Lat: 37°30'N; Lon.:08°45'W; Alt:106m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	Dez	Anual
Média da Temperatura Média Diária (°C)													
	10.4	11.2	12.4	13.5	15.4	17.8	19.4	19.7	19.0	16.6	13.6	11.8	15.1
Média da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	15.4	16.0	17.8	18.6	20.5	23.3	25.3	25.8	25.3	22.2	18.8	16.4	20.5
Média da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	5.5	6.4	6.9	8.4	10.2	12.3	13.5	13.7	12.8	11.0	8.4	7.2	9.7
Maior valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	22.5	27.0	28.8	30.7	36.6	38.1	42.0	38.5	36.4	33.0	28.1	24.9	42.0
Data	07/1982	28/1987	10/1981	04/1997	20/1974	13/1981	23/1995	04/1990	15/1985	02/1983	14/1975	02/1985	23/07/1995
Menor valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	5.7	8.0	8.5	11.9	14.0	15.9	19.4	19.9	18.5	13.0	11.5	7.9	5.7
Data	15/1985	14/1983	07/1971	11/1976	01/1972	03/1984	09/1978	29/1974	14/1975	28/1979	28/1977	14/1975	15/01/1985
Maior valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	15.7	15.5	16.0	17.1	20.0	18.5	21.0	20.5	21.0	19.9	19.5	17.2	21.0
Data	27/1987	05/1979	10/2000	21/1984	04/1995	29/1974	27/1971	03/1989	15/1982	26/1988	06/1985	13/1989	15/09/1982
Menor valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	-5.0	-4.0	-2.5	-1.0	2.3	6.0	7.0	6.5	4.1	0.7	-4.5	-4.5	-5.0
Data	27/1976	10/1983	01/1993	17/1994	04/1992	01/1979	26/1984	30/1988	30/1974	30/1974	12/1971	22/1979	27/01/1976
Número médio de dias com:													
Tx≥30 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.7	3.2	3.4	3.4	0.6	0.0	0.0	13.0
Tx≥25 °C	0.0	0.1	1.0	1.5	2.9	6.4	13.1	16.9	14.6	6.8	1.2	0.0	64.5
Tn≥20 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.8
Tn≤0 °C	3.1	1.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	6.5
<small>Tx=Temperatura Máxima; Tn=Temperatura Mínima.</small>													
Média da quantidade de Precipitação Total (mm)													
	82.4	62.5	50.5	55.4	39.6	10.1	2.9	2.0	20.1	75.6	87.8	98.9	587.8
Maior valor da quantidade de Precipitação Diária (mm)													
	60.5	47.0	53.2	63.2	61.7	30.0	25.8	9.0	73.8	82.2	99.0	40.3	99.0
Data	27/1988	02/1979	05/1990	19/1997	03/1996	05/1997	05/1988	25/1997	16/1986	06/1979	06/1997	22/1996	06/11/1997
Número médio de dias com:													
RR≥ 0.1mm	9.6	11.3	7.8	10.1	5.4	1.9	1.1	0.8	3.0	7.9	6.9	10.2	76.0
RR≥ 1mm	8.0	9.2	6.5	7.6	4.3	1.2	0.5	0.5	2.3	6.3	4.9	8.9	60.2
RR≥ 10mm	2.2	1.9	1.5	1.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.5	2.2	1.3	2.3	14.3
<small>RR=Quantidade de Precipitação Diária (09-09 UTC).</small>													

Observações

Estação meteorológica sem dados para o parâmetro da Velocidade do Vento Máximo e Insolação.

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa – Portugal

Tel: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informac.oes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

102

(Página 2 de 2)



FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

ZAMBUJEIRA (188)

Lat: 37°30'N; Lon.:08°45'W; Alt.:106m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
Insolação (horas)													
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número médio de dias com Insolação:													
= 0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≤ 20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥ 80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Evaporação (mm)													
52.9	56.4	77.2	82.4	89.1	94.8	95.9	90.5	87.3	72.4	57.1	51.2	907.2	
<small>Evaporimetro de Piche; observação das 09 às 09h UTC.</small>													
Humidade Relativa média do ar (%) às 09h UTC													
89	88	82	78	75	73	73	76	77	82	88	90	81	
Velocidade média do Vento (km/h)													
7.2	8.0	7.9	8.5	8.4	8.0	7.9	7.5	6.5	6.3	6.2	7.2	7.5	
Velocidade média do Vento Máximo em 10 minutos (km/h)													
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maior valor da Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada) (km/h)													
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Data													
Número médio de dias com Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada):													
≥ 60 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥ 80 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número médio de dias com:													
Trovoada	1.0	1.2	0.8	1.3	0.8	0.4	0.2	0.3	0.7	1.3	1.1	1.6	10.7
Granizo	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
Neve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nevoeiro	1.2	1.4	1.1	0.9	1.1	1.6	2.7	2.5	3.0	2.0	1.4	1.1	20.0
Geadas	8.0	3.7	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	5.3	20.5

Observações

Estação meteorológica sem dados para o parâmetro da Velocidade do Vento Máximo e Insolação.

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

20

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa – Portugal

Tel: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

Anexo II: Procedimento seguido para a análise dos compostos fenólicos totais, adaptado do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, adaptado de Singleton & Rossi (1965)

1° - Dissolver 35 g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) em 100 mL de água destilada, de modo a preparar uma solução saturada, visto que o ponto de saturação do carbonato de sódio é de 30 g/100 mL.

2° - Dissolver 0,01 g de ácido gálico ($\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$) em 2,5 mL de etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ou $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), assim sendo a concentração da solução será 0,004 mg/mL.

3° - Pesar 0,005 g de amostra (framboesa liofilizada em pó) e adicionar 5 mL de etanol de modo a dissolver.

4° - Micropipetar para uma microplaca (de 200 μL): 10 μL da solução preparada em 3° (amostra + etanol), 160 μL de etanol, 10 μL do reagente de Folin-Ciocalteu e 20 μL da solução preparada em 1° (solução saturada de carbonato de sódio).

5° - Proceder de modo igual em 4°, porém sem adicionar a solução preparada em 3° (amostra + etanol), mas sim uma solução igual em 2° (ácido gálico + etanol) com diferentes concentrações (de 0,05 a 0,016 mg/mL).

6° - Proceder de modo igual em 4°, porém sem adicionar a solução preparada em 3° (amostra + etanol) e em 2° (ácido gálico + etanol), mas sim com 170 μL de etanol de modo a perfazer o volume total de amostra e assim preparar um branco.

Em cada passo (4°, 5° e 6°) fazer três réplicas (repetições de laboratório) de modo a minimizar erros de pipetagem que possam ocorrer.

7° Proceder à leitura com um comprimento de onda de 490 nm.

8° Elaborar a reta de calibração.

Anexo III: Procedimento seguido para a análise da capacidade antioxidante total, adaptado do método DPPH

1° - Dissolver 0,005 g de ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) em 5 mL de etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ou $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), assim a concentração da solução será 1 mg/mL.

2° - Pesar 0,005 g de amostra (framboesa liofilizada em pó) e adicionar 5 mL de etanol de modo a dissolver.

3° - Dissolver 0,004 g de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil; $\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{N}_5\text{O}_6$) em 50 mL de etanol.

4° - Micropipetar para uma microplaca (de 230 μL): 200 μL da solução preparada em

3° (DPPH + etanol) e 30 µL da solução preparada em 2° (amostra + etanol).

5° - Proceder de modo igual em 4°, porém sem adicionar a solução preparada em 2° (amostra + etanol), mas sim uma solução igual em 1° (ácido gálico + etanol) com diferentes concentrações (de 0,25 a 0,002 mg/mL).

6° - Proceder de modo igual em 4°, porém sem adicionar a solução preparada em 2° (amostra + etanol), mas sim 30 µL de etanol de modo a perfazer o volume total de amostra e assim preparar um branco.

Em cada passo (4°, 5° e 6°) fazer três réplicas (repetições de laboratório) de modo a minimizar erros de pipetagem que possam ocorrer.

7° Proceder à leitura com um comprimento de onda de 517 nm.

8° Elaborar a reta de calibração.