



Tecnologia de azeitona de mesa



Margarida Moldão

mmoldao@isa.ulisboa.pt



1



Porquê fazer azeitona de mesa?

- Transformar frutos amargos em frutos sensorialmente agradáveis e biologicamente ativos.
- Aumentar o período de vida útil dos frutos.



2



Azeitona de mesa

(NP 3034 / 87)

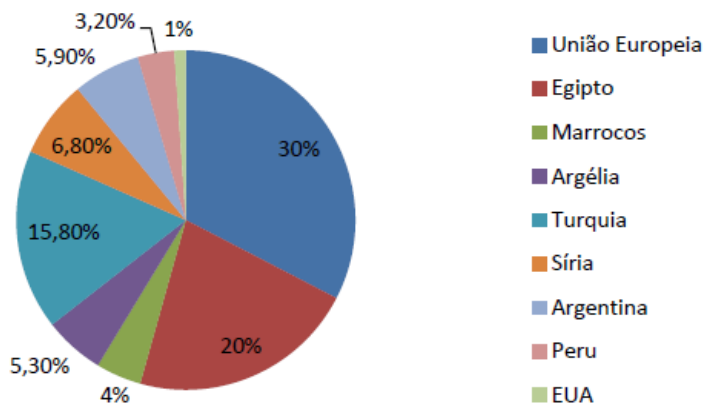
“Produto preparado a partir do fruto de variedades apropriadas da espécie *Olea europaea sativa*, em **estado de maturação conveniente**, submetido a **tratamentos e operações** que assegurem as **suas características e boa conservação**”.



3



Principais países produtores de azeitona de mesa (campanha 2011-2012)



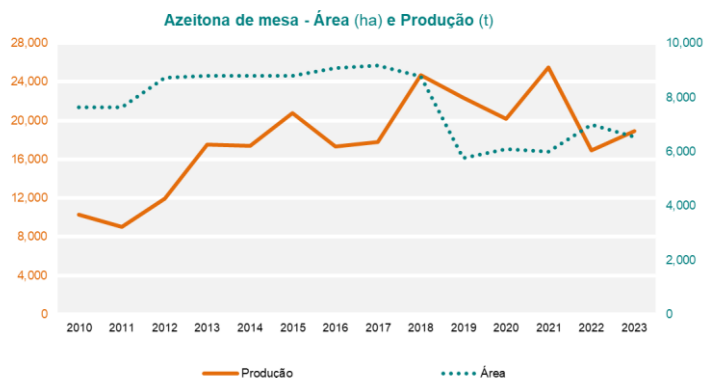
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

4



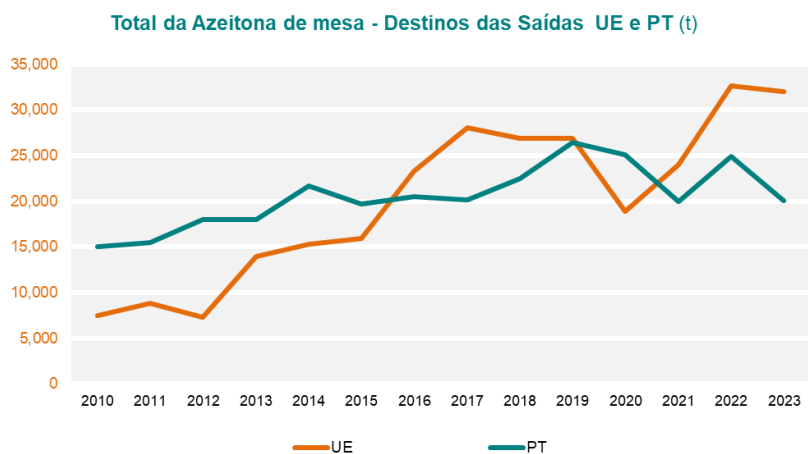
Produção de azeitona de mesa em Pt



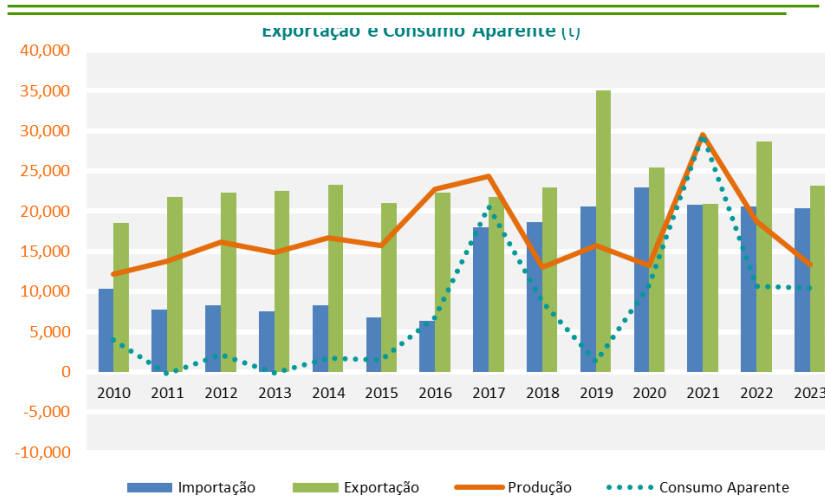
5



Destinos de azeitona de mesa



6



DOP's da Grécia



- [Kalamata](#)
- [Konservolia Amfissis](#)
- [Konservolia Artas](#)
- [Konservolia Atalantis](#)
- [Konservolia Piliou Volou](#)
- [Konservolia Rovion](#)
- [Konservolia Stilidas](#)
- [Trumba Quios](#)
- [Trumba Thasu](#)
- [Trumba-Ambadai Rethimno Crète](#)

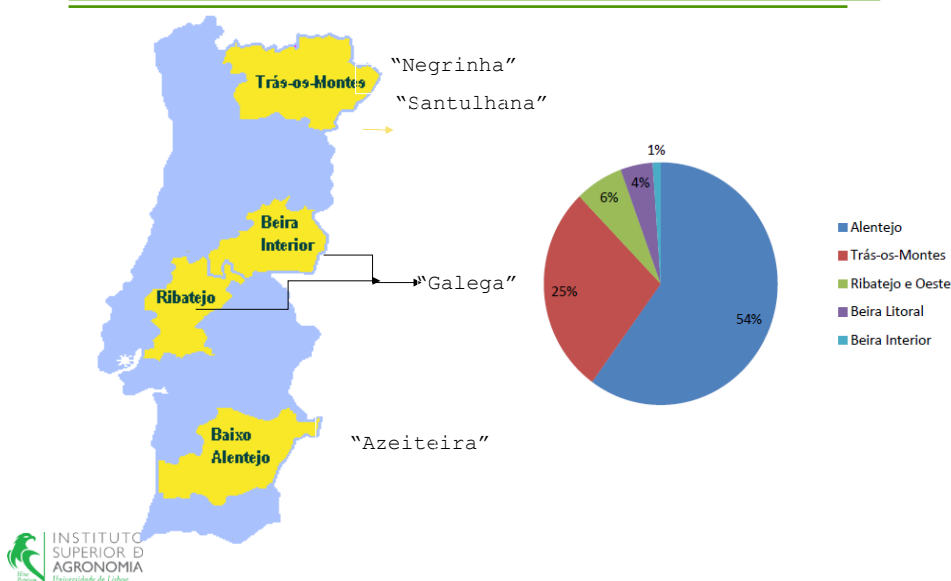


DOP's de outros países

- **França**
 - Olives cassées de la Vallée des Baux-de-Provence
 - Olives noires de la Vallée des Baux-de-Provence
 - Olives noires de Nyons
- **Itália**
 - La Bella della Daunia
 - Nocellara del Belice



Produção nacional de azeitona de mesa





Cultivares mais difundidas em Portugal

Azeitona de mesa

- Negrinha
- Galega
- Azeiteira
- Gordal

De dupla aptidão

- Galega
- Sevilhana
- Cobrançosa
- Cordovil
- Verdial
- Maçanilha algarvia
- Carrasquenha
- Conserva de Elvas



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

11



DOP portuguesas

Negrinha de Freixo

Conserva de Elvas e Campo Maior



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

12

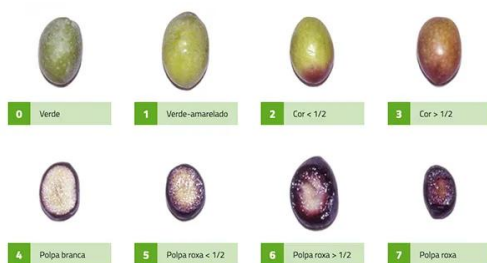


Estado de maturação conveniente?

- Que índices de maturação observar?
- Dimensão?
- Relação polpa/caroço?
- Teor de lipidos?
- Dureza?
- Cor?
- ...



Cor: Parâmetro de grau de maturação



- Azeitonas verdes: classes 0 e 1
- Azeitonas mistas: classes 2 a 6
- Azeitonas pretas: classes 6 e 7.

Características da MP aconselháveis

Relação polpa/carço

- >5
- ideal entre 5 e 12

Teor em gordura

- o mais baixo possível (15-20% da polpa)

Características da polpa:

- sabor, firmeza, elasticidade e facilidade de desprendimento do caroço

Brilho e cor uniformes

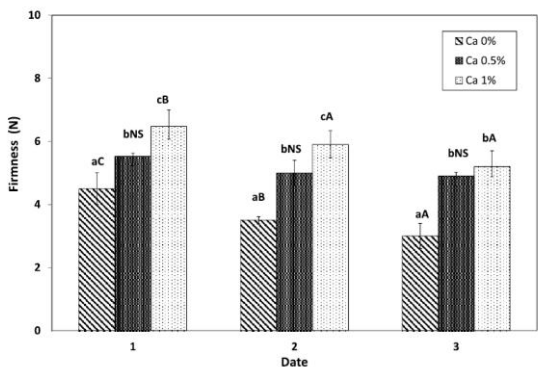
- Caraterísticos da variedade

Caroço não pontiagudo

15



Influência de tratamento com cálcio na pré colheita



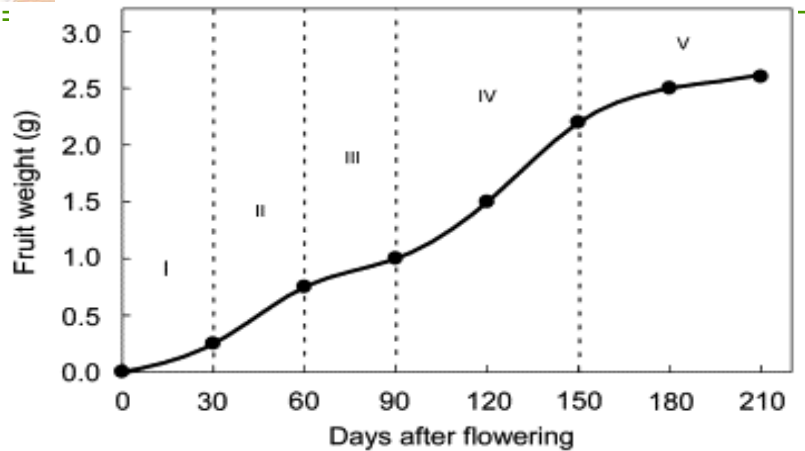
1: beginning of fermentation process; 2: middle of fermentation process; and 3: final of fermentation process.

The treatments were repeated three times during the fruit development: (i) at the end of fruit set; (ii) at the end of pit hardening; and (iii) two weeks before harvesting.

16



Fases de desenvolvimento do fruto



- I - frutificação
- II - desenvolvimento da semente
- III - semente/carão endurecimento
- IV - desenvolvimento do mesocarpo
- V - maturação (Lavee, 1996).



17



Variações durante o desenvolvimento do mesocarpo e maturação do fruto

Aumento

- volume e massa
- relação polpa/carão (a partir do início da coloração)
- teor de lípidos (rapidamente no início, lentamente no final)
- teor de antocianinas
- atividade de enzimas pectinolíticas (PME e PG)

Decréscimo

- humidade (até à época das chuvas)
- teor de açúcares redutores
- Densidade

Permanece quase constante

- Matéria inorgânica;
- pH \approx 4,40 - 5,05



18



Valores médios da atividade da PME

(meq de ester hidrolizado / g de polpa)

	Gordal	Manzanilha	Lechín	Hojiblanca
Muito verde	0,02	0,00	0,00	0,00
Verde	0,14	0,02	0,02	0,02
Início da coloração	0,19	0,07	0,09	0,12
Madura	0,2	0,12	0,11	1,46
Sobre madura	-	-	-	0,6



Mínguez Mosquera, 1982

19



Valores médios da atividade da PG (pH = 4,0) em azeitonas da variedade hojiblanca

	Hojiblanca
Verde	0,00
Início da coloração	0,00
Madura	16,40
Sobre madura	39,40

Mínguez Mosquera, 1982



20



Composição da polpa vs estado de maturação

Variedade	Humidade (%)	Lípidos	Açúcares redutores (%)	Proteína (%)	Fibrabruta (%)
Manzanilha	68,84	15,42	-	1,41	1,82
Gordal verde	73,73	6,25	5,96	1,31	3,40
Gordal preta	68,10	18,30	3,66	-	2,05
Hojiblanca					1,15
preta	59,75	25,2	3,4	1,25	
Zorzaleña					
vaerde	60,55	17,7	5,87	1,50	2,60
Zorzaleña					
preta	59,75	25,20	3,40	1,25	1,15



21

Composição química média da polpa e da semente (% m/m)

Constituinte	Polpa	Semente
Água	50-75	9
Lípidos	6-30	< 1
Compostos azotados	2-5	3
Celulose	3-6	38
Outros glúcidos	2,5-6,5	41
Pectina	1,9-2,3	n.d.
Cinza	1-2	1,5
Biofenóis	2-2,5	0,5-1,0

22



Biofenóis

- **Simples:**
 - Grupos funcionais (alcanos, álcoois e carboxilos)
 - Ex: hidroxitirosol
- **Esterificados:**
 - Unidades glucosídicas e monoterpénicas
 - Ex: oleuropeína

Apresentam a capacidade de se associarem fortemente a metabolitos primários (proteínas e glúcidos)



Biodisponibilidade



23



Principais Biofenóis da Azeitona

Oleuropeína	Ácido Siringico	Hidroxitirosol
Ácido Cumárico	Tirosol	Ácido Ferúlico
Ligstrósido	Ácido Sinápico	Hidroxitirosilenolato
Verbascósido	Tirosilenolato	Ácido Vanílico
Ácido Cafeínico	Dimetiloleuropeína	Oleósido 11-metilester



Biofenóis da azeitona de conserva (Fonte: Saija et al, 2000)

24



Oleuropeína

Principal biofenol na azeitona verde

Principal responsável pelo sabor amargo

Atividade antimicrobiana e antioxidante

➤ **O teor em oleuropeína diminui ao longo da maturação**

➤ **O teor de dimetiloleuropeína aumenta com o grau de maturação**



**Necessidade de tratamento tecnológico com hidróxido de sódio
Método Sevilhano/Espanhol**

**Hidrólise da oleuropeína
e lignosterósido**



**Aumento
dimetiloleuropeína,
hidroxitirosol e
tirosol**



25



Funções dos biofenóis

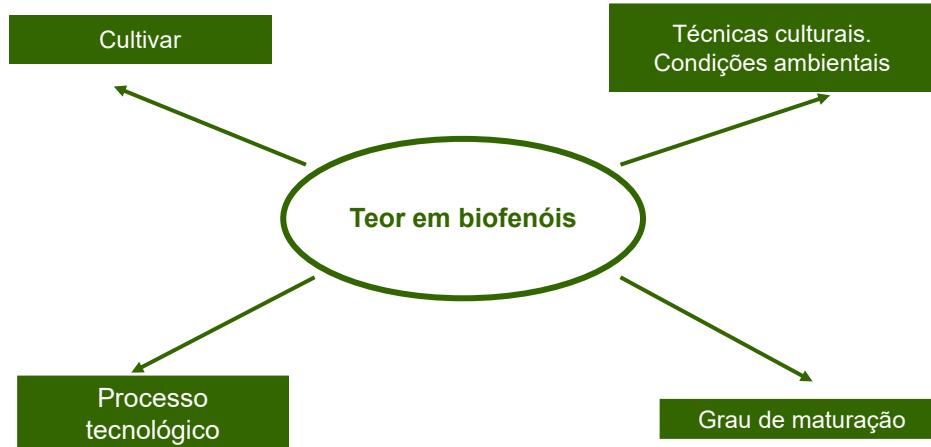
- Defesa natural do fruto (insetos, bactérias,...)
- Papel importante na organização da estrutura da parede celular
- Promoção da ligação entre diferentes polímeros
- Importante no gosto da azeitona processada
- Compostos funcionais importantes para a saúde do consumidor
- Prevenção da oxidação da fração lipídica



Evita a rancificação



26



Ingredientes e auxiliares tecnológicos no processamento de azeitona de mesa

Ingredientes essenciais	Ingredientes facultativos	Auxiliares tecnológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Azeitonas • Água • Sal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vinagre, • Azeite, • Açúcar, • Produtos para recheio (pimento, cebola, amêndoa, anchova...), • Especiarias • Plantas aromáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Culturas de bactérias lácticas, • Gases inertes, • Hidróxido de sódio



Processos tecnológicos

Ao natural: diretamente colocadas em salmoura (inteiras, britadas, cortadas).

Adoçamento: tratamento alcalino.

Desidratação: em salmoura ou em sal seco.

Escurecimento: oxidação.



Principais tipos de azeitona

- Artesanais
 - azeitona inteira, cortada ou britada



Produção artesanal de azeitona de mesa

Matéria prima



Colocar os frutos num recipiente com tampa
(garrafão)

↓
Cobrir os frutos com água
(sem cloro)

Mudar a água diariamente durante 15 dias

↓
Adicionar sal
(3 colheres de sopa/5L)

↓
Fechar a embalagem

↓
Reservar em ambiente escuro. (atenção à
sobrepessão no interior da embalagem)
Menos tempo para as retalhadas e britadas

↓
Lavar os frutos e temperar a gosto!

31



Processos: princípios e bioquímica

- Cura em água (difusão simples). Trocas diárias.
 - Redução lenta do sabor amargo.
 - Riscos de degradação microbológica
- Cura em salmoura (fermentação láctica)
 - Concentração ideal de sal?
- Cura alcalina com cinza.
 - Hidrólise da oleuropeína.

32



Principais defeitos

Tipo	Causas
Frutos deformados	Ataque de pragas Defeitos fisiológicos do desenvolvimento do fruto Seca ou variações hídricas abruptas na produção
Físicos	Colheita mecânica Transporte em caixas inadequadas ou sobrecarga Instalações mal projetadas Escolha com equipamentos inadequados
Pele enrugada	Desidratação pós-colheita Colheita tardia Salmoura com teor excessivo de sal
Amolecimento	Temperaturas muito elevadas durante o processamento Salmoura fraca (sal < 6%) Enzimas pectinolíticas Variedade com polpa naturalmente frágil



33



Que ensinamentos tirar?

- Qualidade da matéria prima
 - Colheita manual × mecânica.
 - Danos mecânicos e impacto na fermentação.
 - Tempo entre colheita e processamento.
 - Seleção.
- Qualidade da água
- Necessidade de “adoçar”
- Necessidade de fermentar
- Teor de sal
- Temperatura de armazenamento. Tempo
- Composição da atmosfera. Anaerobiose

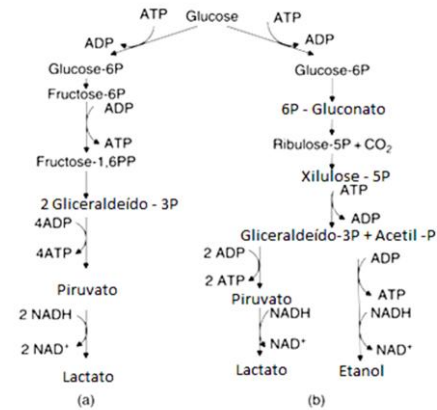


34



Fermentação láctica

- Uma das formas mais antigas de conservação de produtos agrícolas.
- Bactérias ácido lácticas (BAL) utilizadas com o objetivo de:
 - Produzir alimentos sensorialmente diferentes
 - Conservar:
 - Consumo da fonte fermentescível
 - pH↓
 - Inibição do crescimento de organismos indesejados
 - Bacteriocinas (ex: nisina)



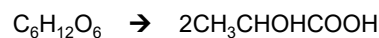
Fermentação homoláctica (a) e heteroláctica (b)



Fermentação láctica de azeitona verde

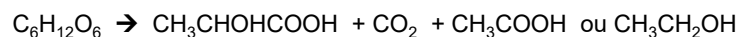
Bactérias lácticas homofermentativas:

Lactobacillus plantarum, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbruekii*



Bactérias lácticas heterofermentativas:

Leuconostoc mesenteroides, *Lactobacillus braevis*, *Lactobacillus buchneri*





Condições a assegurar

Presença de uma microbiota mista, que passado algum tempo é dominada por bactérias lácticas

Concentração de NaCl $\approx 6\%$

Fase inicial-Aerobiose (arejamento) - desenvolvimento de biomassa nos primeiros dias (cerca de 1 semana)

Anaerobiose para favorecer a fermentação láctica

Temperatura moderada ($\approx 20^\circ\text{C}$).



Fases da fermentação láctica

- **Fase I. (5 – 7 dias).** pH ~ 6 .
MO predominantes: bacilos gram-negativos, MO esporulados gram-positivos e bactérias dos géneros *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Enterococcus*.
- **Fase II. (Até 15 a 20 dias)**

Começa com o desenvolvimento dos lactobacilos

Termina a pH $\simeq 4,5$
- **Fase III**
- **Pós fermentação**
Leveduras e bactérias acidorresistentes



Microbiota durante a fermentação de azeitona verde

Dias de fermentação	Bacilos gram-negativos	Bactérias lácticas		Leveduras
		Cocos	Lactobacilos	
2	+	+	-	-
4	++	+++	-	-
6	+++	+++	+	+
8	++	++	+++	+
10	+	++	+++	++
12	+	+	++	++
14	+	+	+++	++
16	-	+	++	+
20	-	+	+++	++
30	-	-	+++	+
50	-	-	+++	++
80	-	-	++	++

Barranco, B. et al. 2001. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa



Principais tipos de azeitona-industria

- Azeitona verde (estilo Sevilhano ou Espanhol)



- Azeitona mista



- Preta

- Natural
- Oxidada (estilo Californiano)





Tendência actual

- Tendência para a diferenciação
- Estratégia liderada por Grécia e Espanha
- Aumento do consumo de produtos "gourmet":
 - Azeitona preta grega com especiarias e acondicionadas em azeite virgem
 - Azeitona verde recheada
 - Pasta de azeitona
 - ...



41



Apresentação ao consumidor

- Inteiras
- Retalhadas
- Descaroçadas
- Cortadas
- Recheadas



42



Azeitona verde

Principais tipos de azeitona verde



Simples

Descaroçada

Fatiada

Recheada

Pasta de azeitona



Azeitona verde

Teores consideráveis de açúcares fermentescíveis (>3 %)

• Necessidade de fermentação

Humidade elevada (>70 %)

• Não suporta níveis de sal elevados (< 6 %)

Teores elevados de biofenóis (>2 %)

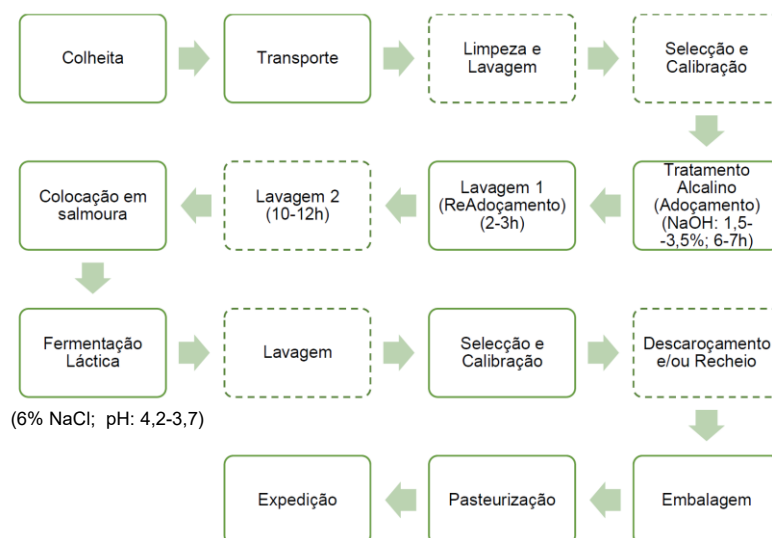
• Muito amarga
• Necessidade de adoçamento



45



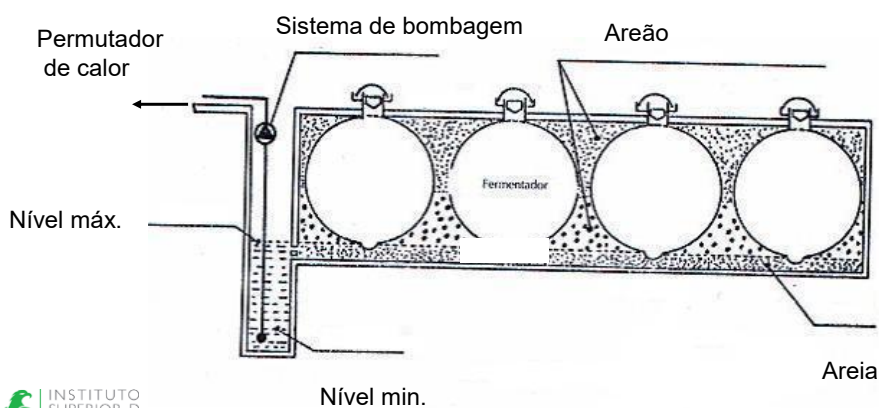
Diagrama tecnológico de azeitonas verdes, estilo Sevilhano



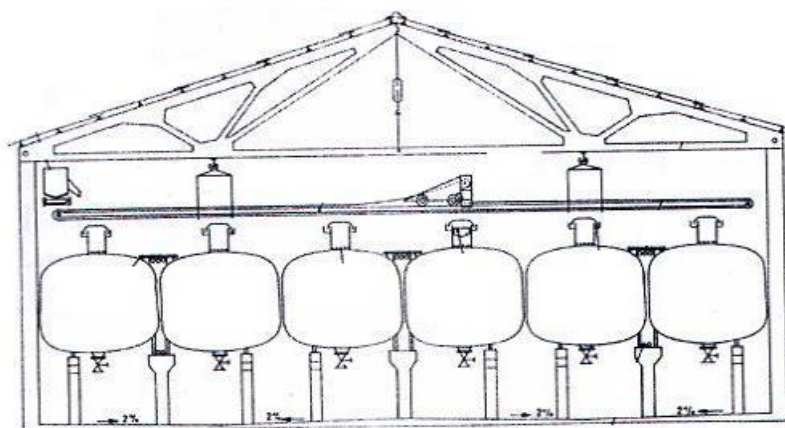
46



Fermentadores subterrâneos

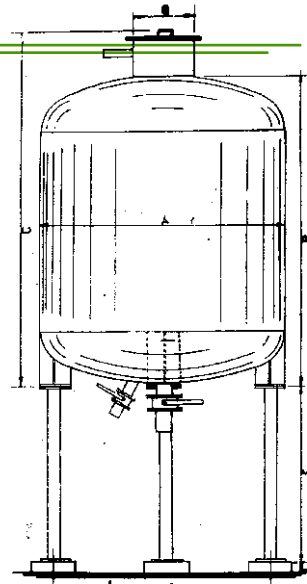
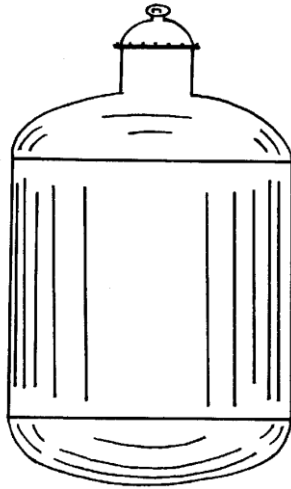


Fermentadores em sala





Fermentadores







Transporte em meio líquido



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

53



Azeitona regeitada



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

54



Azeitona verde descaroçada e recheada

<https://www.youtube.com/watch?v=6GFSdvk8WBU>

<https://www.youtube.com/watch?v=ME7sXDzZ80Q>



55



Azeitona preta



56



Azeitona após o início do desenvolvimento de cor – “invero”

Maturação implica

- Decréscimo de:
 - Humidade
 - Fibra bruta
 - Teor de açúcares redutores
 - Teor de oleuropeína diminui com o grau de maturação (fruto menos amargo)
- Aumento de:
 - Teor de lípidos
 - Teor de hidroxitirosol
 - Teor de dimetiloleuropeína



57



Fermentação de azeitonas pretas

Condicionantes:

- Baixa concentração de açúcares nos frutos maduros
- Elevada concentração de sal na salmoura (8 a 10%)
- Presença de polifenóis
- Temperaturas moderadamente baixas (10 – 20° C)

Desenvolvimento de BI
dificultado



Fermentação devida sobretudo a leveduras (ex.: *Torulopsis candida*, *Torulopsis norvegica*, *Candida krusei*, *Saccharomyces oleaginosus*, *Hansenula anomala*, etc.)



58



Azeitonas pretas

Azeitonas **sem oxidação em meio alcalino** (frutos maduros)

- Em salmoura
- Estilo kalamata
- Em sal sólido
- Desidratadas

Azeitonas **com oxidação em meio alcalino** (frutos no início do “inverno”)

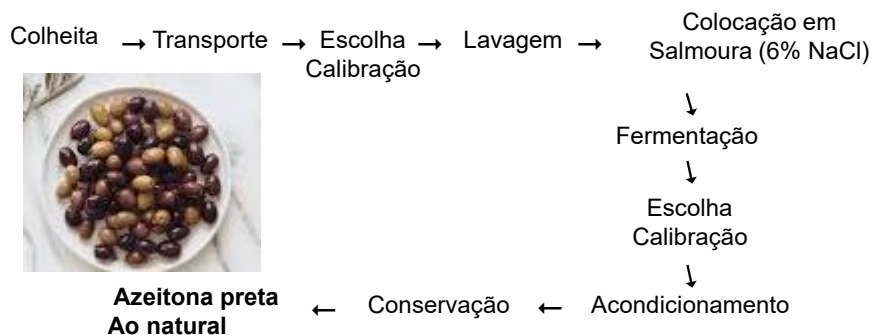
- Estilo californiano
- Em salmoura
- Em sal sólido



59



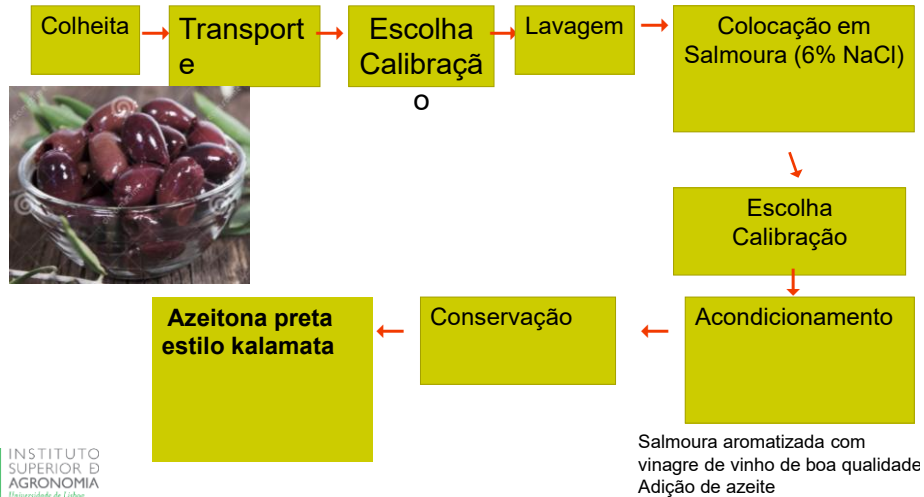
Azeitonas pretas, sem oxidação em meio alcalino



60

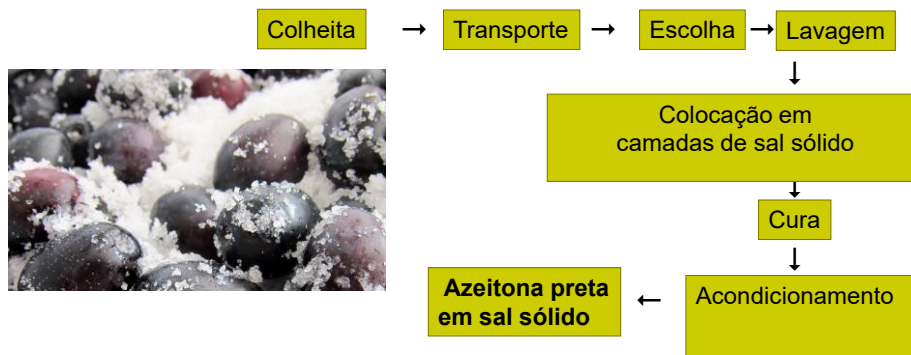


Azeitonas pretas estilo kalamata



Azeitonas pretas em sal sólido

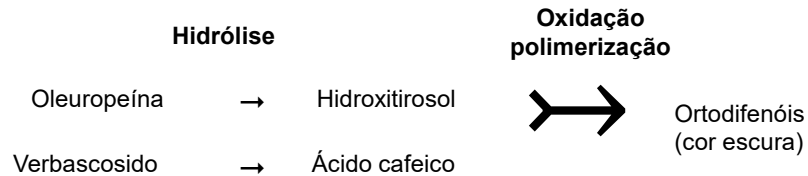
Azeitonas Megaritikí ou Thruva sobremaduras



Produto final rugoso mas com a epiderme intacta. Retém um certo amargo e um sabor a fruta muito acentuado



A cor das azeitonas pretas oxidadas



Fixação da cor das azeitonas enegrecidas:

➤ fixação com sais de ferro:

Gluconato ferroso (~ 0.1%)

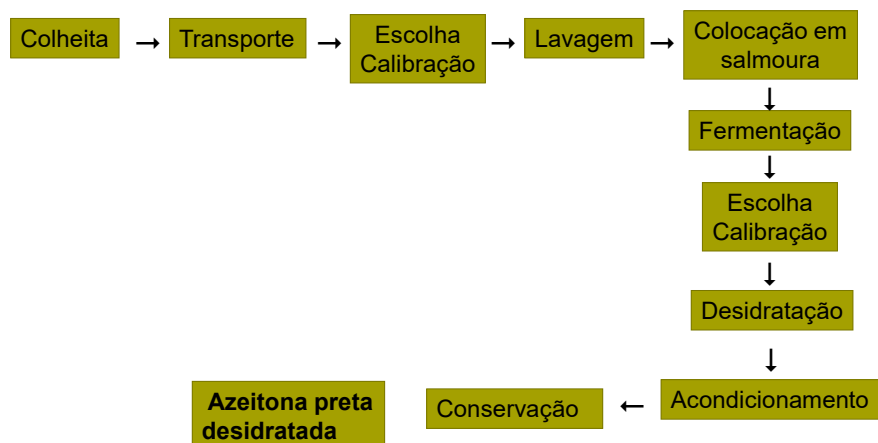
Lactato ferroso (~ 0.05%)



63



Azeitonas pretas, sem oxidação em meio alcalino, desidratadas



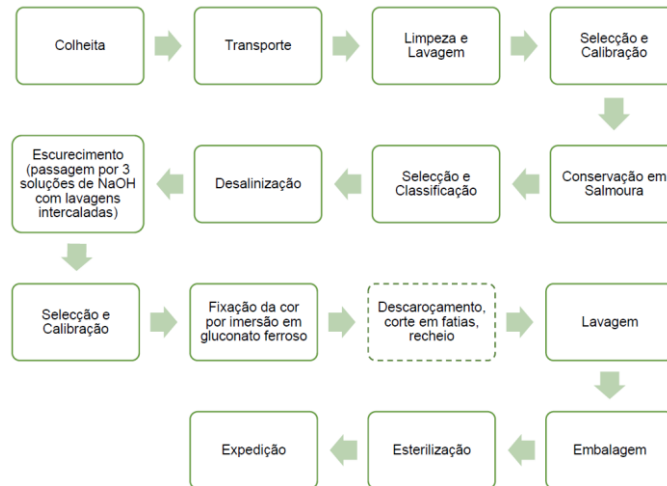
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

64



Diagrama tecnológico de azeitonas pretas oxidadas



Oxidação em meio alcalino

- Oxidação com um tratamento alcalino
- Oxidação com três tratamentos alcalinos

Oxidação com três tratamentos alcalinos

1. Soluções de NaOH
2. Sucessivas lavagens e arejamento
3. Adição de gluconato ferroso ou lactato ferroso (cerca de 12 a 24 h)
4. Estabilização em salmoura a 3 – 4%



Oxidação com três tratamentos alcalinos



1 mm de penetração



Penetração até $\frac{1}{2}$ da polpa



Penetração até $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$ da polpa

1º Tratamento com sol. [NaOH] ~ 2%



Lavagem com arejamento (24h)



2º Tratamento com sol. [NaOH] ~ 1.5%



Lavagem com arejamento (24h)



3º Tratamento com sol. [NaOH] ~ 1.3%



Lavagem com arejamento e neutralização (24h)



Adição de gluconato ferroso



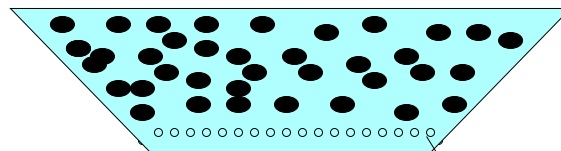
Estabilização em salmoura 3 a 4%



67



Depósito de oxidação de azeitonas



Arejamento



68



Oxidação com um único tratamento alcalino

- Solução NaOH (1,5 a 2%) - penetrar até próximo do caroço
- Lavagens com arejamento até desenvolvimento da cor preta (pH 5 a 6) durante 3 dias
- Adição de ~ 0.1% de gluconato ferroso (cerca de 10 h)
- Estabilização em salmoura a 3 – 4%

Embalagens





Conservação

- A azeitona depois de sair dos fermentadores não tem poder de conservação



- Necessidade de processos de conservação:
 - Utilização de conservantes
 - Calor (apertização)
 - Novos processos



Utilização de conservantes

► **B** **REGULAMENTO (CE) N.º 1333/2008 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO**
de 16 de Dezembro de 2008
relativo aos aditivos alimentares
(Texto relevante para efeitos do EEE)
(JO L 354 de 31.12.2008, p. 16)

▼ M2	Categoria n.º	Número E	Designação	Tor máximo (mg/kg ou mg/l consoante o caso)	Notas de rodapé	Restrições/excepções
		E 162	Vermelho de beterraba, betanina	<i>quantum satis</i>		Unicamente produtos hortícolas (excepto azeitonas)
		E 163	Antocianinas	<i>quantum satis</i>		Unicamente produtos hortícolas (excepto azeitonas)
▼ M76		E 200-213	Ácido sórbico – sorbato de potássio; ácido benzoico – benzoatos	2 000	(1) (2)	Unicamente produtos hortícolas (excepto azeitonas)
		E 200-202	Ácido sórbico – sorbato de potássio	1 000	(1) (2)	Unicamente azeitonas e preparações à base de azeitona
▼ M2		E 210-213	Ácido benzoico – benzoatos	500	(1) (2)	Unicamente azeitonas e preparações à base de azeitona



Calor - Apertização



Esterilização comercial: Processo térmico ($T\ 110 - 140\ ^\circ\text{C/t}$ adequado) que elimina os esporos do *Clostridium botulinum*, responsáveis pelo botulismo em alimentos embalados. Destruição de 99,99% da população microbiana.



Conserva - Alimento acondicionado em embalagem estanque, submetido a tratamento térmico suficiente para o tornar inócuo e estável à temperatura ambiente (mais de 1 ano).



Embalagem para apertizados

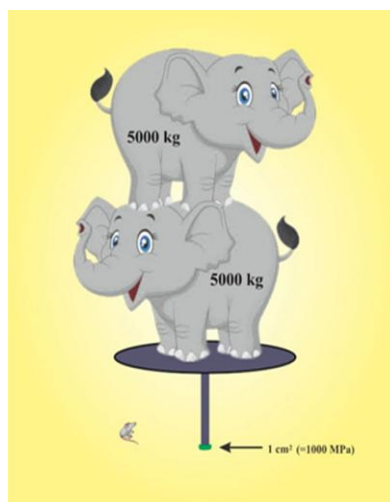
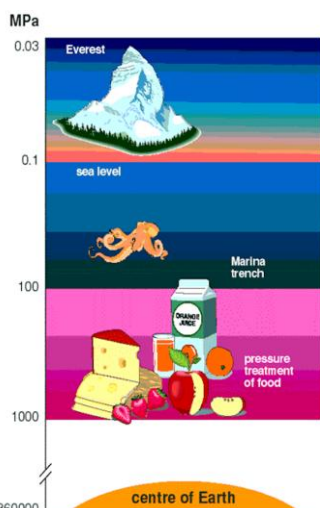
- **Embalagem = Parte ativa na conservação**
 - Estanque – Atenção à cravação
 - Impermeável
 - Com boa resistência física
 - Com boa inércia química
 - Com boa resistência térmica
 - Com coeficientes de dilatação e contração ajustados



Autoclave estático horizontal



Novos processos Altas pressões hidrostáticas





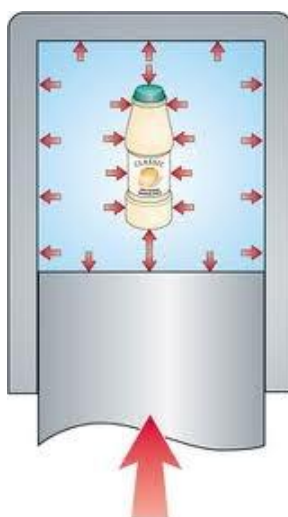
Fundamentos

■ Princípio de Le Chatelier

- Qualquer reação, alteração conformacional ou transição de fase, que seja acompanhada de uma redução de volume é favorecida por aumento de pressão.

■ Princípio isostático

- A pressão é transmitida de forma uniforme e instantânea utilizando um líquido de baixa compressibilidade (H_2O a 680 MPa c.a. 18%,) como meio de transferência de pressão.
- A pressão é aplicada em todas as direções, o que permite aos sólidos manter a forma original.





HHP

- O processo de pressurização é independente de:
 - Composição da amostra
 - Volume, massa e forma da amostra
 - Espessura da embalagem
 - Não exige scale-up
- Tempo de tratamento reduzido



Controlo de qualidade de azeitona de mesa

- Peso escurrido
- Calibre
- Teor de sal
- Acidez total
- Análise sensorial



Tolerância de peso escorrido

- 5 % para embalagens com peso líquido escorrido inferior a 200 g;
- 4 % para embalagens com peso líquido escorrido entre 200 g e 500 g;
- 3 % para embalagens com peso líquido escorrido entre 500 g e 1500 g;
- 2 % para embalagens com peso líquido escorrido superior a 1500 g.



Calibre: número de frutos/kg

Table 2

60/70	101/110	161/180	261/290
71/80	111/120	181/200	291/320
81/90	121/140	201/230	321/350
91/100	141/160	231/260	351/380
			381/410*



Controlo

Processo de elaboração	Teor de sal mínimo (% NaCl)			Limite máximo de pH			Acidez láctica mínima (% ác. láctico)		
	CQE, ATM	AC, R	P, E	CQE, ATM	AC, R	P, E	CQE, ATM	AC, R	P, E
Azeitonas curadas	5	4	BPF	4,0	4,0	4,3	0,5	0,4	BPF
Azeitonas ao natural	6	6	BPF	4,3	4,3	4,3	0,3	0,3	BPF
Azeitonas desidratadas	10	10	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF
Azeitonas oxidadas	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF
<div>CQE: Características químicas específicas</div> <div>ATM: Atmosfera modificada</div> <div>AC: Adição de conservantes</div> <div>BPF: Boas práticas de fabrico</div> <div>R: Refrigeração</div> <div>P: Pasteurização</div> <div>E: Esterilização</div>									



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

83



- <https://www.youtube.com/watch?v=aIWdc1YYSPo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=i7CUZttjmac>
- <https://www.youtube.com/watch?v=0G-oPsDn6r0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6f3WuHHCwHk>



84



Bibliografia

- Eduardo Medina, Manuel Brenes, Pedro García-García, Concepcion Romero, Antonio de Castro (2018) Microbial ecology along the processing of Spanish olives darkened by oxidation. *Food Control*, 86: 35-41
- Instituto de la grassa e sus derivados. (1985). *Biotechnologia de la Aceituna de Mesa*. Sevilla
- Moldão, M. (1983). Breve estudo sobre enegrecimento de azeitonas, Relatório de estágio do curso de Engenharia Agro-industrial, ISA/UTL.