



**UA**lg **FCT**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

## **TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA**

**Relatório de Unidade Curricular sobre o programa, conteúdos e métodos de ensino.**

Para apreciação em provas de agregação em Ciências Agrárias de acordo com a alínea ii) do ponto 3 do art. 4º do Regulamento de Atribuição do Título Académico de Agregado da Universidade do Algarve publicado em anexo ao Despacho n.º 2251/2020 ao abrigo do nº 2 do artº 4º do Decreto-Lei nº 239/2007, de 19 de junho

**Maria Dulce Carlos Antunes**

**FARO, 2024**



# Índice

1. Introdução.....	5
2. A Pós-colheita nos cursos de Agronomia .....	5
2.1. Inserção no curriculum da licenciatura em Agronomia .....	6
3. Objetivos e competências .....	6
4. Métodos de ensino.....	7
4.1. Aulas teóricas .....	8
4.2. Aulas Práticas Laboratoriais .....	9
4.3. Seminário .....	9
4.4. Tutorias .....	10
5. Avaliação de conhecimentos.....	10
6. Programa da UC de Tecnologia Pós-colheita .....	10
6.1. Aulas Teóricas.....	10
6.2. Aulas Práticas .....	13
6.3. Organograma das aulas.....	14
7. Conteúdos programáticos das aulas teóricas .....	16
7.1. Capítulo I. Introdução.....	16
7.2. Capítulo II. Biologia e tecnologia pós-colheita .....	17
7.2.1. Perdas pós-colheita .....	17
7.2.1.1. Importância e causas das perdas pós-colheita .....	17
7.2.1.2. A diversidade dos produtos vegetais; sua estrutura e composição.....	17
7.2.2. Fisiologia pós-colheita .....	18
7.2.2.1. Maturação e senescência.....	18
7.2.2.2. Alterações bioquímicas durante a maturação e senescência.....	18
7.2.2.2.1. Alterações na estrutura e metabolismo das paredes celulares.....	18
7.2.2.2.2. Alterações nas membranas.....	19
7.2.2.2.3. Alterações nos ácidos orgânicos, hidratos de carbono, compostos voláteis, hormonas e vitaminas.....	19
7.2.2.3. Alterações nas propriedades físicas.....	21
7.2.2.3.1. Consistência e dureza.....	21
7.2.2.3.2. Alteração na cor .....	21
7.2.2.3.3. Sabor e aroma .....	22
7.2.2.4. Respiração .....	22

7.2.2.4.1. Importância da respiração na pós-colheita.....	22
7.2.2.4.2. Fatores que afetam a respiração dos produtos hortícolas .....	23
7.2.2.4.3. Frutos climatéricos e frutos não climatéricos .....	23
7.2.2.5. Transpiração.....	24
7.2.2.5.1. Importância da transpiração na pós-colheita .....	24
7.2.2.5.2. Fatores que influenciam a perda de água e seus efeitos na qualidade dos produtos.....	24
7.2.2.6. Etileno .....	25
7.2.2.6.1. Importância do etileno pré e pós-colheita.....	25
7.2.2.6.2. Biossíntese do etileno .....	25
7.2.2.6.3. Fontes e análogos do etileno .....	25
7.2.2.6.4. Efeitos benéficos do etileno e sua aplicação .....	25
7.2.2.6.5. Efeitos indesejáveis do etileno e formas de os ultrapassar .....	25
7.2.3. Influência de fatores pré-colheita nas reações pós-colheita .....	26
7.2.3.1. Fatores pré-colheita condicionantes da qualidade e do poder de conservação	26
7.2.3.2. Determinação do grau de maturação; Índices de maturação .....	26
7.2.3.3. Colheita, acondicionamento e transporte .....	26
7.3. Capítulo III. Qualidade e normalização dos produtos hortícolas .....	27
7.3.1. Critérios de qualidade .....	27
7.3.2. Avaliação da qualidade: métodos instrumentais e sensoriais .....	27
7.3.3. Normas de qualidade .....	28
7.3.4. Manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos hortícolas.....	28
7.4. Capítulo IV. Principais acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita .....	28
7.4.1. Acidentes fisiológicos .....	28
7.4.1.1. Danos causados pelo frio e pela congelação .....	28
7.4.1.2. Danos causados pelos gases (CO <sub>2</sub> e etileno) .....	29
7.4.2. Doenças de conservação .....	29
7.4.2.1. Relação entre hospedeiro e parasita; resistência ao ataque de agentes patogénicos .....	29
7.4.2.2. Bactérias e fungos .....	30
7.4.3. Controle de acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita .....	31
7.4.3.1. Métodos físicos .....	31
7.4.3.2. Métodos químicos.....	31

7.4.3.2. Controlo biológico .....	31
7.5. Capítulo V. As tecnologias pós-colheita .....	31
7.5.1. O processamento dos produtos hortícolas .....	31
7.5.1.1. Seleção e calibragem.....	31
7.5.1.2. Embalagem e transporte.....	32
7.5.2. Tecnologias de conservação.....	32
7.5.2.1. Temperatura e humidade; a necessidade de pré-refrigeração .....	32
7.5.2.2. Atmosfera modificada e atmosfera controlada .....	33
7.5.2.3. Tratamentos pós-colheita .....	33
7.5.3. Métodos de armazenamento dos produtos hortícolas .....	33
7.5.3.1. Armazenamento subterrâneo .....	34
7.5.3.2.1. Características das caves e armazéns .....	34
7.5.3.2. Câmaras frigoríficas .....	34
7.5.3.2.1. Desenho e construção de câmaras frigoríficas .....	34
7.5.3.2.2. Desenho e construção de câmaras de atmosfera controlada .....	35
7.5.3.2.3. Transporte refrigerado.....	35
7.5.4. Produtos minimamente processados ou produtos de 4ª gama .....	35
7.6. Capítulo VI. Condições de armazenamento de produtos específicos.....	35
7.6.1. Produtos hortícolas constituídos por folhas ou órgãos florais imaturos .....	35
7.6.2. Frutos climatéricos e frutos não climatéricos .....	36
7.6.3. Produtos hortícolas constituídos por órgãos subterrâneos.....	36
7.6.4. Flor de corte .....	36
7.6.5. Sementes e frutos secos.....	36
8. Conteúdos das aulas práticas.....	37
8.1. Metodologia para a realização de um trabalho sobre os aspetos da pós-colheita de um produto hortícola .....	37
8.2. Pesquisa de bibliografia sobre qualidade e pós-colheita de produtos hortícolas .....	37
8.3. Determinação de etileno e CO <sub>2</sub> por cromatografia gasosa.....	38
8.4. Determinações da cor e textura em frutos .....	39
8.5. Avaliação do teor de amido como índice de maturação .....	42
8.6. Determinação de °Brix e acidez titulável; cálculo de índices de maturação .....	44
8.7. Visita à central de preparação e expedição de pequenos frutos.....	48
8.8. Prova organolética de produtos hortícolas.....	48
8.9. Qualidade e normalização de produtos hortícolas .....	50

8.10. Visita a uma central de preparação e expedição de citrinos .....	50
8.11. Tema: Apresentação do seminário .....	50
9. Bibliografia .....	50
9.1. Livros de apoio às aulas.....	51
9.1.1. Recomendados.....	51
9.1.2. Outros livros de apoio às aulas.....	51
9.2. Revistas científicas principais .....	52
9.3. Notas fornecidas aos alunos .....	52

## **1. Introdução**

O presente relatório destina-se à obtenção do título académico de Agregado, segundo o Artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 239/2007 de 19 de junho, incluindo o programa, os objetivos, os conteúdos e os métodos de ensino da unidade curricular (UC) “Tecnologia Pós-colheita”.

A UC “Tecnologia Pós-colheita” é obrigatória no 3º ano, 2º semestre, da Licenciatura em Agronomia (1º ciclo) da Universidade do Algarve. Esta UC tem 6 ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*) correspondentes a 28 horas de aulas teóricas, 28 horas de aulas práticas laboratoriais e 100 horas de trabalho autónomo, pertencendo à Área Científica de Ciências Agrárias da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve. O código CNAEF (Classificação Nacional de Áreas de Educação e Formação) aplicado é o 621 (Produção Agrícola e Animal) e o seu contributo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) correspondem aos números 2-Eradicar a fome, 12-Produção e consumos sustentáveis e 13-Ação climática.

Esta UC foi criada no ano letivo de 1998/1999 tendo sido incluída no então curso de Licenciatura em Engenharia Agronómica – Ramo Hortofruticultura. A responsabilidade desta UC e a elaboração do referido programa foi entregue, desde o início, à candidata ao presente título académico de Agregado, que na altura tinha completado o seu Doutoramento, cujo tema se enquadrou na área da Pós-colheita.

Aquando da alteração do curso para Licenciatura em Agronomia, foram feitas as adaptações necessárias para o seu enquadramento no novo curso. Além disso, em cada ano letivo, o programa é revisto de acordo com a evolução da ciência na área da tecnologia pós-colheita.

## **2. A Pós-colheita nos cursos de Agronomia**

Tecnologia Pós-colheita é o termo utilizado para se referir ao conjunto de técnicas, tecnologias e estudos aplicados após a colheita de uma cultura, com o objetivo de garantir a sua conservação e armazenamento, minimizando as perdas dos produtos agrícolas. A pós-colheita começa no momento em que há a separação do produto do seu meio para ser utilizado como alimento e finaliza quando o produto é selecionado para o consumo final.

A ciência e tecnologia pós-colheita interessam-se pelos órgãos vegetais perecíveis, no período que decorre entre a colheita e o seu processamento ou consumo, focando ainda os aspetos relacionados com o ciclo cultural que possam influenciar a qualidade e o comportamento dos produtos em pós-colheita. Sendo material vivo, os produtos vegetais, especialmente os

hortícolas frescos, continuam o seu metabolismo após a colheita avançando o processo de senescência e acabando por morrer. O objetivo fundamental das práticas pós-colheita é atrasar suficientemente o processo de senescência, de modo a que o produto se possa conservar durante mais tempo e chegar ao consumidor sem perda de qualidade.

A parte do produto que é rejeitada para consumo constitui uma perda. As perdas pós-colheita podem ocorrer durante a colheita, manuseamento, transporte, armazenamento e comercialização dos produtos agrícolas, sendo estimadas em cerca de 30% pela FAO (*Food and Agriculture Organization*). A redução das perdas destes produtos é de primordial importância para a sustentabilidade da atividade agrícola e ambiental. A Tecnologia Pós-colheita é de extrema importância visto que grande parte das perdas acontecem durante o manuseamento, o armazenamento ou o transporte do produto. Deste modo, a UC Tecnologia Pós-colheita é, para o aluno da Licenciatura em Agronomia, objeto fundamental da sua formação.

## **2.1. Inserção no curriculum da licenciatura em Agronomia**

A UC Tecnologia Pós-colheita, sendo uma UC de especialização, está inserida no 3º ano da Licenciatura em Agronomia, pressupondo-se que os alunos adquiriram formação básica noutras áreas da ciência, tais como física, bioquímica, fisiologia vegetal, microbiologia, botânica, genética e melhoramento de plantas, nutrição vegetal, fruticultura, horticultura, bioecologia e controlo de pragas e doenças, máquinas e equipamentos agrícolas.

As UCs de especialização com uma formação técnica como a Horticultura e a Fruticultura devem ser suas precedentes, pois a Tecnologia Pós-colheita trata dos produtos delas resultantes, sendo também as práticas pré-colheita de grande importância para o sucesso destas culturas e o seu comportamento em pós-colheita.

## **3. Objetivos e competências**

A UC Tecnologia Pós-colheita visa o estudo dos processos fisiológicos dos produtos agrícolas de origem vegetal perecíveis (frutas, legumes e flores de corte) após a colheita, incluindo ainda, o processo de amadurecimento nos frutos e a determinação do estado ótimo para a colheita. De igual forma, o estudo das tecnologias adequadas para minimizar as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos agrícolas após a colheita, com especial ênfase para os produtos mais perecíveis como os hortícolas frescos, é também objetivo do programa.

Dada a diversidade dos produtos vegetais, depreende-se que esta UC faculte aos alunos uma formação de base sólida na área da Tecnologia Pós-colheita de modo a poderem interpretar e resolver problemas e, ainda, consciencializá-los para a dinâmica científica e tecnológica deste

sector, estimulando-lhes o desejo de permanente atualização e aprendizagem ao longo da vida. Assim, procura-se fomentar nos alunos a capacidade de pesquisar informação e interpretar e resolver problemas, pois o pensamento criativo, mas objetivo, e a condução do processo de tomada de decisão são de importância primordial para um adequado e competente exercício profissional.

Pretende-se transmitir aos alunos conhecimentos sobre fisiologia e tecnologias de colheita e pós-colheita de produtos agrícolas vegetais com o objetivo de manter a qualidade e prolongar a sua vida útil.

Ao frequentarem esta UC os alunos adquirirão as ferramentas básicas para atingir os seguintes objetivos principais:

- 1- Conhecer os processos fisiológicos que controlam a maturação e a senescência dos produtos vegetais;
- 2- Identificar os fatores determinantes da qualidade na pós-colheita, de forma a manter a qualidade e o valor dos produtos vegetais frescos disponíveis no mercado;
- 3- Reduzir as perdas pós-colheita e melhorar a eficiência do mercado;
- 4- Identificar processos e métodos a serem empregues no armazenamento de produtos vegetais perecíveis específicos;
- 5- Desenvolver a capacidade de consulta bibliográfica diversificada, nomeadamente de artigos técnicos e científicos relacionados com a pós-colheita.

No final da UC, o aluno deve estar apto a identificar problemas de pré ou pós-colheita em situações reais, para cada produto, e sugerir soluções adequadas do ponto de vista económico e tecnológico para a manutenção da qualidade e extensão do período de conservação e vida de prateleira dos mesmos.

#### **4. Métodos de ensino**

O desenvolvimento curricular é feito através de aulas teóricas (28 h), aulas práticas laboratoriais (28 h), onde estão incluídas 2 visitas de estudo a centrais fruteiras, e trabalho autónomo (100 h). Nas aulas teóricas presenciais são dados os conceitos básicos de qualidade e conservação para a generalidade dos produtos agrícolas vegetais, com ênfase para os mais perecíveis que são os hortícolas frescos. Nas aulas práticas são feitas avaliações de qualidade

dos produtos e visitam-se 2 centrais fruteiras da região. A última aula prática destina-se à apresentação dos trabalhos realizados pelos alunos sob a forma de seminários.

O método de ensino utilizado nesta UC pretende promover a autonomia dos alunos e a sua capacidade de análise. Deste modo, para além das aulas expositivas e práticas de medições da qualidade, pede-se aos alunos que façam um trabalho referente a um produto hortícola à sua escolha, onde devem ser propostos os procedimentos a adotar desde a colheita até ao consumo para esse produto específico, baseado em informação publicada. Estes trabalhos são apresentados num seminário onde todos os alunos têm oportunidade de discutir as metodologias propostas, contribuindo assim para a melhoria da sua capacidade de resolver problemas relacionados com a pós-colheita dos produtos agrícolas.

#### **4.1. Aulas teóricas**

As aulas teóricas são lecionadas para todos os alunos em conjunto, sendo recomendadas, mas não obrigatórias. As 28 horas de aulas teóricas são distribuídas pelas 14 semanas letivas do semestre, na frequência de 2 h por semana.

Cada aula teórica tem a duração de 50 minutos, iniciados com uma introdução ao tema, com a definição dos objetivos (no caso de se iniciar um capítulo) ou uma revisão do tema (no caso de se continuar o tema da aula anterior), com uma duração de cerca de 5 minutos. O desenvolvimento do tema ocupa cerca de 40 minutos e os restantes 5 minutos são dedicados a concluir o tema onde são sublinhadas as principais questões abordadas e se faz a ligação com a aula seguinte.

Na leção das aulas teóricas recorre-se à projeção de diapositivos e vídeos. No entanto, o docente interpela com frequência os alunos a fazerem apelo a conhecimentos de que são possuidores ou a refletirem sobre algo cuja resposta ou problematização é possível com os elementos entretanto fornecidos, sempre com o objetivo de tornar as aulas interativas. Encorajam-se os alunos a intervirem diretamente nos temas expostos para esclarecimento de dúvidas. No caso de dúvidas específicas ou motivadas por falhas no aproveitamento em disciplinas precedentes, o aluno é aconselhado a consultar o docente no horário de atendimento ao aluno (2 h semanais), para ser orientado sobre a sua preparação individual.

No início do semestre é fornecido aos alunos o programa das aulas teóricas e das aulas práticas onde vem mencionada a bibliografia recomendada e os métodos de avaliação. Também é disponibilizado aos alunos, na tutoria eletrónica, todo o material apresentado durante as aulas.

## **4.2. Aulas Práticas Laboratoriais**

As aulas práticas laboratoriais visam um prolongamento do tempo de contacto dos alunos com as matérias anteriormente apresentadas nas aulas teóricas, através da realização de trabalhos práticos. As aulas práticas têm uma duração de 2-3 horas, dependendo da extensão do trabalho a realizar, são programadas para turmas de 15 a 18 alunos que se distribuem em grupos de 2 ou 3, caso o número total de alunos seja ímpar. Com a formação de pequenos grupos pretende-se que todos os alunos participem ativamente nas atividades e permite ao docente uma melhor avaliação das dificuldades na formação de cada um dos alunos.

As aulas práticas estão programadas para começar na segunda semana letiva e acabar com a apresentação do seminário na décima segunda semana. A vantagem de se apresentar o trabalho 2 semanas antes do fim do semestre é a de que os alunos estarão mais libertos e concentrados, sem a pressão dos trabalhos finais das UCs que normalmente decorrem no final dos semestres.

O programa das aulas práticas é fornecido no início do semestre em conjunto com o programa das aulas teóricas, sendo neste caso obrigatória a presença em 3/4 das aulas. Nele são incluídos os protocolos, as normas de preparação do seminário e a forma de avaliação.

No início de cada aula prática é feita a explicação do tema a desenvolver assim como os objetivos do trabalho.

As visitas de estudo incluídas nas aulas práticas permitem ter um contacto direto com as tecnologias pós-colheita aplicadas comercialmente, com a possibilidade de poder discutir *in loco* as suas vantagens e constrangimentos.

## **4.3. Seminário**

O objetivo do seminário é que cada grupo de 2 alunos se debruce sobre os aspetos da pós-colheita de um produto hortícola específico. Como se trata de apenas uma UC no curso, não há tempo suficiente para abordar todos os aspetos específicos inerentes a cada um dos produtos. Pretende-se assim, que os alunos sejam capazes de pesquisar informação existente, para um produto com que tenham de trabalhar na sua atividade profissional, todos os aspetos relacionados com a pós-colheita do mesmo, tomando as decisões acertadas com base nos conhecimentos gerais adquiridos nas aulas teóricas e práticas da UC. Os trabalhos são apresentados oralmente durante 10 minutos por grupo, seguindo-se uma pequena discussão do tema, no decorrer da última aula prática.

## **4.4. Tutorias**

No início do semestre é definido um horário de tutoria, de acordo com a disponibilidade do docente e alunos, uma vez por semana, num período de 2 horas. Durante este período os alunos poderão esclarecer questões relacionadas com a aprendizagem da UC, em grupo ou individualmente.

## **5. Avaliação de conhecimentos**

A avaliação de conhecimentos do aluno na UC Tecnologia Pós-colheita tem em conta as duas componentes de ensino (teórico e prático). A avaliação dos conhecimentos teóricos pode ser feita por frequência (2 por semestre) ou por exame final. O critério para admissão a exame, é a participação em 3/4 das aulas práticas e informação mínima de 10 valores no conjunto dos trabalhos práticos e seminário.

O exame ou a média dos 2 testes contabilizam 60% da nota final e a nota das aulas práticas 40% (distribuídos equitativamente por participação nos trabalhos práticos e elaboração de relatórios e seminário).

## **6. Programa da UC de Tecnologia Pós-colheita**

### **6.1. Aulas Teóricas**

Capítulo I. Introdução

Capítulo II. Biologia e tecnologia pós-colheita

#### 1. Perdas pós-colheita

##### 1.1. Importância e causas das perdas pós-colheita

##### 1.2. A diversidade dos produtos vegetais: sua estrutura e composição

#### 2. Fisiologia pós-colheita

##### 2.1. Maturação e senescência

##### 2.2. Alterações bioquímicas durante a maturação e senescência

###### 2.2.1. Alterações na estrutura e metabolismo das paredes celulares

###### 2.2.2. Alterações nas membranas

2.2.3. Alterações nos ácidos orgânicos, hidratos de carbono, compostos voláteis, hormonas e vitaminas

2.3. Alterações nas propriedades físicas

2.3.1. Consistência e dureza

2.3.2. Alteração na cor

2.3.3. Sabor e aroma

2.4. Respiração

2.4.1. Importância da respiração na pós-colheita

2.4.2. Fatores que afetam a respiração dos produtos hortícolas

2.4.3. Frutos climatéricos e não climatéricos

2.5. Transpiração

2.5.1. Importância da transpiração na pós-colheita

2.5.2. Fatores que influenciam a perda de água e seus efeitos na qualidade dos produtos

2.6. Etileno

2.6.1. Importância do etileno pré e pós-colheita

2.6.2. Biossíntese do etileno

2.6.3. Fontes e análogos do etileno

2.6.4. Efeitos benéficos do etileno e sua aplicação

2.6.5. Efeitos indesejáveis do etileno e formas de os ultrapassar

3. Influência de fatores pré-colheita nas reações pós-colheita

3.1. Fatores pré-colheita condicionantes da qualidade e do poder de conservação dos produtos hortícolas

3.2. Determinação do grau de maturação; Índices de maturação

3.3. Colheita, acondicionamento e transporte

Capítulo III. Qualidade e normalização dos produtos hortícolas

1. Critérios de qualidade

2. Avaliação da qualidade: métodos instrumentais e sensoriais

3. Normas de qualidade

4. Manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos hortícolas

#### Capítulo IV. Principais acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita

1. Acidentes fisiológicos

1.1. Danos causados pelo frio e pela congelação

1.2. Danos causados pelos gases (CO<sub>2</sub> e etileno)

2. Doenças de conservação

2.1. Relação entre hospedeiro e parasita; resistência ao ataque de agentes patogénicos

2.2. Bactérias e fungos

3. Controle de acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita

3.1. Métodos físicos

3.2. Métodos químicos

3.3. Controle biológico

#### Capítulo V. As tecnologias pós-colheita

1. O processamento dos produtos hortícolas

1.1. Seleção e calibragem

1.2. Embalagem e transporte

2. Tecnologias de conservação

2.1. Temperatura e humidade; a necessidade de pré-refrigeração

2.2. Atmosfera modificada e atmosfera controlada

3. Tratamentos pós-colheita

4. Métodos de armazenamento dos produtos hortícolas

4.1. Armazenamento subterrâneo, caves e armazéns

4.1.1. Características das caves e armazéns

4.2. Câmaras frigoríficas

4.2.1. Desenho e construção de câmaras frigoríficas

4.2.2. Desenho e construção de câmaras de atmosfera controlada

4.2.3. Transporte refrigerado

5. Produtos minimamente processados ou produtos de 4ª gama

#### Capítulo VI. Condições de armazenamento de produtos hortícolas específicos

1. Produtos hortícolas constituídos por folhas ou órgãos florais imaturos

2. Frutos climatéricos e frutos não climatéricos

3. Produtos hortícolas constituídos por órgãos subterrâneos

4. Flores de corte

5. Sementes e frutos secos

### **6.2. Aulas Práticas**

1. Metodologia para a realização de um trabalho sobre os aspetos da pós-colheita de um produto hortícola

2. Pesquisa de bibliografia sobre qualidade e pós-colheita de produtos hortícolas

3. Determinação de etileno e CO<sub>2</sub> por cromatografia gasosa

4. Determinações da cor e textura em frutos

5. Avaliação do teor de amido como índice de maturação

6. Determinação de °Brix e acidez titulável; cálculo de índices de maturação

7. Visita a uma central de preparação e expedição de pequenos frutos

8. Prova organolética de produtos hortícolas

9. Qualidade e normalização de produtos hortícolas

10. Visita a uma central de preparação e expedição de citrinos

11. Seminário

### 6.3. Organograma das aulas

Tabela 1. Aulas Teóricas

Aula	Duração (horas)	Programa
1	1	Capítulo I. Introdução
2	1	Capítulo II. Biologia e tecnologia pós-colheita 1. Perdas pós-colheita 1.1. Importância e causas das perdas pós-colheita 1.2. A diversidade dos produtos vegetais: sua estrutura e composição
3	1	2. Fisiologia pós-colheita 2.1. Maturação e senescência 2.2. Alterações bioquímicas durante a maturação e senescência 2.2.1. Alterações na estrutura e metabolismo das paredes celulares
4	1	2.2.2. Alterações nas membranas 2.2.3. Alterações nos ácidos orgânicos, hidratos de carbono, compostos voláteis, hormonas e vitaminas
5	1	2.3. Alterações nas propriedades físicas 2.3.1. Consistência e dureza 2.3.2. Alteração na cor 2.3.3. Sabor e aroma
6	1	2.4. Respiração 2.4.1. Importância da respiração na pós-colheita 2.4.2. Fatores que afetam a respiração dos produtos hortícolas 2.4.3. Frutos climatéricos e não climatéricos
7	1	2.5. Transpiração 2.5.1. Importância da transpiração na pós-colheita 2.5.2. Fatores que influenciam a perda de água e seus efeitos na qualidade dos produtos
8	1	2.6. Etileno 2.6.1. Importância do etileno pré e pós-colheita 2.6.2. Biossíntese do etileno
9	1	2.6.3. Fontes e análogos do etileno 2.6.4. Efeitos benéficos do etileno e sua aplicação 2.6.5. Efeitos indesejáveis do etileno e formas de os ultrapassar
10	1	3. Influência de fatores pré-colheita nas reações pós-colheita 3.1. Fatores pré-colheita condicionantes da qualidade e do poder de conservação dos produtos hortícolas 3.2. Determinação do grau de maturação; Índices de maturação
11	1	3.3. Colheita, acondicionamento e transporte
12	1	1º Teste de avaliação
13	1	Capítulo III. Qualidade e normalização dos produtos hortícolas 1. Critérios de qualidade
14	1	2. Avaliação da qualidade: métodos instrumentais e sensoriais 3. Normas de qualidade
15	1	4. Manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos hortícolas
16	1	Capítulo IV. Principais acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita 1. Acidentes fisiológicos

		<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Danos causados pelo frio e pela congelação</li> <li>1.2. Danos causados pelos gases (CO<sub>2</sub> e etileno)</li> </ul>
17	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Doenças de conservação <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Relação entre hospedeiro e parasita; resistência ao ataque de agentes patogénicos</li> <li>2.2. Bactérias e fungos</li> </ul> </li> </ul>
18	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Controle de acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Métodos físicos</li> <li>3.2. Métodos químicos</li> <li>3.3. Controle biológico</li> </ul> </li> </ul>
19	1	<p><u>Capítulo V.</u> As tecnologias pós-colheita</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. O processamento dos produtos hortícolas <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Seleção e calibragem</li> <li>1.2. Embalagem e transporte</li> </ul> </li> </ul>
20	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Tecnologias de conservação <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Temperatura e humidade; a necessidade de pré-refrigeração</li> <li>2.2. Atmosfera modificada e atmosfera controlada</li> </ul> </li> </ul>
21	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Tratamentos pós-colheita</li> </ul>
22	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. Métodos de armazenamento dos produtos hortícolas <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Armazenamento subterrâneo, caves e armazéns <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. Características das caves e armazéns</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
23	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2. Câmaras frigoríficas <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Desenho e construção de câmaras frigoríficas</li> </ul> </li> </ul>
24	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.2. Desenho e construção de câmaras de atmosfera controlada</li> <li>4.2.3. Transporte refrigerado</li> </ul>
25	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>5. Produtos minimamente processados ou produtos de 4ª gama</li> </ul>
26	1	<p><u>Capítulo VI.</u> Condições de armazenamento de produtos hortícolas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Produtos hortícolas constituídos por folhas ou órgãos florais imaturos</li> <li>2. Frutos climatéricos e frutos não climatéricos</li> <li>3. Produtos hortícolas constituídos por órgãos subterrâneos</li> </ul>
27	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. Flores de corte</li> <li>5. Sementes e frutos secos</li> </ul>
28	1	2º Teste de avaliação
Total	28 h	

**Tabela 2. Aulas Práticas**

Aula	Duração (horas)	Programa
1	2	1. Metodologia para a realização de um trabalho sobre os aspetos da pós-colheita de um produto hortícola
2	2	2. Pesquisa de bibliografia sobre qualidade e pós-colheita de produtos hortícolas
3	3	3. Determinação de etileno e CO <sub>2</sub> por cromatografia gasosa
4	2	4. Determinações da cor e textura em frutos
5	2	5. Avaliação do teor de amido como índice de maturação
6	3	6. Determinação de °Brix e acidez titulável; cálculo de índices de maturação.
7	3	7. Visita a uma central de preparação e expedição de pequenos frutos
8	3	8. Prova organolética de produtos hortícolas
9	2	9. Qualidade e normalização de produtos hortícolas
10	3	10. Visita a uma central de preparação e expedição de citrinos
11	3	11. Seminário
Total	28 h	

## 7. Conteúdos programáticos das aulas teóricas

### 7.1. Capítulo I. Introdução

#### Número de aulas: 1 (1 hora)

Na primeira aula é feita a apresentação do programa da UC Tecnologia Pós-colheita. São referidos os objetivos gerais da pós-colheita, a sua importância no sucesso da empresa agrícola, bem como a sua relação com outras UCs do curso de Agronomia. O docente tenta inteirar-se dos interesses científicos e profissionais dos alunos e pede-lhes que comentem a sua formação anterior e o que esperam aprender com esta UC.

Nesta primeira aula entrega-se aos alunos o programa sintético das aulas práticas e teóricas, a lista de bibliografia recomendada, e estabelecem-se o regime e as datas de avaliação.

De modo a motivar os alunos para a importância do conhecimento desta UC, pede-se aos alunos que vejam em casa dois vídeos sobre “perdas de produção na cadeia alimentar” que são colocados na tutoria. Pede-se aos alunos que anotem as questões mais pertinentes e possíveis soluções para serem discutidas nas aulas do capítulo que se segue.

## **7.2. Capítulo II. Biologia e tecnologia pós-colheita**

**Número de aulas: 10 (10 horas)**

### **7.2.1. Perdas pós-colheita**

#### **7.2.1.1. Importância e causas das perdas pós-colheita**

Inicia-se a aula com o conceito de perda pós-colheita, como sendo qualquer mudança na disponibilidade, palatibilidade, salubridade ou qualidade do produto que o impeça de ser utilizado pelos consumidores. Menciona-se que as perdas podem ocorrer durante o manuseamento, transporte, armazenamento e comercialização dos produtos. Explica-se que o nível de perda de qualidade, na qual o produto se torna inaceitável para consumo, varia entre sociedades e entre níveis sociais dentro da mesma sociedade. As perdas podem ir de 0 a 100 % dependendo das metodologias aplicadas, sendo estimadas em cerca de 30%. O conhecimento interdisciplinar sobre pré-colheita, colheita, pós-colheita e comercialização para cada uma das culturas é essencial para a redução substancial das perdas.

Neste momento, os alunos são interpelados a apresentar as suas dúvidas, comentários e possíveis soluções para a problemática da redução do desperdício alimentar, com foco principal nos produtos hortícolas frescos, por serem os mais perecíveis.

Deste modo, incrementa-se o interesse dos alunos para a temática da UC, aumentando o seu interesse nas matérias lecionadas tanto a nível da compreensão da rápida senescência dos produtos hortícolas, como das tecnologias que retardam a mesma, mantendo os produtos com qualidade durante mais tempo, reduzindo as perdas pós-produção.

#### **7.2.1.2. A diversidade dos produtos vegetais; sua estrutura e composição**

Neste ponto define-se a diversidade dos produtos vegetais em função das suas características: Plantas inteiras; partes vegetativas das plantas (folhas, pecíolos, caules, gomos axilares, inflorescências, parte vegetativa completa); frutos (imatuross, maduros); sementes; órgãos de armazenamento subterrâneos (raízes, rizomas, tubérculos, bolbos, cormos).

Refere-se a perecibilidade dos produtos hortícolas frescos pelo facto de serem produtos 'vivos' que continuam as suas funções metabólicas em pós-colheita sem o suporte da planta 'mãe'.

Faz-se a distinção entre produtos altamente perecíveis (hortícolas frescos) e menos perecíveis (sementes e frutos secos).

## **7.2.2. Fisiologia pós-colheita**

Neste ponto menciona-se o conceito de fisiologia pós-colheita, como a parte da fisiologia vegetal relacionada com os processos metabólicos dos produtos após a sua colheita.

### **7.2.2.1. Maturação e senescência**

Neste ponto, abordam-se as fases de desenvolvimento das plantas. Define-se a maturação como um componente integral de qualidade, principalmente no contexto de maturação comercial. Ensina-se a distinção entre maturação fisiológica que corresponde a um estado particular do desenvolvimento da planta ou órgão da planta e maturação comercial que corresponde ao estado de desenvolvimento da planta ou do órgão da planta tal como é requerido pelo mercado. A maturação organoléptica é definida como o estado do produto tal como ele é apreciado pelo consumidor e que resulta da sensação provocada pela interação dos sentidos humanos ao consumirem o produto, sobretudo o aspeto, sabor, aroma e textura. Refere-se a senescência como sendo o período em que os processos bioquímicos anabólicos dão lugar aos processos catalíticos levando ao envelhecimento e à morte dos tecidos. Estabelece-se a relação entre estes conceitos e os produtos hortícolas após a colheita.

### **7.2.2.2. Alterações bioquímicas durante a maturação e senescência**

Refere-se a importância do conhecimento das alterações que ocorrem durante a colheita, para o estabelecimento dos métodos apropriados de manuseamento durante e após a colheita, com o objetivo de preservar o melhor possível a qualidade desde a altura em que os produtos são colhidos até ao seu consumo, passando pelo armazenamento.

Refere-se neste ponto que as alterações bioquímicas durante a maturação e senescência estão relacionadas com alterações no metabolismo, síntese de proteínas e expressão genética.

#### **7.2.2.2.1. ALTERAÇÕES NA ESTRUTURA E METABOLISMO DAS PAREDES CELULARES**

O metabolismo das paredes celulares durante o amadurecimento é aqui explicado. Refere-se a constituição da parede celular: polímeros de hidratos de carbono (90-95%) e glicoproteínas (5-10%). Lembra-se a função da parede celular. Define-se a estrutura da parede celular e a composição das respetivas fases (microfibrilar e matrix), o tipo de ligações na parede celular (ligações não-covalentes, iónicas e hidrofóbicas) e as suas propriedades químicas e físicas.

Menciona-se o amolecimento dos frutos durante o amadurecimento como consequência das alterações no metabolismo da parede celular devido à solubilização parcial das celulosas, hemicelulosas e pectinas. Refere-se que nalguns casos a degradação do amido e a perda de turgidez também contribuem para alterar a textura, mas em menor escala.

Referem-se as enzimas que degradam a estrutura da parede celular principalmente a lamela média e a forma como elas são ativadas e/ou sintetizadas ou controladas ao nível da expressão genética e como atuam durante o amadurecimento (sendo as principais: poligalacturonase, celulase e pectinesterase). É aqui referida a forma como os produtos transgênicos que contêm genes 'antisense' para estas enzimas contribuem para o prolongamento da sua vida útil (ex. cultivares de tomate "long-Life"). Menciona-se que os radicais livres provenientes da dissolução da parede celular têm um papel ativo no avanço de outros processos que caracterizam o amadurecimento e a senescência.

#### **7.2.2.2.2. ALTERAÇÕES NAS MEMBRANAS**

Referem-se as biomembranas como sendo estruturas estáveis constituídas por lípidos e proteínas ligadas por ligações não covalentes que lhes conferem fluidez, que delimitam compartimentos e controlam o movimento de moléculas. É dado maior ênfase aos lípidos pois as suas alterações vão modificar a permeabilidade da membrana, a sua capacidade de transferir energia e a atividade das enzimas que lhe estão associadas e que têm um papel fundamental no processo da senescência.

Menciona-se a composição lipídica das membranas das células vegetais: Os fosfolípidos e galactolípidos. Refere-se a importância do aumento da insaturação dos ácidos gordos ao longo do armazenamento a baixas temperaturas, contribuindo para a manutenção da fluidez da membrana, diminuindo assim o ponto de congelação; a degradação da clorofila como consequência da degradação dos lípidos das membranas principalmente glicolípidos; o declínio dos fosfolípidos durante a senescência destruindo a integridade das membranas.

Refere-se a peroxidação dos lípidos catalisada pelas enzimas lipoxidases ou lipoxigenases e a sua importância para o início da senescência, sendo os principais substratos os ácidos gordos linoleico e linolénico.

Explica-se a relação entre membranas celulares e o sabor e aroma, produção de voláteis e alterações na pigmentação (perda de clorofila, produção de carotenos e licopenos).

#### **7.2.2.2.3. ALTERAÇÕES NOS ÁCIDOS ORGÂNICOS, HIDRATOS DE CARBONO, COMPOSTOS VOLÁTEIS, HORMONAS E VITAMINAS**

Ácidos orgânicos: Refere-se neste ponto os principais ácidos orgânicos dos produtos hortícolas (cítrico e málico), embora nalguns produtos dominem o tartárico (ex. uvas), oxálico (ex. espinafre) e isocítrico (ex. morango). Explica-se a sua importância para o sabor, principalmente nos frutos.

É abordada a diminuição dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento e o armazenamento por serem utilizados na respiração ou convertidos em açúcares. Os ácidos orgânicos tendem a diminuir mais rapidamente em órgãos que não são de reserva (ex. folhas) após a colheita, por serem os substratos da respiração quando se acabam os hidratos de carbono.

Hidratos de carbono: Relembra-se que os hidratos de carbono são os principais constituintes de frutos e vegetais a seguir à água e que os principais açúcares presentes são glicose, sacarose e frutose. Refere-se que o teor de hidratos de carbono em produtos hortícolas frescos sofre alterações contínuas após a colheita, em termos de quantidade e qualidade, devido a serem os principais substratos para o metabolismo das plantas. Alerta-se o aluno para o facto de que, de uma forma geral, à medida que aumenta a temperatura de armazenamento aumenta a decomposição do amido e a decomposição de outros hidratos de carbono. Também a decomposição de hidratos de carbono diminui com a diminuição do oxigénio na atmosfera e o aumento da concentração de CO<sub>2</sub>.

Compostos voláteis: Explica-se que todos os frutos e vegetais produzem um grupo de compostos voláteis importantes para o sabor e aroma característicos do produto. Referem-se os principais voláteis e as alterações na sua produção pós-colheita. A colheita demasiado cedo tem um efeito negativo na produção de voláteis constituintes de muitos frutos. As condições de armazenamento e sua duração também afetam a produção de voláteis durante e depois da sua saída do armazenamento. Menciona-se que alguns voláteis tais como o acetaldeído podem contribuir para o desenvolvimento de acidentes fisiológicos pós-colheita. Uma das consequências das temperaturas elevadas é a maior produção de voláteis. Os compostos voláteis produzidos pós-colheita podem ser produzidos por enzimas que se encontram em tecidos intactos ou induzidas após danos causados ao tecido.

Hormonas: Relembra-se que as principais fito-hormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico e etileno) têm um papel regulador em todos os aspetos do crescimento das plantas, desde a germinação à senescência. Refere-se que a aplicação de citoquininas sintéticas pré- e pós-colheita atrasam a senescência dos vegetais verdes, que o ácido giberélico reduz a produção de etileno em algumas flores e retarda a senescência da epiderme em citrinos e que a aplicação de auxinas durante o amadurecimento dos frutos retarda o seu amadurecimento.

Vitaminas: Relembra-se que frutos e vegetais são fontes importantes de vitaminas necessárias na dieta humana. Fala-se nas vitaminas mais importantes (A, B, C e D) e minerais (fósforo,

cálcio, potássio, ferro e magnésio). Refere-se que a sua perda durante a pós-colheita é parcial devido à utilização das vitaminas como substratos.

Explicam-se os efeitos das condições de armazenamento no teor de vitaminas. O aumento da temperatura, de uma maneira geral, aumenta as suas perdas. São apresentados exemplos de exceções sobretudo em produtos sensíveis às baixas temperaturas (*chilling*). A baixa humidade relativa diminui de uma maneira geral o teor de vitaminas sobretudo nos produtos mais suscetíveis à perda de água. A modificação da atmosfera (redução de O<sub>2</sub> e aumento de CO<sub>2</sub>) reduz as perdas de vitaminas embora de forma variável de acordo com os produtos e as concentrações destes gases.

Minerais: Refere-se que mudanças no teor de minerais não são esperadas durante a pós-colheita. Contudo, notáveis mudanças podem ocorrer durante o armazenamento e transporte em produtos que são compostos por diferentes órgãos da planta por haver uma troca ativa de minerais entre os órgãos durante o período pós-colheita (ex. couve-flor).

### **7.2.2.3. Alterações nas propriedades físicas**

As alterações nas propriedades físicas estão relacionadas com alterações na cor, textura, sabor e aroma.

#### **7.2.2.3.1. CONSISTÊNCIA E DUREZA**

Relembra-se que os frutos ficam mais moles à medida que vão amadurecendo devido à solubilização parcial das celulosas, hemicelulosas e pectinas da parede celular. Explica-se que as alterações na textura afetam a palatibilidade do produto e a sua capacidade de armazenamento. Chama-se a atenção para o facto de nos frutos consumidos maduros o amolecimento ser essencial, enquanto para alguns frutos consumidos imaturos o amolecimento é prejudicial. São apresentados exemplos.

É referido que a lenhificação de alguns produtos hortícolas pode ocorrer após a colheita ou durante a senescência, depreciando-os. São apresentados exemplos.

#### **7.2.2.3.2. ALTERAÇÃO NA COR**

Chama-se a atenção para o facto de muitos frutos apresentarem grandes mudanças na sua pigmentação durante o amadurecimento, servindo muitas vezes a cor como índice de maturação. Relembra-se que as alterações na cor dos frutos são devidas sobretudo à perda de clorofila e síntese de carotenóides e antocianinas, embora alguns frutos retenham a clorofila durante o amadurecimento. Refere-se que alguns frutos não sofrem grandes mudanças na cor

durante o amadurecimento ou estas não coincidem com a maturação gustativa, não podendo a cor, nestes casos, ser usada como índice de maturação.

Explica-se que para os produtos vegetais de folhas, caules ou flores, a cor é um dos principais atributos e, de uma maneira geral, órgãos mais maduros possuem cor verde mais intensa e órgãos mais imaturos possuem cor verde mais clara. Nestes produtos o principal problema de perda de qualidade é a perda de clorofila.

Alerta-se para o facto de a altura da colheita poder afetar a formação de determinados pigmentos. Refere-se também como alguns fatores ambientais tais como a luz, temperatura e concentração de oxigénio podem ter um papel fundamental no desenvolvimento da cor nestes produtos.

#### **7.2.2.3.3. SABOR E AROMA**

Explica-se que o sabor e o aroma estão interligados e contribuem em conjunto para a aceitação do produto. O sabor é determinado principalmente pelo balanço entre açúcares e ácidos e o aroma por compostos voláteis. Relembra-se as mudanças que estes compostos sofrem durante a maturação e pós-colheita.

#### **7.2.2.4. Respiração**

Refere-se o papel da respiração na rutura oxidativa de substratos complexos presentes nas células tais como amido, açúcares e ácidos orgânicos em moléculas simples (água e CO<sub>2</sub>), com a produção de energia e outras moléculas que podem ser utilizadas pela célula para reações sintéticas. Relembra-se a respiração anaeróbica.

##### **7.2.2.4.1. IMPORTÂNCIA DA RESPIRAÇÃO NA PÓS-COLHEITA**

Salienta-se a importância da respiração na duração pós-colheita dos produtos hortícolas frescos, por significar perda de substrato e conseqüentemente de reserva nutritiva, e a necessidade de oxigénio para manter a respiração aeróbia. Explica-se como a produção de calor pela respiração contribui para o estabelecimento das necessidades em refrigeração (capacidade de refrigeração, circulação do ar e ventilação).

Faz-se referência à taxa respiratória de um produto hortícola (produção de CO<sub>2</sub> por kg de peso fresco por hora) como sendo um excelente indicador da atividade metabólica do produto e conseqüentemente da sua vida potencial pós-colheita.

#### **7.2.2.4.2. FATORES QUE AFETAM A RESPIRAÇÃO DOS PRODUTOS HORTÍCOLAS**

São referidos os fatores que afetam a taxa respiratória na pós-colheita, tais como:

- 1- Fatores inerentes ao produto (tipo de produto e genótipo). Exemplos: órgãos de reserva respiram menos, vegetais de folhas ou inflorescências respiram muito, frutos imaturos respiram mais que frutos maduros, sementes respiram pouco.
- 2- Estádio do desenvolvimento no momento da colheita (a respiração é maior nos estádios de desenvolvimento mais jovens).
- 3- Composição química do produto: De uma maneira geral a taxa respiratória decresce com o decréscimo do teor de água do tecido; A composição química do produto determina qual o substrato a ser utilizado na respiração e conseqüentemente a taxa respiratória; O quociente respiratório (QR) mede a quantidade de CO<sub>2</sub> produzido ou O<sub>2</sub> consumido, no mesmo período de tempo; O seu valor difere consoante o substrato energético sendo QR=1 para hidratos de carbono, QR<1 para lípidos e QR>1 para ácidos orgânicos.
- 4- Fatores ambientais: Refere-se a temperatura como o fator ambiental mais importante na vida pós-colheita de produtos hortícolas devido ao seu efeito na velocidade das reações biológicas, incluindo a respiração. No intervalo de temperaturas em que ocorrem as reações fisiológicas, estas podem aumentar para o dobro ou triplo por cada aumento de 10 °C de temperatura. Exceção para os produtos sensíveis às temperaturas baixas (*chilling*) em que a respiração pode aumentar durante a exposição a baixas temperaturas ou após o seu retorno para temperaturas mais elevadas. Dá-se o coeficiente de temperatura para intervalos de 10 °C (Q<sub>10</sub>), referem-se os vários Q<sub>10</sub> para temperaturas de 0 a 50 °C.

Explica-se que a concentração de O<sub>2</sub> ao baixar reduz a respiração até entrar em anaerobiose, e o aumento de CO<sub>2</sub> também reduz a respiração, mas em concentrações muito elevadas pode causar acidentes fisiológicos e o conseqüente aumento da respiração. O etileno aumenta a respiração em frutos não climatéricos e outros produtos hortícolas e desencadeia o processo climactérico nos frutos climatéricos. 'Stress' de vários tipos aumenta a respiração, sendo este aumento proporcional à sua severidade.

#### **7.2.2.4.3. FRUTOS CLIMATÉRICOS E FRUTOS NÃO CLIMATÉRICOS**

Abordam-se os critérios que caracterizam os frutos climatéricos e os não climatéricos, principalmente a produção de etileno e a respiração durante o seu amadurecimento. São dados os conceitos de respiração climatérica, autocatálise da produção de etileno e os fatores que as desencadeiam. Define-se para os frutos as fases pré-climatérico, mínimo climatérico,

aumento climatérico, pico climatérico e pós-climatérico. Dão-se exemplos de frutos climatéricos e frutos não climatéricos. Mencionam-se os grupos de frutos climatéricos em que o aumento respiratório coincide, é anterior ou é posterior à autocatálise do etileno. Explica-se a resposta diferenciada dos frutos climatéricos e não-climatéricos à aplicação externa de etileno. Refere-se o estado de maturação à colheita para frutos climatéricos e não climatéricos. São apresentados exemplos de frutos de comportamento climatérico atípico ou pouco definido.

#### **7.2.2.5. Transpiração**

Relembra-se que os produtos hortícolas frescos são constituídos principalmente por água. Refere-se a transpiração como a principal causa da perda de água e um dos fatores mais importantes em pós-colheita, uma vez que a turgidez é o fator principal para garantir a 'frescura' dos produtos.

##### **7.2.2.5.1. IMPORTÂNCIA DA TRANSPIRAÇÃO NA PÓS-COLHEITA**

Refere-se que a transpiração dos produtos hortícolas continua após a colheita e conduz à sua perda de peso. Como estes produtos estão desligados da planta 'mãe' dependem sobretudo das suas reservas hídricas. Explica-se a importância da transpiração para a redução da temperatura à superfície das plantas e as consequências de haver rutura no fornecimento de água pela planta ao órgão: redução da transpiração e aumento da temperatura nas células e células superficiais menos ativas e consequentemente mais suscetíveis ao ataque de parasitas.

##### **7.2.2.5.2. FATORES QUE INFLUENCIAM A PERDA DE ÁGUA E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DOS PRODUTOS**

Refere-se neste ponto que as taxas de transpiração dos produtos hortícolas após a colheita são muito diferentes consoante o produto, devido às suas propriedades físico-químicas. Explicam-se os fatores que contribuem para a transpiração:

- 1- Fatores inerentes ao produto: Respiração (libertação de água e produção de energia); quociente entre área superficial/volume do produto (maior quociente corresponde a uma maior perda de água); natureza da superfície do produto (estrutura da cutícula como barreira à perda de água e sua relação com os poros da epiderme);
- 2- Fatores externos. Exemplos: Cortes por causas mecânicas, movimento do ar à volta do produto, temperatura elevada, humidade relativa baixa, pressão barométrica.

Refere-se também a importância da redução imediata da temperatura (pré-arrefecimento) de produtos mais perecíveis para a temperatura de armazenamento.

Salientam-se as consequências da transpiração na qualidade dos produtos hortícolas. Refere-se a perda de peso que a partir de 3-5%, dependendo do produto, causa um significativo emurchecimento, redução na firmeza, enrugamento e menor qualidade gustativa.

#### **7.2.2.6. Etileno**

##### **7.2.2.6.1. IMPORTÂNCIA DO ETILENO PRÉ E PÓS-COLHEITA**

Explica-se que o etileno é uma hormona vegetal gasosa de importância primordial no avanço dos processos de amadurecimento e senescência dos produtos hortícolas. Refere-se que o etileno é ativo mesmo em pequenas concentrações, e a forma de o medir por cromatografia gasosa. Explica-se o comportamento dos frutos climatéricos e não climatéricos em relação à produção e sensibilidade ao etileno.

##### **7.2.2.6.2. BIOSÍNTESE DO ETILENO**

Explica-se o percurso de formação do etileno a partir do precursor metionina e os produtos intermediários S-adenosil-metionina (SAM) e ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Dá-se especial atenção às enzimas que participam na formação do etileno ACC sintase e ACC oxidase. Explica-se a importância de cada uma delas, as implicações de serem codificadas por famílias multigénicas, podendo ser ativadas por diferentes fatores genéticos ou ambientais. Refere-se a forma como atuam e explicam-se os fatores que desencadeiam a sua formação e/ou ativação. Expõe-se o processo de desencadeamento da autocatálise do etileno.

##### **7.2.2.6.3. FONTES E ANÁLOGOS DO ETILENO**

Neste ponto explica-se que o etileno é produzido naturalmente pelos frutos climatéricos na altura do seu amadurecimento, ou por frutos não climatéricos e outras partes das plantas em situações de stress (são apresentados exemplos). Enumeram-se outras fontes externas de etileno e os fatores que condicionam a resposta das plantas à exposição ao etileno.

##### **7.2.2.6.4. EFEITOS BENÉFICOS DO ETILENO E SUA APLICAÇÃO**

Chama-se a atenção para o facto de a aplicação de etileno poder ser benéfica em situações específicas, em que se pretenda amadurecer rapidamente os frutos para a sua colocação imediata no mercado ou uniformidade do amadurecimento. São apresentados exemplos e os cuidados a ter neste processo.

##### **7.2.2.6.5. EFEITOS INDESEJÁVEIS DO ETILENO E FORMAS DE OS ULTRAPASSAR**

Enumeram-se os principais efeitos indesejáveis da presença de etileno. Chama-se a atenção para o principal efeito indesejável do etileno, o avanço da senescência nos produtos hortícolas. São apresentados exemplos de efeitos particulares do etileno nalguns produtos hortícolas.

Explicam-se as formas de reduzir a produção e/ou presença de etileno no armazenamento, tais como, redução de temperatura, uniformidade de maturação, acondicionamento separado de produtos diferentes, atmosfera controlada, impermeabilização das câmaras de armazenamento e depuradores ou absorvedores de etileno dentro das câmaras.

### **7.2.3. Influência de fatores pré-colheita nas reações pós-colheita**

#### **7.2.3.1. Fatores pré-colheita condicionantes da qualidade e do poder de conservação**

Neste ponto são referidos os fatores pré-colheita que vão afetar a qualidade e o poder de conservação dos produtos hortícolas tais como, o material vegetal utilizado, cultivares adaptadas ao clima local e aceites pelo mercado, resistência a pragas e doenças, produção adequada, práticas culturais adequadas (nutrição, rega, aplicação de pesticidas) e determinação exata da altura da colheita. São referidos alguns acidentes fisiológicos pós-colheita relacionados com fatores pré-colheita.

Chama-se a atenção para a importância da composição química e condições fisiológicas do produto como determinantes do seu poder de conservação, assim como a adaptabilidade dos diferentes produtos às diferentes condições de armazenamento.

#### **7.2.3.2. Determinação do grau de maturação; Índices de maturação**

Explica-se o conceito de maturação mínima aceitável para uma colheita variável, dependendo da espécie e cultivar. Faz-se referência aos métodos práticos de observação visual, medições físicas e análises químicas, como métodos de estabelecimento desse ponto. Enunciam-se os diferentes processos para a determinação do estado ou momento ótimo da colheita em diferentes culturas e as precauções a tomar com a variação do estado de maturação de diferentes produtos e as suas implicações ao nível da posterior conservação.

São apresentados exemplos de índices de maturação para diferentes produtos hortícolas, assim como as técnicas para os determinar.

#### **7.2.3.3. Colheita, acondicionamento e transporte**

Refere-se a importância de determinar o momento ótimo de colheita. Abordam-se os métodos de colheita das principais culturas hortícolas e os cuidados a ter na colheita, sobretudo dos produtos mais perecíveis, tais como, condições climáticas, manuseamento, transporte rápido e arrefecimento. Explicam-se as melhores formas de acondicionar e transportar os diferentes produtos hortícolas do campo para o armazém.

## **7.3. Capítulo III. Qualidade e normalização dos produtos hortícolas**

**Número de aulas: 3 (3 horas)**

### **7.3.1. Critérios de qualidade**

Neste capítulo começa-se por referir o conceito de qualidade dos pontos de vista do produtor, do comerciante e do consumidor.

Chama-se a atenção para os principais fatores envolvidos na perceção da qualidade sensorial: processos fisiológicos e sociológicos inerentes ao consumidor e estimulados pelas propriedades físicas e químicas do produto. Refere-se que os critérios de qualidade podem ser internos ou externos. Explicam-se os critérios de qualidade mais importantes para os consumidores tais como aspeto, incluindo tamanho, cor, forma e uniformidade; condição e ausência de defeitos; textura; sabor e aroma; valor nutricional; segurança alimentar (isenção de produtos químicos, tóxicos ou contaminação microbiana).

### **7.3.2. Avaliação da qualidade: métodos instrumentais e sensoriais**

Chama-se a atenção para o facto de a qualidade poder ser medida diretamente por métodos sensoriais ou indiretamente por métodos físicos e químicos. Explica-se que os métodos objetivos físicos e químicos providenciam informação específica sobre a composição do produto e os métodos sensoriais providenciam formas de integrar parâmetros diferentes e avaliar o seu impacto na qualidade sensorial. Explicam-se os painéis de consumidores e os painéis de provadores para avaliação sensorial da qualidade e as condições específicas em que se realizam.

Referem-se os principais métodos instrumentais (físicos e químicos) de avaliação de qualidade:

- 1- Medição da textura dos produtos hortícolas: Dureza ou firmeza, deformação, consistência, adesividade e elasticidade. Explica-se como a firmeza pode ser medida com penetrómetros de bolso diretamente no campo, e como outros aparelhos para medir a textura, mais sofisticados, são usados em laboratório.
- 2- Métodos de avaliação da cor: Cartas com cores padrão, medições do teor de clorofila e colorímetros baseados nas coordenadas CIEL\*a\* b\*, °hue e chroma.
- 3- Métodos laboratoriais rápidos de avaliação dos teores de açúcares (°Brix) e ácidos orgânicos (acidez titulável).
- 4- Determinação de compostos voláteis.

Chama-se a atenção para a importância da integração dos métodos subjetivos (sensoriais) e objetivos (físicos e químicos) na avaliação da qualidade de produtos hortícolas.

### **7.3.3. Normas de qualidade**

Os alunos são alertados para a importância do estabelecimento de normas de qualidade para cada produto, de modo a providenciar uma linguagem comum entre produtores, comerciantes e consumidores. Refere-se a regulamentação Comunitária relativamente aos produtos hortícolas, assim como os seus principais interesses e limites. Informam-se os alunos das formas de aplicação dos regulamentos e a sua inspeção.

### **7.3.4. Manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos hortícolas**

É aqui lembrado que é objetivo da pós-colheita minimizar as perdas qualitativas e quantitativas dos produtos hortícolas desde a colheita até ao seu consumo ou processamento. Refere-se que para isso é importante perceber os fatores biológicos e ambientais envolvidos na deterioração dos produtos e usar as tecnologias pós-colheita adequadas para retardar a senescência e manter a qualidade o melhor possível. Explica-se que qualquer esforço para manter ou, mesmo, melhorar a qualidade de um produto específico envolve a integração de componentes desde a produção até ao consumo.

Faz-se referência ao uso do sistema de Análise de Riscos e Controle dos Pontos Críticos (HACCP, do inglês *Hazard Analysis and Critical Control Point*) em pós-colheita.

## **7.4. Capítulo IV. Principais acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita**

**Número de aulas: 3 (3 horas)**

### **7.4.1. Acidentes fisiológicos**

#### **7.4.1.1. Danos causados pelo frio e pela congelação**

Neste ponto são referidos os danos causados aos produtos hortícolas pela sua exposição a temperaturas abaixo de um intervalo crítico (*chilling*), mas acima da temperatura de congelação, para determinada espécie e cultivar. Chama-se a atenção para o facto de os produtos de plantas de origem tropical ou subtropical serem mais sensíveis, enquanto os de zonas temperadas são insensíveis ou menos sensíveis. Explicam-se os fatores condicionantes (temperatura, duração da exposição, intermitência da exposição, idade e condição do produto), os principais sintomas e as práticas pré- e pós-colheita para os reduzir ou evitar. Chama-se a atenção para a importância de conhecer o intervalo crítico de temperaturas abaixo

das quais se desenvolvem acidentes fisiológicos em cada produto hortícola, no sucesso do seu armazenamento.

Citam-se os efeitos das temperaturas de congelação, sobretudo nos produtos de plantas de zonas temperadas, por estas serem armazenadas a temperaturas muito próximas do ponto de congelação. Explica-se a importância de conhecer a temperatura de congelação para cada produto, assim como os seus efeitos nocivos.

#### **7.4.1.2. Danos causados pelos gases (CO<sub>2</sub> e etileno)**

Referem-se os acidentes fisiológicos causados nos produtos hortícolas pela sua exposição a concentrações elevadas de CO<sub>2</sub>. São apresentados exemplos. Explicam-se os fatores condicionantes, os principais sintomas e as práticas pré e pós-colheita para os reduzir ou evitar. Chama-se a atenção para a importância de conhecer o intervalo crítico de concentrações de CO<sub>2</sub> acima das quais se desenvolvem acidentes fisiológicos para cada produto hortícola, no sucesso do seu armazenamento. São apresentados exemplos de acidentes fisiológicos causados por teores elevados de CO<sub>2</sub>.

Chama-se a atenção para os efeitos nocivos da presença de etileno e suas fontes, assim como os principais sintomas nos produtos hortícolas e relembram-se as práticas pré e pós-colheita para os reduzir ou evitar.

#### **7.4.2. Doenças de conservação**

##### **7.4.2.1. Relação entre hospedeiro e parasita; resistência ao ataque de agentes patogénicos**

Neste ponto relembra-se que a maioria das plantas são hospedeiras de um número limitado de espécies ou raças de parasitas. Refere-se que a sua resistência aos agentes patogénicos pode aumentar com a maturidade e diminuir com a senescência.

Explicam-se as condições para o parasita ter sucesso como agente infeccioso tais como, formar estruturas infecciosas e não induzir defesas rápidas no hospedeiro. Refere-se que os processos de degradação são influenciados por enzimas ou toxinas presentes no parasita ou induzidas por este na planta ou órgão. Explicam-se os mecanismos de defesa da planta: constitutivo e induzido (hipersensibilidade; resistência induzida).

Chama-se a atenção para as interações parasita-hospedeiro que induzem a respostas de defesa pela planta. Explica-se que as moléculas envolvidas na defesa ativa devem estar presentes em tempo e local apropriado para restringir o desenvolvimento da doença e exercer efeitos antagónicos no crescimento ou atividade do parasita. A maioria dos mecanismos de defesa requer a síntese de novas proteínas ou ativação de proteínas simples por mensagens

induzidas durante a interação planta-parasita. Refere-se que as moléculas reguladoras mais importantes são o etileno e cálcio, entre outras, e explica-se a forma como se faz o reconhecimento.

#### **7.4.2.2. Bactérias e fungos**

Referem-se as principais doenças pós-colheita causadas por bactérias, as principais espécies de bactérias envolvidas (*Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp. e *Clostridium* sp.) e os tipos de produtos mais suscetíveis. Explica-se a forma de ataque de cada uma delas, a condição do produto que o torna mais suscetível e os principais sintomas. Chama-se a atenção para o facto de todos os grupos de bactérias se multiplicarem rapidamente nos tecidos dos parasitas em condições favoráveis: presença de água, humidade relativa elevada, temperaturas altas e tecidos com grande percentagem de água. Explicam-se as formas de disseminação e os fatores que influenciam o desenvolvimento da doença tais como ambiente e fisiologia do hospedeiro. São apresentados exemplos. Refere-se o controle das doenças bacterianas através de práticas culturais adequadas, as formas de prevenir a inoculação antes, durante e após a colheita. Chama-se a atenção para a forma como a refrigeração dos produtos pode reduzir a incidência de algumas doenças e os tratamentos químicos que podem ser utilizados.

Referem-se as principais doenças pós-colheita causadas por fungos e a forma como se dá a contaminação antes, durante e após a colheita. Chama-se a atenção para o facto de um grupo grande de fungos poder infetar os produtos hortícolas. São apresentados exemplos de doenças, de produtos mais suscetíveis, de sintomas e de espécies de fungos que as causam. Explica-se que a suscetibilidade dos diferentes produtos à infeção por fungos pós-colheita depende das propriedades do fungo e do produto em conjunto com as condições de crescimento, colheita e armazenamento. Faz-se referência ao mecanismo de infeção e ao comportamento dos esporos. Indicam-se os fatores que afetam a transição da fase dormente para a fase progressiva da doença tais como, os compostos tóxicos, alterações nutritivas e o potencial enzimático dos fungos. Referem-se os mecanismos de resistência dos produtos às infeções fúngicas assim como o seu controlo através de práticas culturais adequadas, antes, durante e após a colheita. Dá-se ênfase aos efeitos das condições de armazenamento no desenvolvimento de doenças causadas por fungos e seu controlo tais como, temperatura, humidade relativa e composição atmosférica. São apresentados exemplos. Cita-se o controlo de fungos através de fungicidas aplicados pré- e pós-colheita.

Alerta-se os alunos para o facto de os fungos atacarem mais os frutos e as bactérias os vegetais. Salienta-se o interesse de cultivares resistentes às doenças e o controle biológico das doenças pós-colheita que se têm desenvolvido nos últimos tempos.

### **7.4.3. Controle de acidentes fisiológicos e doenças pós-colheita**

#### **7.4.3.1. Métodos físicos**

São referidos os principais métodos físicos de controlo de doenças que podem ser aplicados a alguns produtos tais como: radiação ultravioleta C – UV-C, radiação gama, refrigeração, modificação da atmosfera e tratamento térmico. São referidos os estudos mais recentes sobre estas metodologias.

#### **7.4.3.2. Métodos químicos**

São referidos os pesticidas permitidos em pós-colheita para controlo de doenças e/ou desordens fisiológicas, seus benefícios e limitações.

São apresentados estudos recentes sobre outros produtos de síntese e produtos naturais seguros para a saúde humana e o ambiente tais como tratamentos pós-colheita com compostos de cálcio, ácido ascórbico e cítrico, películas edíveis enriquecidas com óleos essenciais, 1-MCP.

#### **7.4.3.2. Controlo biológico**

O controlo biológico pode ser uma alternativa para redução e/ou substituição de pesticidas, representando uma fatia importante da produção científica e biotecnológica no âmbito da agricultura. Entretanto, alguns fatores como segurança alimentar são preponderantes para o uso de microrganismos no controlo biológico, principalmente na pós-colheita. Contudo, o entendimento das relações biológicas entre os microrganismos patogénicos e antagonistas inseridos não são triviais. Assim são referidos alguns trabalhos sobre controlo biológico de produtos hortícolas na pós-colheita avaliando as suas vantagens e limitações.

## **7.5. Capítulo V. As tecnologias pós-colheita**

**Número de aulas: 7 aulas (7 horas)**

### **7.5.1. O processamento dos produtos hortícolas**

#### **7.5.1.1. Seleção e calibragem**

Neste ponto são referidas as várias linhas de processamento dos produtos hortícolas. São explicados os modos de esvaziar os contentores e de introduzir os produtos na linha de

processamento, a lavagem e a desinfecção, as formas de seleção dos produtos ao longo da linha e os métodos de calibragem. Fala-se nos tipos de calibradores e outro equipamento necessário numa linha de processamento de produtos hortícolas.

#### **7.5.1.2. Embalagem e transporte**

Relembra-se aos alunos a necessidade de proteção dos produtos hortícolas devido à sua fragilidade. Refere-se a capacidade dos diferentes produtos para suportar compressão e vibração no transporte. Aborda-se a embalagem dos produtos a alta ou baixa humidade relativa, a baixas temperaturas e a composição da atmosfera à volta do produto, suas vantagens e desvantagens.

Salienta-se os requerimentos do mercado relativamente a embalagens, os tipos de comercialização, a necessidade de quantificar (peso e número), códigos e etiquetas nos produtos, a rastreabilidade.

Explica-se a construção das embalagens (incluindo o tipo de material, forma, standards e formas de fechar), tipo e sequência da embalagem e unidades de embalagem. Chama-se a atenção para as formas alternativas de embalagem em função do custo da mesma, da qualidade de proteção do produto e da possibilidade de reciclagem.

Fala-se nas formas de transportar os produtos, referindo as necessidades de frio e controlo da humidade. As formas de arrumação da carga e a importância da manutenção uniforme da temperatura e humidade e da compatibilidade dos produtos são também indicadas.

### **7.5.2. Tecnologias de conservação**

#### **7.5.2.1. Temperatura e humidade; a necessidade de pré-refrigeração**

Neste ponto é lembrada a importância de conhecer a natureza e a fisiologia do produto para que se possam adaptar as técnicas de conservação corretas. É referida a importância das baixas temperaturas e da humidade relativa elevada na conservação dos produtos hortícolas. Chama-se a atenção para a suscetibilidade ou tolerância de alguns produtos às baixas temperaturas (*chilling*), temperaturas de congelação e humidade relativa. São referidos os efeitos da refrigeração na taxa respiratória, na produção de etileno, na perda de água, na patologia (fungos e bactérias) e acidentes fisiológicos.

Aborda-se a necessidade de pré-refrigeração de alguns produtos com o objetivo de reduzir o período inicial de alta taxa respiratória e transpiração e de pré-arrefecer o mais rápido possível.

São explicadas as várias formas de pré-refrigeração: Câmaras de arrefecimento normais com ventilação adequada para cada produto (controlo de humidade); hidro- arrefecimento; túneis de arrefecimento rápido. São dados exemplos de aplicação de cada um dos métodos aos vários produtos hortícolas.

#### **7.5.2.2. Atmosfera modificada e atmosfera controlada**

Neste ponto explica-se a importância de conservar alguns produtos numa composição atmosférica diferente da normal com o objetivo de reduzir a respiração, amadurecimento, senescência e o desenvolvimento de doenças ou acidentes fisiológicos. São dados os conceitos de atmosfera modificada, atmosfera controlada e nível ultrabaixo de oxigénio. Referem-se a redução do O<sub>2</sub> e o aumento do CO<sub>2</sub> como os principais gases a modificar e os condicionalismos da sua aplicação (O<sub>2</sub> muito baixo-anaerobiose; CO<sub>2</sub> elevado - acidentes fisiológicos). São dados exemplos de níveis de tolerância dos diferentes produtos hortícolas a estes gases e indicados os níveis de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> mais usados em atmosfera controlada. São referidos os requisitos das embalagens usadas em atmosfera modificada.

Explica-se a forma de controlar a atmosfera usando geradores ou gases sob pressão e a respiração dos produtos. Salientam-se as vantagens e condicionalismos da aplicação de níveis ultra-baixos de oxigénio.

É referido que a atmosfera controlada mais apropriada varia de produto para produto, que é importante para alguns produtos, mas não é económica ou eficaz para outros e que a sua eficiência depende do grau de isolamento das câmaras.

#### **7.5.2.3. Tratamentos pós-colheita**

Neste ponto são referidos alguns tratamentos específicos aplicados aos produtos com o objetivo de prolongar a sua vida em armazenamento: cura de bolbos e raízes, enceramento, películas edíveis, 1-MCP, tratamentos com calor, aplicação de fungicidas, de anti-abrolhantes, de reguladores de crescimento, de cálcio, fumigação para controle de insetos, irradiação, controle de doenças pós-colheita com agentes biológicos. São apresentados exemplos. Encoraja-se os alunos a procurar bibliografia sobre as novas metodologias que vão surgindo.

#### **7.5.3. Métodos de armazenamento dos produtos hortícolas**

São enfatizados os principais fatores a considerar no armazenamento de hortícolas frescos: armazenam-se melhor no frio, são danificados por temperaturas de '*chilling*' ou congelação e perdem água em atmosfera normal.

### **7.5.3.1. Armazenamento subterrâneo**

#### **7.5.3.2.1. CARACTERÍSTICAS DAS CAVES E ARMAZÉNS**

São referidas formas simples de armazenamento, tais como caves, por serem frescas durante o verão e com menores riscos de congelação no Inverno; celeiros, que podem ter uma parte abaixo do nível do solo e janelas para ventilação; armazéns arrefecidos por circulação de ar frio exterior, com ou sem presença de ventoinhas de controlo manual ou mecânico. Refere-se a necessidade de proteção da chuva e drenagem. São apresentados exemplos de produtos que podem ser armazenados desta forma com sucesso.

#### **7.5.3.2. Câmaras frigoríficas**

##### **7.5.3.2.1. DESENHO E CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS**

Apresenta-se aos alunos o conceito de refrigeração mecânica como a produção de frio por evaporação de líquidos voláteis em vácuo, os seus componentes básicos (compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador) e o seu funcionamento, a necessidade de ventoinhas na circulação do ar no interior da câmara e o seu posicionamento mais adequado. Referem-se outros componentes importantes tais como, canais de circulação de ar apropriados, equipamento de controlo do sistema, local para receber líquidos e meios de descongelar a serpentina do evaporador. Informa-se que a ventilação e sistemas de arrefecimento são baseados no conhecimento da respiração de cada produto.

Chama-se a atenção para o facto de que as câmaras devem possuir grande capacidade de arrefecimento, controlo correto da temperatura e alta humidade relativa. As paredes devem ser isoladas para melhor eficácia, dependendo a sua espessura da diferença de temperatura entre o interior e o exterior. Este material deve ser protegido por outro que evite a condensação de vapor e a sua migração para dentro da câmara. São apresentados exemplos de materiais a utilizar e a forma de calcular as espessuras das paredes e chão, o tamanho das câmaras e sistemas de arrefecimento em função da respiração dos produtos.

Explicam-se os cuidados a ter no armazenamento dos produtos desde a limpeza das câmaras, o pré-arrefecimento, o controlo do sistema e distribuição dos produtos dentro da câmara para melhor eficiência do sistema. Faz-se referência às aberturas necessárias nos tipos de caixas ou contentores a utilizar para a circulação de ar e os cuidados a ter na seleção e uniformidade de maturação dos produtos armazenados e a compatibilidade e incompatibilidade entre produtos armazenados em conjunto.

Refere-se também o benefício de colocar depuradores de CO<sub>2</sub> e etileno dentro das câmaras.

#### **7.5.3.2.2. DESENHO E CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS DE ATMOSFERA CONTROLADA**

Refere-se que as câmaras de atmosfera controlada, adicionalmente às características de frio, devem ser impermeáveis aos gases e, por isso, possuem uma camada interior de material impermeável a gases e as portas devem ser bem isoladas. Nestas câmaras as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> devem ser rigorosamente controladas, com sistemas computadorizados.

Referem-se as formas de alterar a atmosfera. Também se menciona a forma de amostragem do produto armazenado nestas câmaras, e os cuidados a ter na sua manutenção.

#### **7.5.3.2.3. TRANSPORTE REFRIGERADO**

Explica-se aos alunos a forma como o transporte refrigerado é dimensionado para economizar espaço. As cargas são específicas e não devem ser ultrapassadas e o produto deve entrar lá dentro já convenientemente arrefecido. Faz-se referência a produtos que podem ser transportados em conjunto e os que não podem, explicando-se que os principais fatores são a produção e sensibilidade ao etileno e a sensibilidade às baixas temperaturas (*chilling*).

#### **7.5.4. Produtos minimamente processados ou produtos de 4ª gama**

Neste ponto são referidas as consequências do descasque ou corte dos produtos hortícolas comercializados pré-preparados tais como, indução da produção de etileno, produção de fenóis, aumento da respiração e da perda de água. Chama-se a atenção para a microbiologia dos produtos de 4ª gama, a escolha das embalagens e os fatores chave na tecnologia da sua fabricação tais como, lavagem dos produtos, atmosfera controlada, temperatura baixa, humidade relativa elevada, instrumentos de corte bem afiados, alguns tratamentos físicos e químicos. Dá-se a avaliação de segurança e qualidade dos produtos de 4ª gama.

### **7.6. Capítulo VI. Condições de armazenamento de produtos específicos**

**Número de aulas: 2 (2 horas)**

#### **7.6.1. Produtos hortícolas constituídos por folhas ou órgãos florais imaturos**

Neste ponto distinguem-se os produtos hortícolas consumidos como plantas inteiras e partes vegetativas das plantas (folhas, pecíolos, caules, gomos axilares, inflorescências, parte vegetativa completa). Refere-se que o armazenamento destes produtos não é prolongado mesmo em condições ótimas quando no estado fresco, por serem órgãos em crescimento, com poucas reservas, elevada taxa respiratória e perdas de humidade elevadas. São explicadas

as técnicas de colheita, acondicionamento e as condições de armazenamento comuns para cada grupo, e particulares para as culturas hortícolas mais importantes.

#### **7.6.2. Frutos climatéricos e frutos não climatéricos**

Refere-se a diversidade das técnicas pós-colheita em função de cada espécie ou cultivar. São referidas as técnicas de colheita, acondicionamento e as condições de armazenamento dos frutos climatéricos mais importantes (tomate, melão, maçã, pera, kiwi, pêsego, abacate), dos frutos não climatéricos (citrinos, uva de mesa, morango, pimento) e outros frutos consumidos imaturos (pepino, feijão verde e ervilhas frescas).

#### **7.6.3. Produtos hortícolas constituídos por órgãos subterrâneos**

Agrupam-se os produtos hortícolas em raízes, tubérculos, bolbos e cormos. É lembrado que estes produtos são órgãos de reserva que têm a função de permitir a sobrevivência da planta em condições adversas, e que têm um período de crescimento, dormência e, de novo, crescimento. Refere-se especialmente a duração da dormência e a inibição do abrolhamento. São explicadas as técnicas de colheita, acondicionamento e as condições de armazenamento para cada grupo, dando-se especial destaque às culturas hortícolas mais importantes: raízes (cenoura), tubérculos (batata), bolbos (cebola e alho), cormos (espargo).

#### **7.6.4. Flor de corte**

Referem-se as particularidades pós-colheita da flor de corte, nomeadamente a alta taxa respiratória e a suscetibilidade a danos mecânicos e presença de etileno, assim como a interrupção do fornecimento de água e substratos, que implicam a sua conservação em soluções apropriadas. Referem-se os fatores que afetam a longevidade pós-colheita de flores de corte e as suas técnicas específicas de colheita, conservação e transporte. Aborda-se a importância da preservação da qualidade no produtor, grossista, retalhista e consumidor.

#### **7.6.5. Sementes e frutos secos**

Neste ponto são referidas as técnicas de colheita, acondicionamento e as condições de armazenamento para sementes secas como feijão, grão-de-bico e lentilha, e os frutos secos como amêndoa e nozes. Referem-se os requisitos específicos para estes produtos menos perecíveis, nomeadamente locais e condições de armazenamento.

## **8. Conteúdos das aulas práticas**

### **8.1. Metodologia para a realização de um trabalho sobre os aspetos da pós-colheita de um produto hortícola**

#### **Aula nº 1 (2 horas)**

Pretende-se que os alunos sejam capazes de pesquisar, para um produto específico com que possam vir a trabalhar na sua atividade profissional, todos os aspetos relacionados com a colheita e pós-colheita desse produto, tomando as decisões acertadas com base nos conhecimentos gerais adquiridos nas aulas teóricas e práticas desta UC.

Explica-se a forma prática e sucinta de elaboração do trabalho, com um máximo de 15 páginas, incluindo referências.

Nesta aula são formados grupos de 2 alunos, e dá-se-lhes a oportunidade de escolherem o produto com que querem trabalhar, tendo o cuidado de não haver sobreposição de temas entre grupos.

### **8.2. Pesquisa de bibliografia sobre qualidade e pós-colheita de produtos hortícolas**

#### **Aula nº 2 (2 horas)**

Esta aula é realizada na sala de informática. Os alunos são ensinados a escolher as palavras-chave que devem usar na sua pesquisa e procuram vários assuntos e *sites* sobre qualidade e pós-colheita na internet. Nesta aula os alunos retiram também, do *site* da Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), as normas de comercialização para os produtos hortícolas, que utilizarão mais tarde na aula prática nº 9.

## 8.3. Determinação de etileno e CO<sub>2</sub> por cromatografia gasosa

### Aula nº 3 (3 horas)

Explica-se a forma de medir etileno por cromatografia gasosa. São retiradas amostras de gás em sistema fechado, usando frascos herméticos onde são colocados os frutos. É medida a concentração de etileno num cromatógrafo gasoso equipado com um detetor FID (do inglês *flame ionization detector*). É explicado aos alunos também como medir o CO<sub>2</sub>, da mesma forma, utilizando um detetor TCD (do inglês *thermal conductivity detector*). Fazem-se os cálculos para a determinação da produção de etileno, por unidade de peso do fruto e por unidade de tempo.

### Protocolo nº1

#### Medição da produção de etileno em Frutos

##### Frutos:

- Maçã; Kiwi; Laranja

##### Equipamento necessário:

- Frascos de 2 litros hermeticamente fechados, com tubo de silicone para retirar a amostra de gas.
- Seringa de vidro estanque de 5 mL
- Seringa de vidro de 1 mL com agulha própria para o cromatógrafo
- Cromatógrafo gasoso equipado com detector FID e coluna "Porapak column, comprimento 100 cm, diâmetro 0.32 cm". Gás de arraste – Hélio.

##### Metodologia

- Pese 3 frutos iguais.
- Coloque os 3 frutos num frasco de 2 litros e feche hermeticamente.
- Tome nota da hora de fecho do frasco.
- Repita para cada espécie.
- Faça a injeção do padrão de etileno (3 vezes) no cromatógrafo para determinar a área do padrão e o tempo de retenção.
- Após 1 hora, retire uma amostra de gás do frasco, através do tubo, com a seringa de 5 mL (nota: movimentar o embolo da seringa 3-4 vezes para uniformizar a distribuição de etileno no frasco).
- Com a seringa e agulha de 1 mL, retirar a amostra da seringa de 5 mL
- Injete 1 mL do gás no cromatógrafo,
- para medir o etileno.
- De seguida abra o frasco e determine o volume dos frutos, imergindo-os num copo graduado de 2 L, com 1 L de água.

##### Resultados

Produção de etileno ( $\mu\text{L}/\text{Kg}/\text{h}$ ) = [ (concentração do padrão (ppm) x área da amostra)/ área do padrão] x [volume frasco – volume dos frutos] (L) / peso frutos (Kg)\*tempo (h)

## 8.4. Determinações da cor e textura em frutos

### Aula nº 4 (2 horas)

Determina-se o estado de maturação do tomate por comparação com uma carta de referência. Utiliza-se um colorímetro Minolta CR 300 para determinar a cor em alguns produtos hortícolas. Faz-se a interpretação das coordenadas CIEL\*a\*b\*, °hue e chroma.

De seguida utilizam-se os mesmos frutos para determinação da dureza e deformação utilizando um Dinamómetro modelo DFIS 50 com suporte motorizado, da Chatillon. Fazem-se também medições de dureza e deformação com um penetrómetro e um texturómetro manuais.

### Protocolo nº2

#### Parâmetros de qualidade - Cor e textura

##### Cor

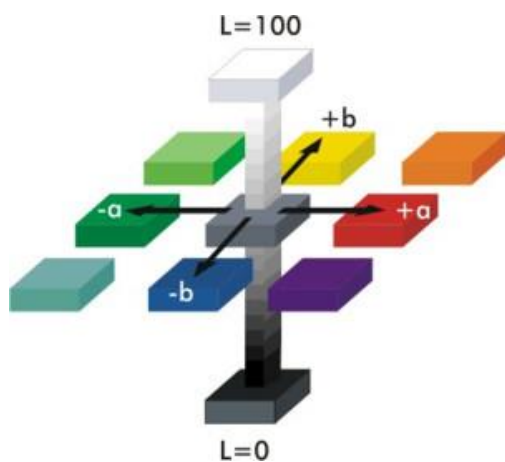
Para analisar a cor da fruta e legumes, é utilizado um instrumento chamado colorímetro, no nosso caso da marca Minolta. Uma escala de cor pode ser descrita como um método para se expressar a cor de um objeto usando algum tipo de notação, como os números, por exemplo. A CIE Commission Internationale de l'Eclairage considerada como a autoridade na ciência de luz e cor, definiu três escalas de cor, CIE XYZ, CIE L\*a\*b\* e CIE L\*C\*°h\* para a comunicação e expressão das cores. O colorímetro fornece-nos dados em várias escalas de cor; atualmente a mais utilizada na Pós-Colheita é a escala CIEL\*a\*b\*. Esta escala de cor é amplamente utilizada pois correlaciona consistentemente os valores de cor com a percepção visual. Indústrias como as de plástico, tintas, impressão, alimentos e têxtil utilizam esta escala para identificar, comunicar e avaliar os atributos da cor. A escala de cor L\*a\*b\* foi criado após a teoria de cores opostas, onde duas cores não podem ser verdes e vermelhas ao mesmo tempo, ou amarelas e azuis ao mesmo tempo. Como mostrado abaixo, o L\* indica a luminosidade e o a\* e b\*, são as coordenadas cromáticas.

- **L\*** = **Luminosidade** (preto=0 e branco=100)
- **a\*** = **coordenada vermelho/verde** (+a indica vermelho e -a indica verde)
- **b\*** = **coordenada amarelo / azul** (+b indica amarelo e -b indica azul)

Com estes valores pode-se determinar o valor de hue\*, que faz a distinção comum entre cores posicionadas em torno de uma roda de cor (que é, estritamente, uma roda de matiz).

$$\text{°hue}^* = \arctan (b^*/a^*)$$

$$\text{E a saturação da cor, } C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$



**Material necessário:**

Colorímetro

Laranjas

Tomates

Folhas Verdes

**Resultados obtidos**

Registe os dados que obteve na leitura com o colorímetro

Fruto ou vegetal	L*	a*	b*	°hue	Chroma

Confirme os dados obtidos no simulador de cor:

<http://colorizer.org/>

## Textura

A medição da textura nos alimentos e a análise do perfil da textura, é um dos principais métodos de análise qualitativa utilizados em produtos alimentares frescos ou no processamento alimentar.

O texturómetro é um instrumento de laboratório utilizado para analisar a textura dos alimentos através da medição de uma variedade de parâmetros físicos tais como:

- **Punção:** força necessária para perfurar a amostra, em Newtons (N) ou kgf.
- **Compressão:** força necessária para comprimir uma dada distância na amostra, em Newtons (N).
- **Fracturabilidade:** força necessária para fraturar a amostra, em Newtons (N).
- **Dureza:** força necessária para atingir uma dada deformação, em Newtons (N)

## Texturómetros



## Resultados obtidos

Registe os dados que obteve com o texturómetro

Fruto	Punção lado a	Punção Lado b	média	Compressão (10mm)

## 8.5. Avaliação do teor de amido como índice de maturação

### Aula nº 5 (2 horas)

Explica-se aos alunos a forma como o teor de amido pode ser utilizado como índice de maturação. Faz-se o teste do iodo em maçãs a partir do protocolo do teste do amido. Comparam-se os resultados com as cartas de referência do CTIFL (França).

### Protocolo nº3

#### Teor de amido em frutos

A presença do amido pode ser evidenciada através da reação química que se estabelece entre uma solução contendo iodo e iodeto de potássio e a polpa dos frutos ricos em amido, previamente cortados segundo o plano equatorial.

#### Material:

Iodo

Iodeto de potássio

Água destilada

Placa de aquecimento

Copo de precipitação de 2 L

Frasco escuro de 1 L

Placas de Petri

#### Procedimento:

##### Solução Iodo:

15 g iodeto de potássio + 6 g de iodo dissolvem-se em 1 L de água destilada durante 30 min com aquecimento (entre 80 a 100 °C).

A solução obtida deve ser protegida da luz (frasco escuro). Deixa-se arrefecer antes de usar.

Coloca-se a solução de iodo numa placa de Petri a cobrir o fundo com altura de cerca de 3 mm.

Corta-se a maçã ao meio segundo o plano equatorial e imerge-se a parte cortada durante 20 segundos na solução na placa de Petri.

Retira-se a maçã e espera-se cerca de 5 min que escorra.

Faz-se a observação da percentagem de área corada pelo iodo na presença de amido, e comparando com as imagens do painel de referência "*Starch conversion chart conversion for apples*" (CTIFL).

**TYPE CIRCULAIRE (C)**



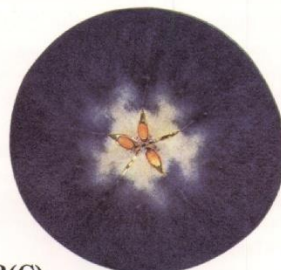
**CIRCULAR TYPE (C)**

**1 (C)**

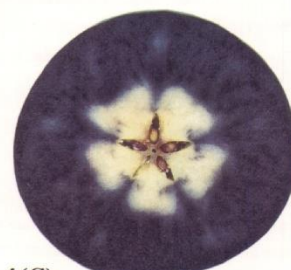
*Légère décoloration centrale - Slight central discolouration*



**2(C)**



**3(C)**

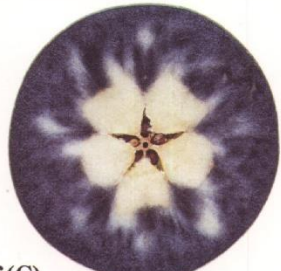


**4(C)**

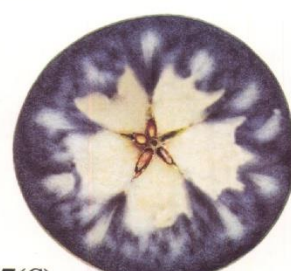
*Décoloration centrale, de la pièce de monnaie au "trèfle à 5 feuilles"*  
*Central discolouration, from "coin" to "5-leaved clover"*



**5(C)**



**6(C)**

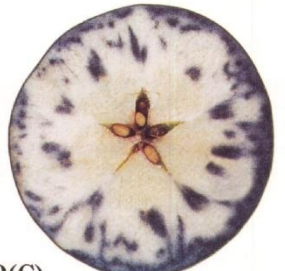


**7(C)**

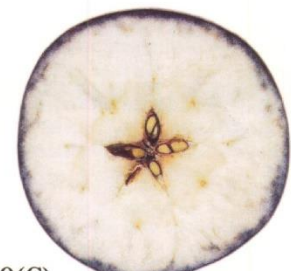
*Décoloration centrale croissante et taches dans la périphérie*  
*Increasing central discolouration with peripheral spots*



**8(C)**



**9(C)**



**10(C)**

*Décoloration croissante de la périphérie*  
*Increasing peripheral discolouration*

## **8.6. Determinação de °Brix e acidez titulável; cálculo de índices de maturação**

### **Aula nº 6 (3 horas)**

Explica-se o que é o índice refratométrico, a sua utilidade em pós-colheita e a forma de o medir. Os alunos fazem medições de índices refratométricos utilizando um refratômetro de bolso e outro digital no número máximo de frutos a que possamos ter acesso na altura. Quando possível, são utilizados frutos em estados diferentes de maturação. São feitas comparações entre os valores obtidos e valores bibliográficos de referência que nos indicam o grau de maturação dos frutos. É explicada a forma de fazer a amostragem num pomar.

Utilizando os mesmos frutos procede-se à extração de sumo para a determinação do pH por potenciometria e da acidez titulável procedendo à neutralização com NaOH 0,1 M. Fazem-se os cálculos da acidez titulável em percentagem de ácido cítrico, málico ou tartárico de acordo com a espécie do fruto.

### **Protocolo nº4**

#### **Parâmetros de qualidade - Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) e Acidez Titulável**

##### **Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)**

Entende-se por sólidos solúveis de frutos e vegetais, o conjunto dos seus componentes solúveis na água.

O teor de sólidos solúveis pode medir-se por refratometria e exprime-se em % de sacarose (°Brix).

O Índice refratométrico (°Brix) é uma escala numérica e hidrométrica de índice de refração (o quociente dos ângulos de incidência numa substância homogénea, isotópica e transparente e da refração na passagem de luz de determinado comprimento de onda do ar, para essa substância mantida a temperatura constante) de uma solução, frequentemente utilizada para determinar a quantidade de açúcar presente nessa mesma solução.

A



B



### Material necessário:

Refratômetro analógico (A) e digital (B)

Maçã

Tomate

Limão

### Procedimento

Espreme-se cada fruto e filtra-se o sumo com um tecido de algodão branco (tipo *cheese-cloth*).

Verifica-se a calibração do refratômetro utilizando água destilada, que deve ter o valor de 0 °Brix.

Limpa-se a membrana e colocam-se algumas gotas de sumo (o restante guarda-se para medir a acidez titulável).

Faz-se a leitura e anota-se.

Limpa-se e volta-se a calibrar o refratômetro quando se muda de fruto.

### Acidez titulável

A acidez total titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida. O procedimento é feito com a titulação de uma alíquota de amostra com uma base de normalidade conhecida utilizando fenolftaleína como indicador do ponto de viragem. Quando a amostra é colorida, a viragem pode ser verificada através de um potenciômetro pela medida do pH (até que a solução atinja pH = 8,2) ou por diluição da amostra em água para torná-la de uma cor bastante clara.

## **Material**

Sumos dos frutos usados na determinação do °Brix

Pipetas volumétricas de 10 mL

Copos de precipitação de 50mL

Agitadores magnéticos

Fenolftaleína (1% w/v solução de fenolftaleína em 95% v/v etanol)

Bureta digital com medidor de pH acoplado

Bureta de 25 mL com escala centesimal

Solução padrão NaOH 0,1 M

Barra magnética.

## **Procedimento**

### **Bureta digital**

Prepara-se e calibra-se a bureta digital adicionando uma quantidade adequada de NaOH 0,1 M e calibra-se o potenciômetro.

Coloca-se 10 mL de sumo no copo de precipitação, adicionam-se 2 gotas de fenolftaleína e coloca-se o agitador magnético.

Coloca-se sobre a placa de agitação e introduz-se o eletrodo do potenciômetro na solução.

Liga-se a bureta digital que vai adicionando à amostra a solução de NaOH de título conhecido até a solução apresentar um valor de pH 8,2. Nesta altura a solução deverá ter alterado a cor devido à presença da fenolftaleína.

Tomar nota do valor de NaOH 0,1M gasto.

### **Bureta volumétrica manual**

Prepara-se e calibra-se a bureta volumétrica adicionando NaOH 0,1 M até um volume conhecido.

Retira-se para um copo de precipitação, 10 ml de sumo, com a ajuda de uma pipeta de precisão, e adicionaram-se 2 gotas do indicador (fenolftaleína). Em seguida, titula-se com a solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até ao ponto de viragem da cor.

Nota: A fenolftaleína só é usada quando não há interferência da cor da solução e da cor da fenolftaleína no ponto de viragem. Quando há esta interferência, procede-se à titulação potenciométrica.

Calcula-se a acidez titulável (AT):

**AT (%) = (volume de NaOH gasto X fator de conversão para o ácido orgânico principal do fruto)**

**Fatores de conversão**

Ácido cítrico (Massa molar 192,12 g/mol); fator de conversão = 0,064

Ácido málico (Massa molar 134,09 g/mol); fator de conversão = 0,067

Ácido Tartárico (Massa molar 150,09 g/mol); fator de conversão = 0,075

**Resultados obtidos**

Fruto	°Brix (%)	Acidez titulável (%)	Índice Maturação = °Brix /Acid.Titul

## **8.7. Visita à central de preparação e expedição de pequenos frutos**

### **Aula nº7 (3 horas)**

Nesta visita, os alunos entram em contacto com os procedimentos da linha de embalagem e expedição de pequenos frutos. Os alunos fazem o acompanhamento do produto (framboesa ou morango), desde a chegada à central, passando pelo registo, seleção, embalagem, pré-arefhecimento, armazenamento e expedição.

## **8.8. Prova organolética de produtos hortícolas**

### **Aula nº 8 (3 horas)**

Explica-se inicialmente aos alunos os requisitos para a realização de uma prova organolética. Faz-se a seleção de provadores para um determinado produto, entre os alunos, passando em seguida à prova organolética e no final ao tratamento estatístico dos resultados. Utilizam-se normalmente 3-4 cultivares da mesma espécie ou o mesmo produto sujeito a 3-4 tratamentos pós-colheita diferentes. Esta aula realiza-se na sala de provas (sala equipada para realização de provas organoléticas).

## Painel de Provadores

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

FRUTO		A	B	C	D	H
<b>Aparência</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					
<b>Aroma</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					
<b>Textura</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					
<b>Doçura</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					
<b>Acidez</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					
<b>Sabor em geral</b>						
detesto	1					
Não gosto	2					
Não gosto ligeiramente	3					
Nem gosto nem desgosto	4					
Gosto ligeiramente	5					
Gosto muito	6					
adoro	7					

## **8.9. Qualidade e normalização de produtos hortícolas**

### **Aula nº 9 (2 horas)**

Com base nas normas de comercialização para os produtos hortícolas, cada grupo efetua a classificação de alguns produtos hortícolas segundo as várias categorias e escalas de calibragem para cada produto.

Consulta do portal da Direção Geral de Alimentação e Veterinária: <https://www.dgav.pt>

## **8.10. Visita a uma central de preparação e expedição de citrinos**

### **Aula nº 10 (3 horas)**

Nesta visita os alunos tomam contacto com os procedimentos da linha de embalagem e expedição de citrinos. Os alunos fazem o acompanhamento do produto, normalmente laranjas, desde a chegada à Central, passando pelo registo, seleção, calibragem, embalagem, armazenamento e expedição.

## **8.11. Tema: Apresentação do seminário**

### **Aula nº 11 (3 horas)**

Os trabalhos de pesquisa bibliográfica elaborados ao longo do semestre são apresentados oralmente com a ajuda de meios audiovisuais durante 10 minutos por grupo, no decorrer da aula prática. A seguir a cada apresentação é feita uma breve discussão sobre o trabalho, onde todos os alunos são incentivados a participar.

## **9. Bibliografia**

Por não existir um livro único que englobe todos os temas foi necessário selecionar alguns livros que abarcam a generalidade dos conteúdos programáticos da disciplina de Tecnologia Pós-colheita, e que se encontram disponíveis na biblioteca, *online* ou são disponibilizados pelo docente.

São também fornecidas aos alunos, através da tutoria eletrónica, algumas notas que complementam a informação contida nos livros.

As revistas indicadas têm interesse sobretudo para a elaboração do trabalho de pesquisa bibliográfica pedido aos alunos, com especial incidência para a revista “Postharvest Biology and Technology” (Elsevier).

## **9.1. Livros de apoio às aulas**

### **9.1.1. Recomendados**

Almeida, D. 2005. Manuseamento de Produtos Hortícolas. SPI-Sociedade Portuguesa de Inovação (Ed.), Principia, Publicações Universitárias e Científicas, S. João do Estoril. ISBN: 972-8589-55-7, 111 pp.

Paliyath, G., D.P. Murr, A.K. Handa & S. Lurie (Eds). 2008. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers. Wiley-Blackwell Publishing, Iowa, USA. ISBN-13: 978-0-8138-0408-8, 467 pp.

Rêgo, E.R., A.P.S. Ferreira, M.M. Rêgo, F.L. Finger (Eds.). 2023. Fisiologia e manejo pós-colheita de flores, frutos e hortaliças. Editora UFPB (Editora filiada à Associação Brasileira das Editoras Universitárias), Universidade Federal Da Paraíba, Brasil. E-book, ISBN: 978-65-5942-213-5. 451 pp. Modo de acesso: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/990/1040/1814-1>

Yahia, E. M. (Ed.). 2009. Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities. CRC Press. ISBN: 9781420069587, 608 pp.

Wills, R.B.H., & J.B. Golding, J. 2016. Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. (6 ed.). CABI Publisher, Boston, USA. ISBN-9781786391483, 293 pp.

Watkins, C. (Ed.). 2020. Advances in Postharvest Management of Horticultural Produce. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. ISBN-13: 9781786762887, 464 pp.

### **9.1.2. Outros livros de apoio às aulas**

Dris, R., Niscanan, R., & Jain, M. (eds). 2001. Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products. Volume 1: Quality management. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd, New Delhi, India.

Gross, K. C., Wang, C. Y. & Saltveit, M. (Eds). 2016. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, Agricultural Research Service, United States

Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number 66. Disponível online em:  
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html>

Nunes, M.C.N. 2009. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables. Blackwell Publishing, USA.

Pareek, S. (Ed.). 2017. Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. CRS Press (Taylor & Francis Group). ISBN: 1315353105, 702 pp.

Yahia, E.M. & A. Carrillo-Lopez (Eds). 2018. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. Woodhead Publishing, Elsevier Inc., UK. ISBN: 9780128132784, 510 pp.

## **9.2. Revistas científicas principais**

Postharvest Biology and Technology

Postharvest News and Information

Acta Horticulturae (Proceedings of the Postharvest Simposia)

## **9.3. Notas fornecidas aos alunos**

Fonseca, S. C. e A. M. M. B. Morais. 2000. Boas práticas pós-colheita para hortícolas frescos. Manual editado pela Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, Porto, Portugal.

Pinto, P. M. Z. e A. M. M. B. Morais. 2000. Boas práticas para a conservação de hortícolas. Manual editado pela Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, Porto, Portugal.

Silva, F. M. e A. M. M. B. Morais. 2000. Boas práticas pós-colheita para frutos frescos. Manual editado pela Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, Porto, Portugal.

Textos de apoio e diapositivos apresentados nas aulas.

[http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/)