UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA

Enginyeria Tècnica Agrícola especialitat en Indústries Agràries i Alimentàries

ESTUDI DE VIDA ÚTIL D'UN PRODUCTE DE V GAMMA ELABORAT A PARTIR DE LA CARXOFA (*Cynara scolymus*)

Treball Final de Carrera presentat per:

Isabel Navarro Martos

Sota la direcció de:

Isabel Achaerandio

Rosa Carbó

Castelldefels, juliol de 2009

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA

Enginyeria Tècnica Agrícola especialitat en Indústries Agràries i Alimentàries

ESTUDI DE VIDA ÚTIL D'UN PRODUCTE DE V GAMMA ELABORAT A PARTIR DE LA CARXOFA (*Cynara scolymus*)

Alumna: Isabel Navarro Martos

Tutores:

Isabel Achaerandio

Rosa Carbó

Castelldefels, juliol de 2009

AGRAÏMENTS

Encara que només consti una persona com a autora, darrera d'aquest treball hi ha la col·laboració de moltes persones a les quals voldria agrair la seva ajuda:

En primer lloc, Isabel Achaerandio i Rosa Carbó, per guiar-me durant la realització del treball, aportar idees i assessorar-me en tot moment.

Als meus companys que sempre han estat durant aquest anys, especialment a l'Ayarí Roig, per tot el que hem compartit, i pel seu suport desinteressat en tot moment.

Finalment, vull agrair a la meva família el seu recolzament incondicional, la paciència que sempre han tingut, i la confiança que han dipositat en mi.

Gràcies a tots.

Títol: ESTUDI DE VIDA ÚTIL D'UN PRODUCTE DE V GAMMA ELABORAT A PARTIR DE LA CARXOFA (*Cynara scolymus)*

Autora: Navarro Martos, Isabel.
Tutores: Achaerandio, Isabel; Carbó, Rosa.

Resum:

S'està experimentant una sèrie de canvis pel que fa als hàbits de consum d'aliments frescos d'origen vegetal per part de la població. Per al sector de la indústria alimentaria és interessant trobar altres alternatives per tal de donar sortida a aquests productes, i potenciar el consum de productes típics inclosos en la dieta mediterrània, potenciar nous mercats i augmentar la competitivitat a través d'oferir al consumidor un aliment segur i còmode en el seu consum. Una proposta per satisfer aquestes necessitats són els productes de V gama, que consisteix en un processat mínim de l'aliment, amb un tractament tèrmic post-envasat, ja sigui pasteurització o esterilització.

L'objectiu d'aquest treball és determinar el temps de vida útil d'un producte de V gama elaborat a partir de la carxofa (*Cynara scolymus*). S'ha treballat amb cors de carxofa (varietat *Blanca de Tudela*) escaldats a 95±2°C durant 5 minuts amb una solució d'àcid cítric a una concentració del 0,7%, envasats en bosses de buit (PA/PEHD-70/150) al 90%, i sotmesos a dos tipus de tractament tèrmic posterior: pasteurització a 98°C, i esterilització a 121°C. Posteriorment al tractament, les mostres pasteuritzades s'han conservat a 2±2˚C i 7±2°C, i les mostres esterilitzades a 2±2°C i a temperatura ambient. També s'ha realitzat l'estudi sobre cors de carxofa de la mateixa varietat, envasats en barquetes de polipropil·lè (PP) amb atmosfera modificada (O_2=12%, CO_2=8% i N=80%), pasteuritzades a 98°C i esterilitzades a 121°C, i conservades a 2±2°C durant un any.

Per avaluar l'estat del producte s'ha estudiat l'evolució de la qualitat microbiològica i del pH, per a cada una de les temperatures de conservació estipulades. Els anàlisis microbiològics han consistit en el recompte de diversos biomarcadors: microorganismes aerobis, fongs i llevats, coliforms totals i fecals, i *Staphylococcus aureus*. La freqüència d'anàlisi, tant microbiològic com de pH s'ha fet a dia 0, 5, 9, 14 i 28 en el cas de les mostres pasteuritzades, i a dia 0, 21 i 42 per a les mostres esterilitzades. En ambdós casos s'ha fet un anàlisi previ de la matèria primera crua i escaldada per tal de conèixer la qualitat inicial i la reducció assolida amb el tractament tèrmic.

Els resultats obtinguts ens indiquen que les carxofes envasades al buit no sobrepassen els límits microbiològics que estableix el RD 3484/2000, per tant són aptes per al consum durant el temps determinat per a cada un dels tractaments tèrmics, a les temperatures de conservació estudiades. De la mateixa manera, les carxofes envasades amb atmosfera modificada també són aptes per al consum passat un any de la seva preparació. En els dos tipus de tractament tèrmic s'ha observat que la temperatura de conservació no afecta al temps de vida útil, així com l'evolució del pH no indica canvis en l'aliment que puguin afectar a la seva qualitat.

Paraules clau: carxofa, V gamma, vida útil, qualitat microbiològica.

Título: ESTUDIO DE VIDA ÚTIL DE UN PRODUCTO DE V GAMA ELABORADO A PARTIR DE LA ALCACHOFA (*Cynara scolymus)*

Autora: Navarro Martos, Isabel.
Tutoras: Achaerandio, Isabel; Carbó, Rosa.

Resumen:

Se está experimentando una serie de cambios en lo que se refiere a los hábitos de consumo de alimentos frescos de origen vegetal por parte de la población. Para el sector de la industria alimentaria es interesante ofrecer alternativas para dar salida a estos productos, y potenciar el consumo de productos típicos incluidos en la dieta mediterránea, potenciar nuevos mercados y aumentar la competitividad ofreciendo al consumidor un alimento seguro y cómodo en su consumo. Una propuesta para satisfacer estas necesidades son los productos de V gama, que consiste en un procesado mínimo del alimento, con un tratamiento térmico post-envasado, ya sea pasteurización o esterilización.

El objetivo de este trabajo es determinar el tiempo de vida útil de un producto de V gama elaborado a partir de la alcachofa (*Cynara scolymus*). Se ha trabajado con corazones de alcachofa (variedad *Blanca de Tudela*) escaldados a 95±2°C durante 5 minutos con una solución de ácido cítrico al 0,7%, envasados en bolsas de vacío (PA/PEHD-70/150) al 90%, y sometidos a dos tipos de tratamiento térmico posterior: pasteurización a 98°C y esterilización a 121°C. Posteriormente al tratamiento, las muestras pasteurizadas se han conservado a 2±2°C y 7±2°C, y las muestras esterilizadas a 2±2°C y a temperatura ambiente. También se ha realizado el estudio sobre corazones de alcachofa de la misma variedad, envasados en barquetas de polipropileno (PP) con atmósfera modificada (O_2=12%, CO_2=8% y N=80%), pasteurizadas a 98°C y esterilizadas a 121°C, y conservadas a 2±2°C durante un año.

Para evaluar el estado del producto se ha estudiado la evolución de la calidad microbiológica y del pH, para cada una de las temperaturas de conservación estipuladas. Los análisis microbiológicos han consistido en el recuento de diversos biomarcadores: microorganismos aerobios, hongos y levaduras, coliformes totales y fecales, y *Staphylococcus aureus*. La frecuencia de análisis, tanto microbiológico como de pH se ha hecho a día 0, 5, 9, 14 y 28 en el caso de las muestras pasteurizadas, y a día 0, 21 y 42 para las muestras esterilizadas. En ambos casos se ha hecho un análisis previo de la materia prima cruda y escaldada con tal de conocer la calidad inicial y la reducción conseguida mediante el tratamiento térmico.

Los resultados obtenidos indican que las alcachofas envasadas al vacio no sobrepasan los límites microbiológicos que establece el RD 3484/2000, por tanto son aptos para el consumo durante el tiempo determinado para cada uno de los tratamientos térmicos, a las temperaturas de conservación estudiadas. De la misma manera, las alcachofas envasadas con atmósfera modificada también son aptas para el consumo pasado un año de su preparación. En los dos tipos de tratamiento térmico se ha observado que la temperatura de conservación no afecta al tiempo de vida útil, así como la evolución del pH no indica cambios en el alimento que puedan afectar a la calidad.

Palabras clave: alcachofa, V gama, vida útil, calidad microbiológica.

Title: ESTUDI DE VIDA ÚTIL D'UN PRODUCTE DE V GAMMA ELABORAT A PARTIR DE LA CARXOFA (*Cynara scolymus)*

Author: Navarro Martos, Isabel.
Tutorial: Achaerandio, Isabel; Carbó, Rosa.

Abstract:

It is undergoing some changes as regards to consumption patterns of fresh food of plant origin from the population. For the food industry is interesting to offering alternatives to dispose of these products, and promote the consumption of products included in the typical Mediterranean diet, promote new markets and increase competitiveness by offering the consumer a safe and comfortable in food consumption. Proposals to meet these needs are the products of V range, which consists of a minimum of processed food, with a heat treatment after packaging either pasteurization or sterilization.

The aim of this study is to determine the shelf life of a product of V range prepared from artichoke (*Cynara scolymus*). We have worked with hearts of artichoke (*Blanca de Tudela* variety) scalded to 95±2°C during 5 minutes with a solution of citric acid 0,7%, packed in vacuum bags (PA/PEHD-70/150) 90% and subjected to two types of subsequent heat treatment: pasteurization to 98°C and sterilization to 121°C. Following the treatment, samples have been preserved pasteurized to 2±2°C and 7±2°C and sterilized samples to 2±2°C and at room temperature. It has also been studied artichoke hearts on the same variety, packed in trays of polypropylene (PP) with modified atmosphere (O_2 = 12%, CO_2 = 8% and % N = 80), sterilized at 121°C and pasteurized at 98°C, and stored at 2±2°C for one year.

To assess the status of the product has been studied the evolution of the microbial quality and pH for each of the storage temperatures stipulated. Microbiological analysis consisted of counting the number of biomarkers: aerobic microorganisms, fungi and yeasts, total and fecal coliforms, and *Staphylococcus aureus*. The frequency of analysis, both microbiological and pH was done after day 0, 5, 9, 14 and 28 in the case of the pasteurized samples, and days 0, 21 and 42 for samples sterilized. In both cases there has been an analysis of the raw material and scalded to know that the original quality and the reduction achieved by heat treatment.

The results indicate that vacuum-packed artichokes do not exceed the microbiological limits established by the RD 3484/2000, therefore they are suitable for consumption during the time for each of the heat treatments at the temperatures studied conservation. In the same way, artichokes packaged with modified atmosphere are also suitable for consumption after a year of preparation.

In both types of heat treatment has been observed that the temperature does not affect the maintenance of shelf life, as well as changes in pH does not indicate changes in the food that can affect quality.

Keywords: artichoke, V range, shelf life, microbiological quality.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ 1

1.1 Necessitats nutricionals 1

1.2 La Dieta Mediterrània 3

1.3 La carxofa 4

1.3.1 Descripció 4

1.3.2 Característiques de cultiu 5

1.3.3 Varietats de carxofa 5

1.3.4 Composició nutricional 6

1.3.5 Formes de comercialització 8

1.3.6 Dades estadístiques 10

1.4 Productes de V gamma 12

1.5 Mètodes de conservació per calor 14

1.5.1 Pasteurització 16

1.5.2 Esterilització 17

1.6 Qualitat microbiològica 20

1.7 Efectes de la temperatura de cocció 22

1.7.1 Sobre els microorganismes: cinètica de destrucció 23

1.7.2 Sobre el valor nutricional: cinètiques de destrucció tèrmiques 26

1.8 Vida útil: factors que la determinen 27

2. OBJECTIUS 30

3. MATERIALS I MÈTODES 31

3.1 Matèries primeres 31

3.2 Altres materials 31

3.3 Procediment de l'experiment 32

3.4 Equips utilitzats en l'experiment 34

3.4.1 Autoclau 34

3.4.2 Envasadora de buit 35

3.5 Anàlisis realitzats 36

3.5.1 Preparació de la mostra 36

3.5.2 Determinació del pH 36

3.5.3 Recompte total de microorganismes aerobis (ISO 4833:2003) 36

3.5.4 Recompte de coliforms totals i fecals (ISO 4831:2006) 37

3.5.5 Recompte d'*Staphylococcus aureus* (ISO 6888-1:1999) 38
3.5.6 Recompte de fongs i llevats (ISO 7954:1998) 38

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ 39

4.1 Control de la temperatura de l'autoclau 39

4.2 Càlcul de F_0 40

4.3 Qualitat microbiològica de la matèria primera 41

4.4 Mostres de V gamma pasteuritzades a 98˚C 43
4.4.1 Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic 43
4.4.2 Efecte de la temperatura de conservació 44

4.5 Mostres de V gamma esterilitzades a 121˚C 47
4.5.1 Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic 47
4.5.2 Efecte de la temperatura de conservació 48

4.6 Mostres de V gamma conservades a 2±2˚C durant un any 51
4.6.1 Qualitat microbiològica 51

5. CONCLUSIONS 53

6. BIBLIOGRAFIA 54

7. ANNEX 56

Fitxa tècnica de les bosses de buit 56

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Necessitats nutricionals

Entenem per nutrició el conjunt de processos que realitzem els organismes vius per a incorporar els nutrients amb l'objectiu de mantenir la integritat de la matèria viva i de les seves funcions. Es tracta d'un procés involuntari, continu i no educable. La nutrició és necessària per mantenir l'equilibri físic i psíquic de l'organisme.

Els nutrients són substàncies que formen part dels aliments. Són absorbibles pel tracte digestiu i són útils per al metabolisme orgànic. Es poden agrupar en:

- Macronutrients: necessaris per a l'organisme en quantitats relativament elevades. Són macronutrients les proteïnes, glúcids, lípids i l'aigua.
- Micronutrients: necessaris en quantitats molt petites. Ho són les vitamines i els minerals.

Entenem per necessitat nutricional la quantitat de nutrients que requereix un organisme per aconseguir aquest correcte funcionament de l'organisme. A través de l'alimentació, s'han de satisfer les necessitats nutricionals, que inclouen:

- *Necessitats plàstiques* per al desenvolupament de la massa muscular i òssia, i per al manteniment i renovació dels diferents teixits. Els nutrients que cobreixen aquesta part, bàsicament són les proteïnes i alguns minerals, com ara calci i fòsfor.
- *Necessitats energètiques* per al manteniment dels processos metabòlics i l'activitat orgànica i física. Aquest recurs es troba principalment als greixos i glúcids. Les proteïnes també poden aportar energia, tot i que no és la seva funció principal.
- *Necessitats reguladores* i protectores de les funcions de l'organisme. Per al bon funcionament de l'organisme és imprescindible una sèrie de substàncies que actuen com a cofactors enzimàtics, regulen els equilibris àcid-base de l'organisme, etc. Aquestes substàncies són les vitamines i alguns minerals.
- *Necessitats hídriques*. L'aigua és el component majoritari de l'organisme (60% del pes total), per aquest motiu és important mantenir el balanç hídric, per tal d'assegurar la integritat i funcionament de les estructures cel·lulars.

A part d'aquestes necessitats primàries, l'organisme ha de cobrir també unes necessitats psicològiques, com ara plaer, seguretat, comunicació, simbolisme, etc., que també han de quedar cobertes a través dels aliments.

Aquesta cobertura s'aconsegueix amb una dieta equilibrada, que exigeix controlar la qualitat i la quantitat de nutrients ingerits. Es tracta d'aconseguir a través de l'alimentació, els nutrients necessaris per a satisfer els requeriments de l'organisme. No fer-ho pot esdevenir en malaltia, ja sigui per carència o per excés. La ingesta de macronutrients hauria de ser aproximadament: hidrats de carboni, 50-60%, principalment glúcids complexos. Lípids, 30-35%, majoritàriament monoinsaturats (15-20%) o poliinsaturats (7%), i en menor quantitat els saturats (<6%). Proteïnes, 12-16%, principalment amb elevat valor biològic. Aigua, 2-3 litres diaris.

A la taula 1.1 es pot veure de forma esquematitzada els macronutrients, que de manera general, aporten els diferents grups d'aliments:

Taula 1.1. *Aport de macronutrients dels principals grups d'aliments. Font: Kuklinski Claudia, 2003.*

	Proteïnes	Lípids	Glúcids	Altres
Carn, peix, ous	+++	+		Carn vermella: ferro
Lactis	++	++	+	Calci
Olis i greixos		+++		
Cereals i llegums	+	+	++	Rics en fibra
Fruites i verdures			++	Vitamines i aigua
Productes ensucrats			++	
Begudes			+	Aigua (+++) i vitamines

Tal i com es pot apreciar a la taula, hi ha aliments més complerts que altres. És per això que es recomana l'associació de diferents aliments per tal de dur una dieta equilibrada. A partir d'aquesta recomanació, s'estableixen les piràmides d'aliments (figura 1.1), on també s'indica la freqüència de consum, tenint en compte l'aport nutricional, i de substàncies que poden ser nocives en excés, com ara el colesterol.

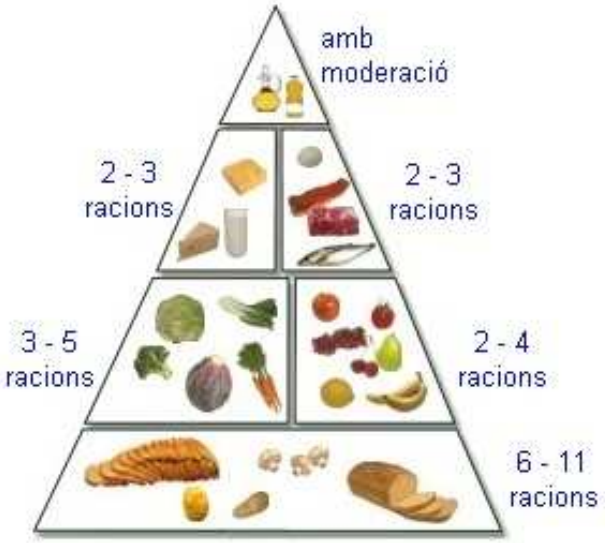


Figura 1.1. *Piràmide d'aliments. Font: www.xtec.cat (consultat 30.05.2009).*

Al primer nivell de la piràmide es troben els aliments rics en hidrats de carboni. Aquest grup ha d'aportar aproximadament el 60% de les calories ingerides diàriament per una persona sana, i de manera proporcional a la despesa energètica que depèn de diferents variables (edat, sexe, activitat física, etc.).

El segon nivell està dedicat a les fruites i verdures, dos grups d'aliments importants per la seva aportació de vitamines i fibra. Malgrat això, són aliments que s'ha de potenciar el seu consum, ja que en la majoria de població no és suficient.

El tercer nivell inclou els lactis, carn, peix, ous i llegums seques. Són font de proteïnes d'alt valor biològic, calci (lactis), minerals essencials (ferro i zinc), àcids grassos poliinsaturats (peixos).

Al quart nivell estan els aliments que s'han de consumir amb moderació, com ara olis i greixos, sucre, dolços i pastissos i la sal. S'ha de procurar reduir la ingesta de greixos d'origen animal, ja que aporten àcids grassos saturats i colesterol.

1.2 La Dieta Mediterrània

La dieta mediterrània s'ha convertit en un sinònim de dieta saludable, i és recomanació de la OMS, adoptar-la sempre que sigui possible. Aquesta atribució de dieta saludable va sorgir a partir d'un estudi presentat als anys 1950-1960 per Ancel Keys i altres col·laboradors (EEUU), denominat *Seven Countries Study* (Estudi dels Set Països). Va ser un treball realitzat a set països: Itàlia, Grècia, antiga Iugoslàvia, Països Baixos, Finlàndia, EEUU i Japó. Keys va observar que Grècia era el país amb menys incidència de malalties cardiovasculars i alguns tipus de càncer, i va concloure que era degut al tipus d'alimentació que es du a terme als països de la conca mediterrània. Estudis posteriors li atribueixen altres beneficis: redueix el risc de patir malalties pulmonars (estudi realitzat al Regne Unit), un altre realitzat a Espanya destaca les propietats en l'activitat antimicrobiana, investigadors grecs han determinat que podria protegir contra l'asma i l'al·lèrgia. Són tants els beneficis, que és candidata oficial al nomenament per la UNESCO de dieta Patrimoni Cultural Immaterial de la Humanitat.

Les principals característiques de la dieta mediterrània són:

- Utilitzar oli d'oliva com a greix principal d'addició.
- Consum d'aliments vegetals en abundància: fruites, verdures i hortalisses, llegums i fruits secs.
- El pa i els derivats de cereals s'haurien de consumir cada dia.
- És millor el consum d'aliments frescos o mínimament processats.
- Consumir cada dia productes lactis, principalment iogurt i formatge.
- Moderar el consum de carns vermelles i ous, i potenciar el consum de peix i aus.
- Reduir el consum de pastissos i postres lactis (com a postres habituals).
- Beure principalment aigua, i prendre vi amb moderació.
- Dur a terme algun tipus d'activitat física.

La ingesta de fruites i verdures fresques és una de les principals recomanacions per a una dieta saludable, pel seu baix contingut calòric i per ser una font important de vitamines A, C i E, minerals, aigua i fibra (cel·lulosa, majoritàriament als vegetals i pectines, a la pell de moltes fruites). El fet que siguin de baix contingut calòric, ajuda a evitar malalties derivades d'alteracions metabòliques com ara diabetis, hipertensió, etc. La fibra que aporta aquest tipus d'aliment és beneficiosa per a la salut, ja que redueix l'absorció i els nivells de colesterol en sang. La majoria aporta vitamina C (antioxidant), que junt amb la vitamina E de l'oli d'oliva, o els carotens de moltes verdures, actuen de forma sinèrgica neutralitzant els radicals lliures que es formen als processos metabòlics, i que poden ser nocius per a l'organisme. D'aquí que la recomanació sigui 5 racions de fruites, verdures i hortalisses diàries, de les quals, una hauria de ser de verdura u hortalissa en cru.

Els llegums i cereals són una font important de proteïnes vegetals, hidrats de carboni complexos, com ara el midó, i fibra. Pel que fa al consum de peix, la dieta mediterrània es caracteritza per consumir-ne més quantitat que de carn. Aquests dos aliments es diferencien en les característiques dels lípids que aporten. Als lípids del peix predominen els mono i poliinsaturats, que són més beneficiosos per a la salut que els lípids que aporta la carn, ja que indueixen a l'organisme consumidor a formar uns compostos que actuen de manera que ajuda a prevenir malalties cardiovasculars. A més, el peix és font de calci i fòsfor.

Aquesta diversitat de productes, combinada amb la manera de fer de la nostra cultura (processos simples de transformació dels productes, consum de mols aliments en fresc i amb un baix consum de greixos saturats i sucres simples), fan d'aquesta dieta, una dieta correcta: saludable, variada i equilibrada. Es la nostra forma tradicional d'alimentació.

1.3 La carxofa

1.3.1 Descripció

La carxofa és una planta vivaç, herbàcia i cultivada. Científicament es denomina *Cynara scolymus*. La part comestible de la planta és el capítol floral o receptacle, que es recol·lecta quan encara les bràctees són tendres i no s'ha desenvolupat la flor, ja que aleshores el receptacle s'endureix i es torna espinós. El cultiu d'aquesta planta està molt difós a la zona del Mediterrani, sobretot a Itàlia, Espanya i França. Es considera una planta bianual o triennal, ja que al tercer any disminueix la seva producció.

La classificació botànica de la carxofa es (veure taula 1.2):

Taula 1.2. *Classificació botànica de la carxofa. Font: Del Valle, Laura, 1987.*

Divisió	Espermatofita
Subdivisió	Angiosperma
Classe	Dicotiledónea
Subclasse	Simpétala
Ordre	Tubiflora
Família	Compuesta
Gènere	*Cynara*
Espècie	*Scolymus*

La carxofa es pot consumir fresca o en conserva. S'aprofiten les inflorescències i les bràctees més tendres. Normalment, si és fresca, es menja bullida, fregida o a la brasa. Per a la industria conservera, es seleccionen i es treuen les bràctees, deixant el que es coneix com a cor. Els subproductes obtinguts es destinen per donar de menjar al bestiar, ja sigui fresc o ensitjat. A partir de les fulles de la carxofa s'elabora un licor d'aperitiu anomenat *Cynar*, del grup *Campari*

1.3.2 Característiques de cultiu

Les temperatures extremes, ja sigui de fred o calor, paralitzen el seu creixement. El rang adequat és el que va de 16 a 22˚C. A zones de clima temperat, com ara al Mediterrani, la planta inicia la producció a partir de novembre i produeix durant tot l'hivern i part de la primavera. En zones on l'estiu és suau i l'hivern fred, la producció va de març a novembre. Allà on l'hivern és fred i l'estiu càlid, el cicle es divideix en dues fases. La primera dura des de la tardor fins que comencen els freds de l'hivern. La planta entra en un estat de letargia, mentre dura el fred de l'hivern. Quan les temperatures pugen, comença la segona etapa, que durarà fins que les temperatures pugin massa. La producció se sol efectuar al gener i febrer.

Si la zona de cultiu ho permet, es poden obtenir dues produccions a l'any, sempre i quan es facin servir varietats que presentin refloriment. Aquest tipus de planta permet una producció de tardor, que és la més valorada perquè les inflorescències creixen de la tija principal i són les més grans. La segona producció s'obté en primavera.

L'època de plantació varia segons la zona on es situa al cultiu i la varietat que es planti. A Espanya la plantació es fa als mesos de juliol i agost (taula 1.3). D'aquesta manera es pot obtenir la primera collita a la tardor, tot i que la collita més important es farà a la primavera següent.

Taula 1.3. *Calendari de cultiu a Espanya. Font: Del Valle, Laura, 1987.*

CALENDARI DE CULTIU A ESPANYA																								
ZONA/MES	G		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
CATAlUNYA																								
LLEVANT																								
NAVARRA																								
ZONA CENTRE																								
		Època de collita											Època de sembra											

1.3.3 Varietats de carxofa

Existeixen carxofes silvestres i domèstiques. Les més generalitzades són les domèstiques, es classifiquen en blanques i violetes, segons sigui la coloració de les bràctees. També es classifiquen segons la capacitat de florescència. Les que presenten refloriment, són les que fructifiquen dos cops a l'any, i les que no, ho fan un cop a l'any. Un altre aspecte que es té en compte, és si la producció és d'hivern o de tardor.

Cada país del litoral Mediterrani té les seves varietats típiques. A Espanya predominen els tipus anomenats *carxofes blanques*. Es tracta de plantes de gran desenvolupament i bona productivitat: produeixen collites primerenques, i les bràctees dels capítols són de color verd clar. Entre els cultivars blancs tenim: Getafe, Blanca de Tudela, Callosines, Madrilenyes, Aranjuez, Grossa verda de Laon o de Paris, Grossa de Bretanya. Dels cultivars violetes tenim: Violeta de Provença, Violeta primerenca.

A la taula 1.4 s'enumeren les principals varietats. A part d'aquestes, hi ha les varietats:

- Espanyoles: Blanca del Prat, Madrilenya i Callosina.
- Franceses: Camus Bretagne, Violet du Gapeau.
- Italianes: Mazzaferrata, Romanesco, Violeta de Toscana, Violeta de Sicília, Sinoso Sardo, Catanése.

Taula 1.4. *Varietats de carxofes. Font: elaboració pròpia.*

Nom varietat	Característiques	Zona on es cultiva
Grossa verda de Laon o Paris	Planta rústica resistent al fred. Tardana i molt productiva. Fruits de bona qualitat.	Nord d'Espanya
Grossa de Bretanya	Carxofes grans. Varietat precoç.	
Grossa Romana	Carxofa de mida mitjana, de sabor amarg. Varietat molt productiva.	
Blanca de Tudela	Mida mitjana i allargada. Planta precoç i molt productiva	Navarra (d'on és originaria). És la més cultivada a Espanya.
Getafe	Més saborosa que la Tudela.	Centre de la Península.
Aranjuez	Més tardana que la Tudela i menys productiva.	
Violeta de Provença	Sensible a les temperatures, climes meridionals i càlids.	Sud de França
Blanc Hyerois	Mida superior a la Violeta de Provença.	Languedoc
Empoli	Carxofa grossa, rodona i de colo virolat.	Itàlia
Venecia	Carxofa grossa amb bràctees rodones. Molt productiva.	Itàlia

1.3.4 Composició nutricional

El component majoritari de la carxofa és l'aigua. Seguit d'aquesta, els macronutrients principals són els hidrats de carboni en forma d'inulina i fibra. Comparades amb altres verdures i fruites, conté poca proteïna. El contingut en greix és insignificant.

Pel que fa a vitamines, destaca la tiamina (B_1), niacina (B_3), vitamina B_6 (participa en el metabolisme dels aminoàcids) i la vitamina C. Cal tenir en compte que la tiamina intervé en l'aprofitament dels hidrats de carboni, greixos, proteïnes i en l'equilibri del sistema nerviós. La vitamina C intervé en nombroses reaccions enzimàtiques, concretament en l'oxidació d'alguns aminoàcids, afavoreix l'absorció intestinal del ferro. És indispensable en la síntesi de col·lagen. L'absència de vitamina C es pot manifestar amb l'aparició d'hemorràgies, sobretot en els vasos sanguinis petits i a les genives.

El mineral que es troba en major proporció és el potassi, es considera una de les hortalisses de major contingut en magnesi, fòsfor i calci, i amb quantitats mitjanes de sodi. Tot i ser rica en calci, degut a la seva condició vegetal, l'organisme l'aprofita menys que el calci que prové dels lactis o d'origen animal en general. El potassi és un mineral necessari per a la transmissió i generació de l'impuls nerviós i per a l'activitat muscular normal. També intervé en l'equilibri d'aigua dintre i fora de la cèl·lula. El magnesi es relaciona amb el funcionament de l'intestí, nervis i músculs, forma part dels ossos i les dents, millora la immunitat i té un suau efecte laxant.

La fibra afavoreix el tracte intestinal, absorbeix aigua augmentant el volum de la femta, de manera que ajuda a corregir el restrenyiment. També dóna sensació de sacietat, indueix a l'individu a menjar menys. Els esterols són substàncies vegetals que tenen la capacitat de limitar l'absorció del colesterol a l'intestí, ja que potencien l'acció de la fibra formant gels viscosos que fixen el greix i el colesterol a nivell intestinal. La inulina és un polisacàrid que substitueix al midó, i també té funció de reserva. Quan es metabolitza en l'organisme, dóna unitats de fructosa, sucre assimilable sense necessitat d'insulina. Estimula la gana i afavoreix la digestió.

La carxofa, a més, conté altres components que destaquen pels efectes fisiològics que provoquen. Es tracta de la cinarina i cinaropicrina. Són compostos aromàtics responsables del sabor amarg de la carxofa. La cinarina es reconeix pel seu efecte diurètic. Augmenta la secreció de bilis, aquesta es deixa anar a l'intestí quan arriben els greixos dels aliments i afavoreix la digestió, a més de descongestionar el fetge, al fer que la bilis sigui més aquosa.

A la taula 1.5 es pot veure la comparació de la composició nutricional de la carxofa (dades per a 100 grams de porció comestible). Es fa una comparació de la carxofa crua, congelada, i cuita sense sal. D'aquesta última varietat, s'indica la referència de dues fonts d'informació, molt diferents entre elles. Es por veure clarament, que pel que fa als macronutrients, hi ha més concentració al producte cuit, això pot ser degut a que la quantitat d'aigua disminueix, i les proteïnes, carbohidrats i lípids queden més concentrats. Pel que fa als minerals, com millor es conserven és en l'aliment fresc, però si es cou la carxofa, el contingut mineral es veu menys perjudicat que si es congela. Això pot ser degut al trencament d'estructures que pateix l'aliment amb la formació de cristalls de gel al congelar-lo, i l'alliberament de nutrients quan aquest es descongela. Segons aquestes dades, en el cas de les vitamines no és tan fàcil dir quina és la millor manera de conservar totes les vitamines possibles. De tota manera, cal dir que les vitamines es veuen afectades pels tractaments tèrmics, ja sigui fred o calor. Com millor es conserven aquests components és en l'aliment fresc.

La font bibliogràfica Regal data de l'any 1995, i les dades extretes de l'USDA pertanyen a la base de dades "on-line", que s'actualitza periòdicament. D'una referència a l'altra han passat 15 anys, fet que pot justificar les grans diferències que s'observen.

Taula 1.5. *Composició nutricional de la carxofa. Font: USDA, i Regal, 1995. Dades per a 100g de porció comestible.*

	Crues (USDA)	Congelades (USDA)	Cuites (USDA)	Cuites (Regal, 1995)
Energia (kcal)	47	38	53	18
Energia (kJ)	197	159	220	76
Proteïnes (g)	3,27	2,63	2,89	2,9
Lípids totals (g)	0,15	0,43	0,34	0,2
AG saturats (g)	0,036	0,099	0,081	0,05
AG monoinsaturats (g)	0,005	0,012	0,011	0,01
AG poliinsaturats (g)	0,064	0,179	0,143	0,09
ω-3 (g)	0,017	0,049	0,038	-
ω-6 (g)	0,046	0,130	0,105	-
Colesterol (g)	0	0	0	0
Hidrats de carboni (g)	10,51	7,76	11,95	1,2
Fibra (g)	5,4	3,9	8,6	9,4
Aigua (g)	84,94	88,59	84,08	85,3
Calci (mg)	44	19	21	44
Ferro (mg)	1,28	0,5	0,61	1
Magnesi (mg)	60	27	42	27
Zinc (mg)	0,49	0,32	0,40	-
Sodi (mg)	94	47	60	15
Potassi (mg)	370	248	286	300
Fòsfor (mg)	90	58	73	50
Seleni (µg)	0,2	0,2	0,2	-
Tiamina (mg)	0,072	0,058	0,050	0,05
Riboflavina (mg)	0,066	0,140	0,089	0,04
Equivalents de niacina (mg)	1,046	0,860	1,110	0,8
Vitamina B_6 (mg)	0,116	0,082	0,081	0,09
Àcid fòlic (folats) (µg)	68	126	89	47
Vitamina B_{12} (µg)	0	0	0	0
Vitamina C (mg)	11,7	5,3	7,4	6
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	1	8	1	0
Vitamina E (mg)	0,19	-	0,19	0,2

1.3.5 Formes de comercialització

Les formes de comercialització de la carxofa són:

- Fresques: es consumeixen crues en amanides (la part més tendra). Es poden preparar de moltes maneres, ja sigui cuites, a la brasa, fregides, etc. La flor de la carxofa té la propietat de quallar la llet, per tant també és emprada en la industria formatgera.
- En salmorra: quan al final de la collita baixen molt els preus, es pot fer la pràctica de conservar-les en salmorra. Es prepara com els fondos de carxofa al natural, però es fan servir envasos més grans i el líquid de govern sol ser aigua saturada amb sal, addicionada amb àcid cítric en una concentració inferior al 2%. Està autoritzat en casos especials, i amb l'objectiu d'exportar-les a França.
- Conserves: les conserves de carxofa es classifiquen segons el tipus comercial, la forma de preparació, calibre i qualitat. A la taula 1.6 es pot veure aquesta classificació:

Taula 1.6. *Classificació de les conserves de carxofa. Font: elaboració pròpia.*

Tipus comercials	***Cors***	Preparació a base dels receptacles amb les bràctees més tendres. Poden ser en meitats o quarts.
	Fondos	Preparació que només conté el receptacle, sense bràctees. Poden ser en meitats o quarts.
	Puré	Preparació a base de inflorescències prèviament triturats o tamisats.
	Polpa	Conserva preparada a partir de trossos irregulars de fondos o el retallat d'aquests.
Formes de preparació	***Al natural***	Preparades amb addició d'aigua i algun ingredient tipus sal, sucre, suc de llimona, àcid cítric, tartàric, màlic, làctic, acètic o ascòrbic.
	Amb oli	Preparades amb vinagre i envasades amb oli com a líquid de govern.
	Amanides o marinades	Preparades amb vinagre, al que es pot afegir sal, espècies i aromatitzants, envasades amb oli, amb addició d'espècies i aromatitzants.
Calibre	***Nº d'unitats en un pot de ½ kg.***	5 a 8; 8 a 10; 10 a 12; 12 a 14; 14 a 16; 16 a 20; 20 a 25; 25 a 30; més de 30.
	Nº d'unitats en un pot de 3 kg.	25 a 30; 30 a 40; 40 a 50; 50 a 60; 60 a 70; 70 a 80; 80 a 100; 100 a 120; 120 a 150.
Qualitat	***Categoria Extra***	Només fa referència a cors i fondos. S'aplica a conserves amb líquid de cobertura clar, bon color, mides uniformes i lliures de defectes.
	Categoria I	Cors i fondos al natural, marinats. Líquid de cobertura tèrbol, bon color, mides uniformes i regularment lliures de defectes.
	Categoria II	Cors i fondos al natural, marinats. Líquid molt tèrbol, color acceptable, mides regulars i lliure de defectes greus.
	Categoria III	S'inclouen totes les conserves de carxofes que no reuneixen les condicions per estar a les categories anteriors.

1.3.6 Dades estadístiques

Països productors

La conca Mediterrània produeix el 90% de la producció mundial (figura 1.2). Espanya és el segon país productor de carxofa, precedit per Itàlia. Aquests dos països aporten aproximadament el 60% de la producció mundial.

França sempre ha estat el país major consumidor de carxofes en fresc, i la seva producció, tot i ser important, només abasteix als seus mercats en certes èpoques de l'any. Per tant, importa d'altres països, principalment Espanya.

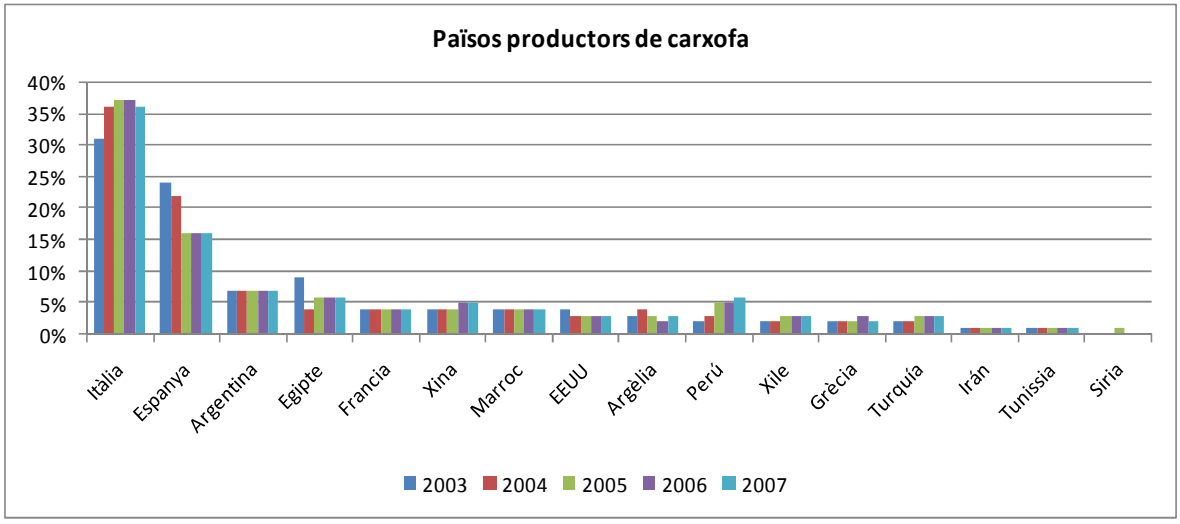


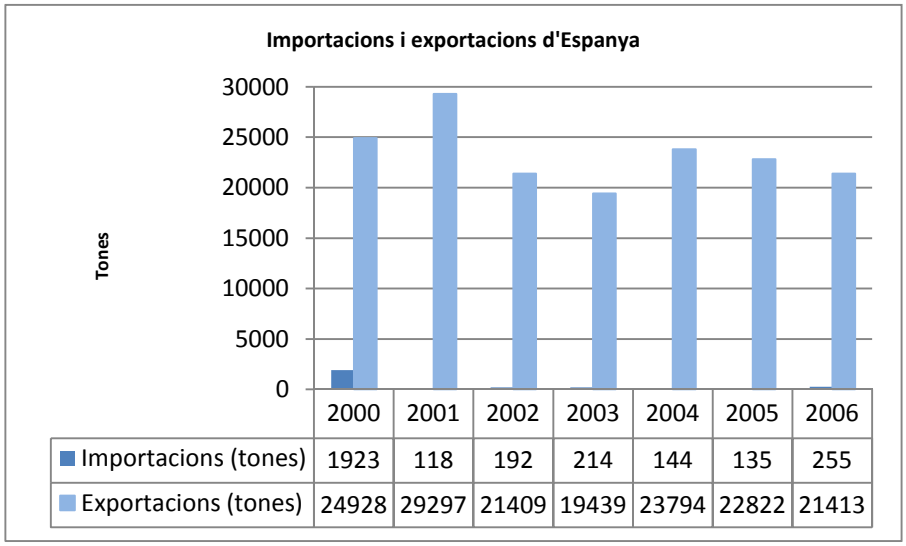
Figura 1.2. *Països productors de carxofa. Font: FAOSTAT (consultat 30.05.09)*

Les zones productores de la conca Mediterrània més importants són:

- França: les principals regions productores estan situades a Bretanya, Valle del Loira, Pirineus Orientals i Provença. Són famoses les carxofes Blanca de Bretanya i Violeta de Provença o de Hyeres.
- Itàlia: el cultiu té més importància a les zones de Toscana i Catània. La producció italiana és consumida en el mercat interior.
- Nord d'Àfrica: les zones principals són Argèlia, Marroc i Tunísia. La producció es destina a l'exportació, principalment França.
- Altres països: Egipte i Grècia incrementen les zones de cultiu. Egipte realitza exportacions a França.

Importacions i exportacions a Espanya

Els productes obtinguts són molt poc uniformes. Aproximadament, el 10% de la producció és de carxofes grans, destinades a l'exportació, un 25% de carxofes mitjanes, i la resta de petites, que van destinades a la industria conservera. Les exportacions en general es destinen a França, ja sigui producte fresc o en conserva (figura 1.3).



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Importacions (tones)	1923	118	192	214	144	135	255
Exportacions (tones)	24928	29297	21409	19439	23794	22822	21413

Figura 1.3. *Importacions i exportacions d'Espanya. Font: MAPA (consultat30.05.09)*

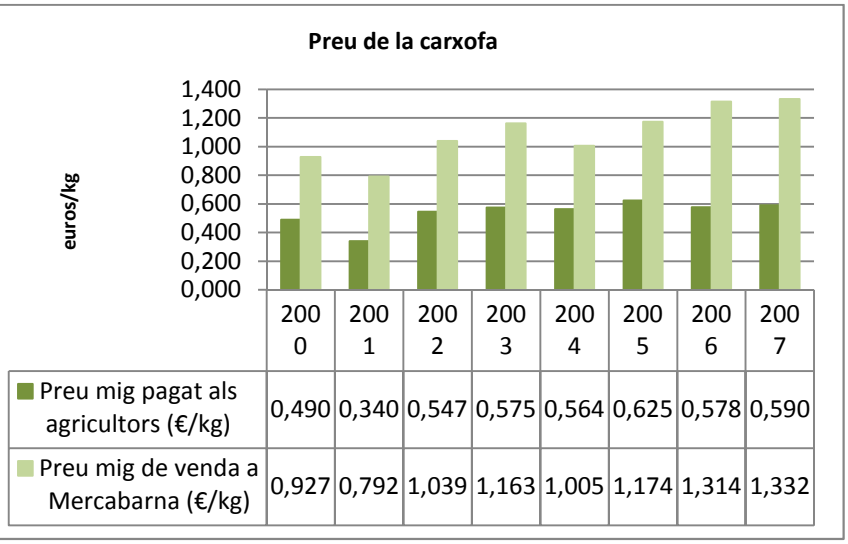
La major part de la producció Espanyola es troba a la zona de Llevant (Alacant, Castelló i València), la zona de la vall de l'Ebre (Navarra), Tarragona i Barcelona. Les produccions més altes se situen a València, Alacant i Tarragona. A Catalunya, la principal productora és Tarragona, seguida de Barcelona. Amb menys rellevància es troben Lleida i Girona.

De la producció espanyola, el principal objectiu és l'exportació, seguit de la industria conservera i el consum al mercat interior. Hi ha zones més o menys importants de producció, amb característiques diverses. Per ordre de importància:

- Vegas del segura: les zones més a destacar són Alacant i Múrcia. És la zona principal dedicada al cultiu per a l'exportació.
- Valencia: destaca la ribera Alta del Júcar i la Vall inferior del Túria. La comarca de Xàtiva és important en aquest cultiu.
- Catalunya: el cultiu és important en comarques de Barcelona, situades principalment a la ribera del Llobregat. A Tarragona destaca la Vall inferior de l'Ebre.
- Conca de l'Ebre: es cultiva al llarg del riu Ebre. Províncies com Logroño, Navarra i Saragossa. És la principal de producció i obtenció de la varietat de Tudela.
- Zona centre: el cultiu de la carxofa s'estén per les províncies de Madrid i Toledo.
- Andalusia: s'incrementa el cultiu a les províncies de Sevilla i Màlaga.

Preu de la carxofa

A la figura 1.4 es pot contemplar, com des de l'any 2003 el preu mig pagat als agricultors no ha variat gaire. En canvi, tret de la baixada del 2004, el preu mig de venda a Mercabarna ha anat pujant considerablement. En els dos últims anys reflectits al gràfic, el preu de venda supera el doble del preu que es paga a l'agricultor.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Preu mig pagat als agricultors (€/kg)	0,490	0,340	0,547	0,575	0,564	0,625	0,578	0,590
Preu mig de venda a Mercabarna (€/kg)	0,927	0,792	1,039	1,163	1,005	1,174	1,314	1,332

Figura 1.4. *Preu de la carxofa. Font: Mercabarna i MAPA (consultat 30.05.09)*

1.4 Productes de V gamma

Segons la forma de presentació al consumidor, les hortalisses es classifiquen en 5 grups, cada un d'ells fa referència a una gamma. Per tal de poder explicar la cinquena gamma, objecte d'estudi d'aquest treball, és interessant fer una breu explicació sobre les quatre gammes predecessores :

- Primera gamma: fa referència a les hortalisses fresques, i a les conservades segons els mètodes tradicionals com ara la deshidratació, salaó i fermentació (encurtits).
- Segona gamma: aquelles hortalisses que han estat sotmeses a algun tipus de tractament tèrmic amb l'objectiu d'allargar la vida útil (conserves).
- Tercera gamma: inclou tots els tipus d'hortalisses que podem comprar congelades, però que s'han de cuinar per consumir-les.
- Quarta gamma: hortalisses rentades, pelades, tallades i envasades amb atmosfera modificada o controlada i preparades per al consum directe. Un exemple clar són les amanides en bossa o barqueta.

La definició general de la cinquena gamma fa referència a tots els productes vegetals que havent estat sotmesos a un tractament tèrmic se'ls garanteix una durada de conservació de com a mínim sis setmanes (Tirilly, Y; Bourgeois, Claude M. 2002).

Aquests productes, prèviament preparats i condicionats, de manera que el producte final està encarat al consum directe. La forma de presentació sol ser envasats als buit o en atmosfera modificada. Segons el procés que es fa servir en la seva preparació, es poden diferenciar dues categories de cinquena gamma:

Cinquena gamma d'hortalisses pasteuritzades: fa referència als productes d'origen vegetal que han estat sotmesos a un tractament tèrmic a temperatures incloses a l'interval 65-85˚C. Per a aquest tipus de producte es garantitza una conservació que va de 21 a 42 dies emmagatzemats en fred, a 2±2˚C, segons la intensitat de la pasteurització aplicada. Un factor a tenir en compte és la seguretat de la cadena de fred. De manera indicativa, la data límit de consum d'un producte com aquest, conservat a la temperatura indicada anteriorment, que ha estat sotmès a un tractament de 65˚C durant un temps no superior a 100 minuts, és de 21 dies.

Per a la producció d'aquest tipus de producte es poden emprar tres tècniques diferents que a continuació es detallen:

- COCCIÓ AL BUIT. Aquesta tècnica consisteix en condicionar el producte i envasar-lo al buit abans d'aplicar el tractament tèrmic. D'aquesta manera es redueix el risc de patir contaminació microbiològica post-pasteurització. S'aconsegueix un alt rendiment d'aquesta manera, i es preserven les qualitats organolèptiques i nutricionals.

- COCCIÓ-CONSERVACIÓ AL BUIT. Es fa servir menys que la cocció al buit degut als riscos de contaminació. D'aquí la necessitat de limitar els temps d'espera abans de l'acondicionament i de mantenir les hortalisses a una temperatura superior a 65˚C, fet que pot provocar una sobrecocció. L'acondicionament en condicions asèptiques pot alleugerar aquests problemes. Air Liquide ha patentat una tècnica que realitzant la cocció sota atmosfera de CO2, permet mantenir la textura cruixent dels vegetals i destruir de manera més segura les espores. Tot i així, al final del tractament les hortalisses verdes tenen tendència a tornar-se grogues.

- TINDALITZACIÓ. Aquest procés té el nom de qui el va idear, Tyndall al 1876. Ho va fer per esterilitzar els productes biològics i recentment ha estat proposat per a conservar algunes hortalisses. Consisteix en escalfar els productes per eliminar els microorganismes no esporulats, i a continuació realitzar una incubació dirigida a fer germinar les formes esporulades per tal que perdin la termorresistència, i així aplicar una segona pasteurització per destruir aquests últims. Aquest procediment comporta uns riscos, ja que no assegura la pèrdua de termorresistència de la totalitat de les espores presents, per això està limitat a utilitzacions amb condicions molt específiques.

Cinquena gamma d'hortalisses esterilitzades: ho és tot aquell producte d'origen vegetal que ha passat un tractament tèrmic segons les normes de l'esterilització, i a una temperatura superior als 100˚C, amb l'objectiu de destruir els microorganismes i les seves toxines. Ha d'estar envasat en un recipient hermètic als líquids i a les agressions microbianes.

És fàcil caure en l'error de pensar que es tracta d'una conserva vegetal, però no es pot considerar com a tal, degut a que el tipus d'envàs emprat per a la cinquena gamma és permeable als gasos. Està especificat al "Decreto 20/02/1955-JO del 12/02/1955".

Aquesta tècnica permet la conservació del producte acabat a temperatura ambient, durant alguns mesos, segons hagi estat la intensitat del tractament. Hi ha productes que prèviament necessiten l'aplicació d'un escaldat (carxofes, porros, etc.), o una estona de remull en aigua (llegums).

L'acondicionament per millorar l'estabilitat química dels productes durant la conservació, consisteix en col·locar els envasos esterilitzats en barquetes amb nitrogen.

Hi ha altres productes, normalment pasteuritzats, que són les terrines d'hortalisses, pastissos vegetals i mousses, de diferents formats, textures, colors i aromes, sopes i pures. Tenen un gran interès degut a que són productes de baix valor energètic, les hortalisses estan "camuflades", de manera que arriba a més consumidors (com ara nens o adults als que no els agrada la verdura tal i com estem acostumats a menjar-la), són atractius a la vista i organolèpticament, i amplia les alternatives per no haver de menjar un plat de verdura bullida amb oli.

Les hortalisses de cinquena gamma estan tenint un gran èxit, degut a que suposa un estalvi de temps per a qui ha de cuinar, és un producte molt pràctic, tant a nivell domèstic, com a serveis de restauració i col·lectivitats. Convida a menjar hortalisses que habitualment no es consumeixen molt en estat fresc degut a la complicació de la seva elaboració, com ara cols (que fan mala olor al bullir-les), carxofes (taquen les mans quan es tallen), remolatxa (que ho deixa tot tenyit), etc.

1.5 Mètodes de conservació per calor

La principal causa del deteriorament dels aliments són els microorganismes. Generalment no es troben dintre dels teixits dels animals o plantes, però si que estan presents, per tal de poder envair-los en cas que hi hagi un deteriorament de la pell o la mort de l'organisme. De la mateixa manera, les reaccions enzimàtiques responsables del deteriorament, estan controlades quan l'organisme és viu, degut a un equilibri dels enzims existents a la planta o l'animal, que es perd quan esdevé la mort.

Els aliments que no es sotmeten a cap tipus de conservació tenen una vida útil molt curta, per exemple, els aliments frescos d'origen animal, i les hortalisses de fulla verda, no duren més de dos dies si es mantenen a temperatura ambient. En la societat en que vivim, necessitem períodes de vida útil més llargs, que només es poden aconseguir aplicant mètodes de conservació, ja sigui un sol mètode, o una combinació d'aquests, amb l'objectiu d'inactivar o controlar els microorganismes responsables d'aquest deteriorament.

En la taula 1.7 es pot veure la classificació dels mètodes de conservació d'aliments segons el seu efecte sobre els microorganismes.

Taula 1.7. *Classificació dels mètodes de conservació segons el seu efecte sobre els microorganismes. Font: Casp A., Abril J., 1999.*

Acció sobre els microorganismes	Forma d'actuació	Mètode de conservació d'aliments
DESTRUCCIÓ	Per acció de la calor	Pasteurització i esterilització
	Per radiacions ionitzants	Irradiació
	Per acció d'antisèptics	Alcohol, àcids i conservadors químics
	Per acció mecànica	Altes pressions
	Per acció mixta: calor-mecànica	Cocció-extrusió
EFECTE BARRERA	Per utilització de baixes temperatures	Refrigeració i congelació
	Per utilització d'atmosferes pobres en O_2	Buit, gasos inerts i atmosferes controlades
	Per reducció del contingut d'aigua	Deshidratació, concentració i liofilització
	Protecció per incorporació i recobriment amb inhibidors	Salaó, immersió en salmorra, recobriment amb matèries greixoses (confits), recobriments amb sucre, immersió en àcids (vinagre), fermentació (autoinhibició)
ELIMINACIÓ	Per separació física	Filtració esterilitzant, ultrafiltració

Entenem per tractaments tèrmics aquells mètodes de conservació que tenen com a objectius principals:

- Destruir els microorganismes patògens: existeix una bactèria que forma espora, molt termorresistent. Es tracta del *Clostridium botulinum*. Aquest microorganisme té a més una altra peculiaritat, que és el fet de produir una neurotoxina *(toxina botulínica)* molt potent (dosi letal: 1ng/Kg de pes corporal). Per tant, els esforços d'un tractament tèrmic van encaminats a la destrucció d'aquest germen, ja que alhora assegurem la destrucció de la resta de microorganismes patògens
- Evitar alteracions produïdes per microorganismes no patògens: els microorganismes que no perjudiquen la salut del consumidor, estan presents als aliments en nombre superior als patògens, i les seves espores són més resistents que les del *C. botulinum*. Encara que no perjudiquin la salut del consumidor, si són capaces d'alterar el producte provocant un efecte negatiu que limiti la vida comercial, com per exemple una acidificació de l'aliment a causa d'una fermentació no desitjada. Per tant, interessa eliminar-les, o com a mínim, reduir la població fins a un nivell acceptable, amb l'avantatge que, reduir la població de la microbiota no patògena requereix un tractament tèrmic que resulta suficient per destruir les espores del *Clostridium botulinum.*
- Aplicar el grau de cocció adequat al tipus d'aliment: d'aquesta manera el producte queda preparat, i només cal escalfar per consumir.

Els processos principals són la pasteurització i l'esterilització, tot i que també hi ha d'altres tractaments, com ara l'escaldat i la cocció, que són emprats amb uns altres fins, però també tenen com a complement certa reducció de microorganismes.

1.5.1 Pasteurització

La pasteurització és un tractament tèrmic a baixa temperatura (inferior als 100˚C), i de baixa intensitat. Segons sigui el tipus d'aliment al que s'aplica, hi haurà un objectiu o un altre:

- En aliments poc àcids, l'objectiu principal és la destrucció de patògens i la reducció de part de la microbiota alteradora. Amb això s'aconsegueix un producte que, tot i ser de vida comercial curta, conserva unes característiques organolèptiques molt properes a l'aliment original. Un exemple clar és el cas de la llet.

- Per aliments àcids es busca obtenir una estabilització del producte que conservi les característiques organolèptiques, ja que no són necessàries temperatures molt altes, al no poder créixer microorganismes esporulats en medi àcid, i els no esporulats que hi creixen, són sensibles a la calor (a 88˚C es destrueix el microorganisme més termorresistent capaç de créixer en medi àcid).

El factor limitant dels tractaments de pasteurització és l'actuació sobre les característiques organolèptiques i nutricionals de l'aliment a tractar. Per tant, l'elecció de la temperatura i el temps d'exposició estarà condicionada per la preservació de la composició inicial de l'aliment.

De manera general, es pot escollir entre dos grans sistemes de pasteurització:

- LTLT (*low temperature-long time)*: baixa temperatura durant un temps llarg. Com a referència, amb aquest sistema la llet es pasteuritzaria a 63˚C durant 30 minuts. Aquest sistema es pot emprar en instal·lacions que treballen en continu o discontinu, amb producte líquid o sòlid, ja sigui envasat o no.

- HTST *(high temperature-short time)*: alta temperatura durant poc temps. Aquest sistema és més recomanat per al tractament de productes líquids sense envasar. Els equips més emprats són els bescanviadors de calor.

En el cas de la pasteurització d'aliments sòlids, els envasats en recipients de vidre es solen pasteuritzar amb aigua calenta per tal d'evitar el xoc tèrmic. Els envasos metàl·lics i plàstics no comporten aquest risc, i es poden tractar amb una barreja d'aire-vapor o amb aigua calenta. En tot cas, es refreden fins a 40˚C per tal que s'evapori l'aigua de la superfície i així evitar la corrosió.

Els pasteuritzadors d'aigua calenta poden ser continus o discontinus. Els més senzills, discontinus, es basen en un bany d'aigua calenta on es submergeixen els envasos continguts en caixes. S'escalfen i es mantenen a la temperatura durant el temps de pasteurització. Per al procés de refredament, el bany s'omple amb aigua freda. Hi ha però el sistema continu, que consisteix en un canal llarg, per l'interior del qual circula una cinta que transporta els envasos per les zones d'escalfament i refredament (figura 1.5).

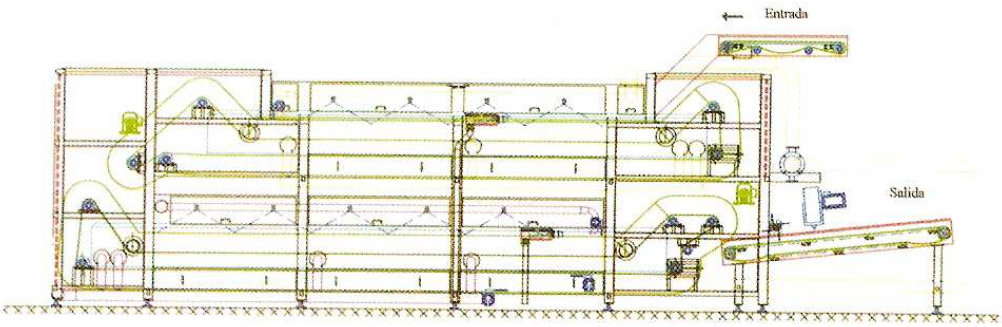


Figura 1.5. *Pasteurització per immersió en bany d'aigua en continu. Font: Casp, A.; Abril, J.,1999.*

Existeix una variant, on el túnel està dividit en una sèrie de zones d'escalfament per on passen els envasos, i es sotmeten a una dutxa que els escalfa progressivament fins a assolir les condicions de pasteurització. Per refredar-los, es fa servir el mateix procediment de dutxes. D'aquesta manera s'experimenta un estalvi d'aigua, els envasos s'escalfen abans, per tant, necessiten menys temps al pasteuritzador (figura 1.6).

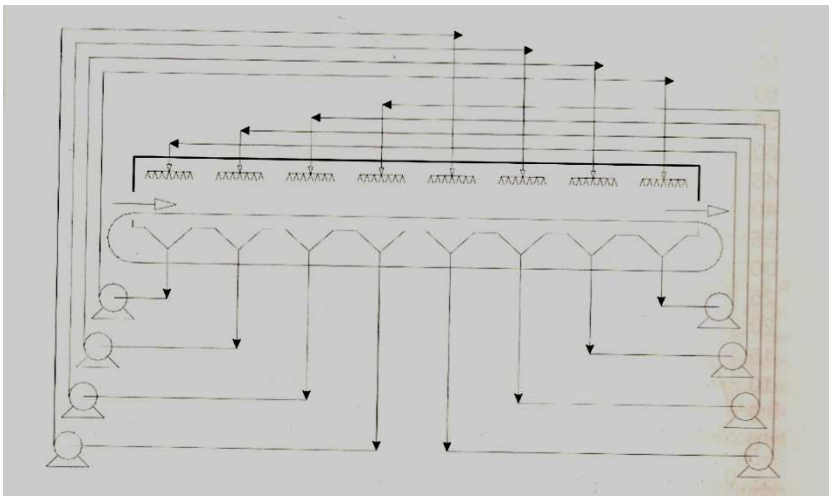


Figura 1.6. *Esquema de la recirculació de l'aigua en un pasteuritzador per pluja. Font: Casp, A.; Abril, J.,1999.*

1.5.2 Esterilització

Es defineix com a esterilització el procés que assegura la destrucció de tots els microorganismes presents en un producte, incloses les seves espores. D'aquesta manera s'eliminen riscos de salut pública, i s'aconsegueix que el producte sigui suficientment estable per permetre un emmagatzematge de llarga durada i a temperatura ambient.

La salut pública es garanteix amb un tractament que sigui capaç d'aconseguir 12 reduccions decimals per al *Clostridium botulinum*, fet que obliga a treballar a temperatures superiors als 100˚C per tal que el procés sigui curt. Aconseguir l'estabilitat a temperatura ambient requereix que el tractament tèrmic s'ajusti a la bactèria esporulada patògena més termorresistent, i a la temperatura a la que s'emmagatzemarà el producte. Per tant, l'esterilització és un tractament tèrmic, a diferència de la pasteurització, d'alta intensitat i temperatura.

No té sentit parlar d'esterilització total en aliments. En indústria alimentaria és més correcte parlar d'esterilització comercial, que és la que assegura l'eliminació de microorganismes patògens, i tota la microbiota alteradora capaç de créixer a l'aliment concret deteriorant-lo. No és necessari una despesa d'energia superior amb el seu cost econòmic, per tal d'eliminar microorganismes banals que no poden prosperar en l'aliment en qüestió. El procés d'esterilització es pot aplicar a productes envasats o no, igual que la pasteurització. En el cas d'aliments sòlids, l'envasat és previ al tractament.

Esterilització d'aliments envasats

El temps d'esterilització d'un aliment depèn de diferents factors: la termorresistència dels microorganismes i enzims presents, els paràmetres d'escalfament, pH de l'aliment, mida de l'envàs i estat físic de l'aliment. Per determinar el temps de tractament, hem de conèixer el valor de la termorresistència i la velocitat de penetració de la calor fins al centre tèrmic de l'aliment. Hi ha factors que influeixen en la velocitat de penetració de la calor:

- Tipus de producte: els aliments líquids, o en forma de partícules (sòlids de mida petita submergits en líquid de govern) s'escalfen més ràpidament que els sòlids, on la calor es transmet per conducció, procés que es veu limitat per la baixa conductivitat tèrmica del propi aliment.
- Mida de l'envàs: en envasos petits la transferència de calor és més ràpida.
- Agitació de l'envàs: en aliments viscosos o sòlids, com ara algun tipus de verdura amb salsa de tomàquet, la velocitat i escalfament produïda per les corrents naturals de convecció es poden augmentar agitant l'envàs, ja sigui de manera axial, o tapa-fons-tapa.
- Temperatura de l'autoclau: com més gran sigui el salt tèrmic entre l'aliment i el medi d'escalfament, més ràpidament penetrarà la calor.
- Forma de l'envàs: en aliments on la transferència de calor es fa mitjançant convecció, aquesta es veu afavorida com més alt sigui l'envàs.
- Tipus d'envàs: la conductivitat tèrmica depèn del material de l'envàs. La més alta correspon als envasos metàl·lics, comparant amb el vidre i plàstic.

La vida útil dels aliments esterilitzats depèn, en part, de la capacitat de l'envàs per aïllar completament l'aliment del seu entorn. Els quatre principals grups d'envasos esterilitzables són: llaunes, ampolles o pots de vidre, bosses flexibles i safates o barquetes rígides. Abans de dur a terme el tractament tèrmic és necessari eliminar l'aire dels envasos un cop plens. Aquesta operació redueix la tensió a la que se sotmeten durant l'esterilització per expansió de l'aire que hi queda. A part, a l'eliminar part d'oxigen, s'evita la corrosió interna i l'oxidació.

A grans trets es diferencien tres sistemes d'esterilització d'aliments envasats:

Escalfament amb vapor saturat: la condensació del vapor en la part externa de l'envàs transmet a l'aliment la calor latent de condensació. Si l'autoclau no es purga bé (treure l'aire interior abans d'iniciar el procés) l'aire que envolta els envasos actua com aïllant, fent que el tractament tèrmic rebut sigui insuficient. Un inconvenient en el processat d'aliments sòlids o viscosos és la baixa velocitat de penetració de la calor fins al centre del producte. Aquest fet implica un deteriorament de les característiques nutritives i sensorials del producte proper a

les parets de l'envàs. Envasos més estrets o l'agitació d'aquests durant el tractament, augmenta la velocitat de transmissió de calor, disminuint aquest efecte negatiu. Finalitzada l'esterilització, els envasos es refreden dintre del mateix autoclau amb aigua. Inicialment es fa un refredament a pressió per tal de no sotmetre l'envàs a sobrepressions. Quan la temperatura del contingut de l'envàs arriba als 100˚C, s'elimina la pressió d'aire, i el refredament continua fins que el contingut arriba a 40˚C. Posteriorment els envasos s'eixuguen ràpidament per evitar la corrosió de l'envàs.

Escalfament amb aigua calenta: els aliments es processen sota pressió d'aire en envasos de vidre o bosses flexibles, submergits en aigua. Al ser envasos de vidre, amb conductivitat tèrmica inferior al metall, el procés necessita més temps de tractament de calor. Les bosses flexibles, degut a que tenen un gruix inferior, fan que l'aliment s'escalfi abans, d'aquesta manera s'aconsegueix reduir el temps de tractament, i el sobreescalfament de les porcions externes de l'envàs. És aconsellable emprar autoclaus horitzontals per a aliments envasats en bossa flexible en general. Per als envasats en vidre, s'aconsella més els verticals, ja que s'aconsegueix una millor circulació de l'aigua en l'autoclau.

Esterilització amb flama: consisteix en l'aplicació de flama directa en llaunes en rotació a pressió atmosfèrica. Aquesta flama està a una temperatura de 1.770˚C, fet que garanteix un escalfament molt ràpid. Aquest sistema permet temps de tractament més curts, per tant, s'obté un producte de millor qualitat amb un estalvi energètic del 20% respecte al sistema convencional. L'inconvenient és que es tracta d'un procés limitat a llaunes de mida petita, per l'elevada pressió que s'hi genera (275 x 10^3 Pa a 130˚C).

Els autoclaus poden ser de funcionament continu o discontinu. Els discontinus poden ser horitzontals o verticals. Els horitzontals són més pràctics a l'hora de carregar i descarregar. Hi ha que tenen acoblat un sistema d'agitació de la càrrega, que permet reduir el temps de tractament. En el cas d'autoclaus continus, permeten un control més exhaustiu dels paràmetres durant el processat, i l'obtenció de productes de qualitat més uniforme. A la figura 1.7 es por veure l'esquema d'un esterilitzador en continu.

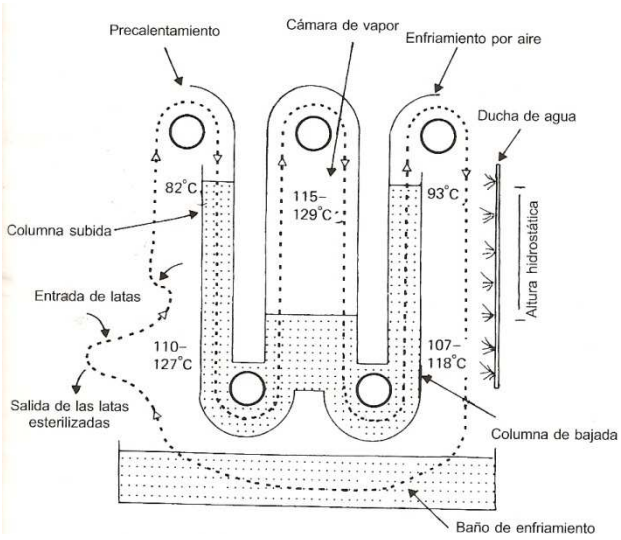


Figura 1.7. *Esterilitzador hidrostàtic en continu. Font: Fellows, P., 1999.*

1.6 Qualitat microbiològica

Es pot utilitzar el nombre o tipus de microorganismes presents en un aliment per avaluar la seva qualitat i seguretat microbiològica. Aquests estudis microbiològics tenen sentit si prèviament s'ha establert una relació demostrable entre un organisme indicador i la presència d'un patogen o d'una toxina.

El nivell de microorganismes alteradors dóna una idea de la qualitat microbiològica o salubritat de l'aliment, així com l'efectivitat de les mesures emprades per controlar o eliminar aquests microorganismes.

Els criteris microbiològics ofereixen a la industria alimentaria i als organismes reguladors unes directius per controlar els sistemes de processat d'aliments. Si són acceptats internacionalment, poden millorar el lliure comerç a través de l'estandardització dels requeriments de seguretat i qualitat alimentaris.

La utilització de criteris microbiològics per a determinar la vida útil d'un aliment requereix el coneixement de les condicions de processat i de la microbiota que s'espera en el producte. És necessari el coneixement dels tipus i nivells de microorganismes presents en les diferents etapes de processat per establir una relació entre la microbiota d'un aliment i les bones pràctiques de fabricació.

Els criteris microbiològics establerts per al tipus de producte en estudi són els que es presenten a la taula 1.8.

Taula 1.8. *Criteris microbiològics. Font: Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos, 2007.*

Categoria d'aliment	Microorganisme	Presa de mostres		Límits		Norma
		n	c	m	M	
Plats preparats amb tractament tèrmic	Recompte de colònies aeròbies	5	2	10^4 UFC/g	10^5 UFC/g	RD 3484/2000 BOE 12/1/2001
	Coliforms	5	2	10 UFC/g	10^2 UFC/g	
	Salmonella	5	0	Absència en 25g		
	E. coli	-	-	Absència/g		
	S. aureus	5	1	10 UFC/g	10^2 UFC/g	
Vàlid per al producte anterior	*Listeria monocytogenes*	5	0	Absència en 25g, quan el producte encara no ha abandonat la indústria que el fabrica		Reglamento CE 2073/2005 DOUE 22/12/05
				100 UFC/g, per a productes comercialitzats durant la seva vida útil		
Plats preparats sotmesos a esterilització	Aquest grup de plats s'haurà sotmès a un tractament tèrmic que garanteixi la destrucció de formes vegetatives i espores de bactèries patògenes o toxigèniques i dels microorganismes alteradors.					RD 3484/2000 BOE 12/1/2001

n: nombre d'unitats de que es compon la mostra; c: nombre d'unitats de la mostra, el nombre de bactèries de les quals podrà situar-se entre m i M; m: valor llindar del nombre de bactèries; M: valor límit del nombre de bactèries.

Recompte de microorganismes aerobis: excepte en el cas de productes fermentats, els aliments industrialitzats no es poden considerar com acceptables quan tenen un alt nombre de microorganismes, encara que no siguin patògens. Aquest fet es justifica per dos motius. Recomptes alts en aliments estables indiquen matèries primeres contaminades, o un tractament no satisfactori des del punt de vista sanitari. En productes peribles poden indicar condicions inadequades de temps/temperatura durant l'emmagatzematge. Les bactèries patògenes transmeses per aliments són mesòfiles. Un recompte superior a 10^6 microorganismes per gram, indica que comença a haver-hi descomposició de l'aliment.

Recompte de fongs i llevats: la contaminació fúngica no només es caracteritza per la capacitat de deteriorar l'aliment, sinó perquè molts d'ells produeixen micotoxines, que provoquen intoxicació o al·lèrgia. Així doncs es poden considerar dos aspectes:

- Actuació sobre els aliments: defectes d'aspecte, modificacions químiques (nutricionals, organolèptiques, dificultats de conservació).
- Acció sobre l'home i animals: patògens (micosis), al·lèrgena (al·lèrgies), tòxics (micotoxicosis).

Coliforms totals i fecals: es caracteritzen per fermentar la lactosa amb producció d'àcid i gas en un període de 48h a 30-37˚C i a 45˚C respectivament. Són bacils gramnegatius, aerobis i anaerobis facultatius. No esporulats. Els gèneres que en formen part dels coliforms totals són: *Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter*. Es troben al tracte intestinal d'animals i homes. També es troben al terra, plantes, closca d'ou, etc. Es solen emprar com a índex de contaminació fecal. Es considera als coliforms fecals com a possibles *Escherichia coli*. Les principals característiques són:

- Aptitud per desenvolupar-se i formar gas entre 43'5-45'5˚C.
- Capacitat per créixer en presència de sals biliars.
- Facultat per produir indol en aigua de peptona.

En general, nivells alts d'Enterobacteriaceae lactosa+ indiquen manipulació i elaboració deficients dels aliments.

Escherichia coli: és una bactèria mesòfila, englobada dintre del grup dels coliforms fecals, que té com a hàbitat natural el tracte entèric d'animals i homes. És per això que se'l fa servir com a indicador de contaminació fecal, ja sigui directa o indirecta. També és un indicador de la presència de microorganismes patògens, tot i que no és una relació que sempre es compleix. La presència d'*E. coli* en un aliment tractat tèrmicament indica una errada en el procés, o una contaminació posterior. Es considera patògena la soca d'*E. coli* O157:H7.

Salmonella: és una bactèria gramnegativa. Totes les espècies que pertanyen al gènere *Salmonella* es considera patògenes. Es tracta de bacils petits que tenen com a reservori principal el tracte intestinal dels animals i les persones. La toxiinfecció alimentaria per *Salmonella* és conseqüència de la ingestió d'aliments que contenen la bactèria en gran quantitat (dosi mínima infectiva $>10^5$ cèl·lules per ingesta). El pH òptim de creixement es troba en la neutralitat.

Staphylococcus aureus: és una bactèria que té com a reservori la pell i les mucoses de les persones i animals. Se sol trobar a prop dels orificis naturals de la superfície de l'organisme (nas, axil·les, boca, etc.). La via de transmissió principal als aliments és a través dels portadors nasals, i d'individus que tenen a les mans o braços contaminats i se'ls permet la manipulació d'aliments. És de naturalesa mesòfila. En el cas d'aquesta bactèria, el problema radica en que produeix una enterotoxina (no totes les soques), que és la que produeix malaltia. Això passa quan s'ingereix un aliment on hi ha *S. aureus*, i han produït la dosi mínima infectiva d'enterotoxina. En general, la presència d'un nombre elevat de *S. aureus* reflexa una higiene defectuosa per mala manipulació. Si són soques enterotoxigèniques, a més suposen un risc per a la salut.

Listeria monocytogenes: és un bacil grampositiu. Està distribuïda per tot arreu. Se l'associa molt a productes làctics i a l'ensitjat, tot i que es troba a l'aigua, vegetals, femta d'animals, etc. Qualsevol producte fresc d'origen animal o vegetal pot contenir aquest microorganisme. Pot produir una toxiinfecció a partir d'una toxina que destrueix eritròcits i fagocits (la dosi mínima infectiva és de 10^4 cèl·lules per ingesta). Es manifesta amb vòmits, diarrea, dolor abdominal, meningitis, encefalitis i septicèmia. Es considera població de risc les persones immunodeprimides, infants, gent gran, i en especial les dones embarassades, a les que pot provocar avortament.

En la taula 1.9 s'indica de manera resumida les característiques de creixement dels principals microorganismes indicadors i patògens.

Taula 1.9. *Característiques de creixement d'alguns microorganismes. Font: elaboració pròpia.*

Microorganisme	pH			a_w	Temperatura		
	Mínim	Òptim	Màxim		Mínim	Òptim	Màxim
Fongs	1,5-3,5	4,5-6,8	8-11	>0,7	-	25	47
Llevats		5-6,5	8-8,5	>0,87			
E. coli	4,3	6-8	9	0,957	5	37	45
Staphylococcus aureus	4,2	6,8-7,5	9,3	0,86	7	37	48
Clostridium spp.	4,6-5	-	9	0,97	10	-	50
Salmonella spp.	4-4,5	6,5-7,2	8-9,6	0,95	5	37	45
Listeria spp.	4,1	-	9,6	0,9	1,1	-	45

1.7 Efectes de la temperatura de cocció

L'aplicació de calor sobre un aliment no només afecta als microorganismes, sinó que també pot afectar a altres components dels aliments, com ara enzims i nutrients, i modificar les propietats físiques. Alguns efectes són beneficiosos, com ara destrucció de microorganismes i d'enzims, estovament de teixits, que millora la digestibilitat, etc. N'hi ha altres, però, que són totalment indesitjats, estem parlant de la destrucció de nutrients, i de la pèrdua de qualitats organolèptiques (color, aroma, etc.). És per això, que a l'hora d'aplicar aquests tipus de tractaments a un aliment, és important conèixer aquests efectes, i tenir molt clar els resultats que es volen obtenir, per tal de poder dissenyar un bon procés.

1.7.1 Sobre els microorganismes: cinètica de destrucció

L'efecte conservador dels tractaments tèrmics es deu a la desnaturalització de les proteïnes, que destrueix l'activitat enzimàtica i metabòlica dels microorganismes. Tots els microorganismes es destrueixen per sobre de certa temperatura. Aquesta temperatura és la que coneixem amb el nom "temperatura letal". En el cas de les cèl·lules vegetatives, la temperatura letal coincideix amb la màxima temperatura a la que són capaces de continuar desenvolupant-se. En el cas de les espores, la temperatura letal és aquella que per sobre de la qual les espores comencen a perdre la capacitat per a tornar a germinar.

La termorresistència dels microorganismes varia d'unes espècies a unes altres, tant si parlem de cèl·lules vegetatives com d'espores. De la mateixa manera, la termorresistència varia també en funció de les condicions ambientals en les que es troba el microorganisme. Els més rellevants són:

- Condicions de creixement: les cèl·lules microbianes adopten una major termorresistència quan s'han desenvolupat o han estat sotmeses a condicions llunyanes de les òptimes de creixement, com ara cèl·lules que han estat sotmeses a un xoc tèrmic per sota de la seva temperatura letal, o s'han desenvolupat en un medi pobre en nutrients. Un exemple és el cas de la *Listeria monocytogenes* que augmenta la termorresistència tres vegades quan abans del tractament tèrmic es sotmet a un xoc tèrmic a 46˚C durant 30 minuts.

- Característiques del medi on es du a terme el tractament tèrmic. Els principals factors del medi en que es du a terme el tractament tèrmic que influeixen en la termorresistència de les formes vegetatives i esporulades són: la composició del medi (contingut proteic, greixos, carbohidrats, etc.), com més alta és la concentració de macronutrients, i en conseqüència, més baixa és l'activitat de l'aigua, més augmenta la termorresistència. A pH neutre, les cèl·lules i espores presenten la màxima termorresistència, i disminueix a mesura que el pH s'allunya de la neutralitat. La presència de substàncies com ara EDTA, bacteriocines i polifosfats, que són quelants de metalls importants per a la cèl·lula, disminueixen la termorresistència, igual que la presència d'aigua oxigenada. En canvi, la presència de cèl·lules d'altres microorganismes poden fer augmentar la termorresistència dels patògens.

Quan una població microbiana és col·locada a una temperatura superior a la seva temperatura letal, no es produeix la destrucció total d'aquesta, sinó que s'inicia un procés de destrucció similar al d'una reacció de primer ordre, en el que el nombre de microorganismes que es destrueixen van augmentant en funció del temps en que mantenim a la població microbiana en aquestes condicions. La reacció a la que es dóna lloc es pot representar amb una equació [1], que de manera simplificada, seria:

(1)

$$ln\frac{N_0}{N_t} = k \cdot t$$

On:
N: nombre de microorganismes en el medi
t: temps que dura el tractament tèrmic
k: constant de destrucció
N_0: nombre inicial de microorganismes en el medi
Nt: nombre de microorganismes després del temps t

Es tracta d'una funció exponencial el límit de la qual tendeix a zero. Per tant, encara que s'allargui el tractament o s'intensifiqui, mai s'arribarà a l'eliminació total dels microorganismes, si més no, un cop assolida aquesta esterilització absoluta, l'aliment haurà perdut totes les qualitats que l'identificaven com a tal. És per això que parlem d'esterilització comercial.

El nombre final de microorganismes depèn del nombre inicial d'aquests, del temps de tractament de la constant k que regeix la velocitat de destrucció dels microorganismes. En conseqüència, el tractament tèrmic ve definit per la temperatura i el temps d'aquest, la contaminació inicial del producte, del medi o producte sobre el que s'aplica el tractament, i de la termorresistència dels microorganismes que es volen eliminar.

Es coneix com a ***temps de reducció decimal (D_v)*** el temps necessari per a que una població homogènia d'un determinat microorganisme disminueixi en un 90% (una unitat logarítmica) al ser tractada a una determinada temperatura (v). Aquesta constant depèn del tipus de microorganisme, essent el valor més elevat com més elevada sigui la termorresistència del mateix. Amb caràcter general es pot afirmar que per a un determinat microorganisme, el valor D_v disminueix com més baix sigui el pH del medi, o menor contingut en greixos. Està clar que varia amb la temperatura, ho fa de manera exponencial.

La relació entre la variació de D_v a causa de la variació de temperatura, es defineix com a ***coeficient de temperatura o Q_{10}***. És el valor per el que s'incrementa la velocitat en una reacció al augmentar 10˚C la temperatura.

Per tal de poder interpretar correctament la taula 1.10, és necessària la definició d'un altre paràmetre. Es tracta de ***z***, que consisteix en l'increment de temperatura necessari per aconseguir que el tems de reducció decimal es redueixi en un 90%. Aquesta variable depèn només del microorganisme i del medi. A la taula 1.10 es relacionen els paràmetres cinètics d'alguns microorganismes.

Taula 1.10. *Paràmetres cinètics d'alguns microorganismes. Font: Casp, A.; Abril, J.,1999.*

Microorganisme	Temperatura (v) (˚C)	D_v (s)	Z (˚C)
Bacillus stearothermophilus			
TH34 (en aigua)	120	1.000	7,3
FS 7954 (en tampó fosfat)	121	6	8,3
NCIB 8919 (en aigua)	121	186	7
Bacillus subtilis			
5230 (en aigua)	121	6	8,3
5230 (en tampó fosfat)	121	21,9	8,8
Clostridium botulinum			
Tipus A (en aigua)	121	6	8,3
A35B (en tampó fosfat)	121	19,2	10,8
213B (en vegetals)	121	6,6	9,8
213B (en tampó fosfat)	110	96	10,3
62A (en puré de pèsols)	121	5,34	8,3
Clostridium thermosaccharolytixum			
S9 (en aigua)	132	4,4	6,9
Desulfotomaculum nigrificans			
ATCC7946 (en aliments infantils)	121	1.550	6,7
Escherichia coli			
Aigua	55	402	3,6
Clostridium sporogenes			
Aliments de pH neutre	121	42-90	9-11
Bacillus cereus			
Aliments de pH neutre	121	4	9,7
Bacillus sporothermodurans			
Llet	121	120	13-14
Staphylococcus aureus			
Aliments de pH neutre	66	60-120	4,5-6,5
Salmonella			
Aliments de pH neutre	66	2-12	4,5-6,5
Listeria monocytogenes			
Aliments de pH neutre	60	900	5,5

El nombre de microorganismes varia en cada lot de matèria primera, i per tant, resulta difícil calcular el temps de tractament tèrmic necessari per a cada lot de producció. Per tal d'assegurar una qualitat microbiològica homogènia, s'utilitza una combinació de temps-temperatura de tractament que es preestableix per a cada producte en qüestió tenint en compte el sistema de preparació.

1.7.2 Sobre el valor nutricional: cinètiques de destrucció tèrmiques

La destrucció per calor de moltes vitamines, pigments i compostos aromàtics, es comporta de manera molt semblant a la dels microorganismes, que segueix una reacció de primer ordre. De manera general, els valors D i z per a les vitamines i pigments són més alts que els dels microorganismes, de manera que les característiques organolèptiques i nutricionals dels aliments resisteixen millor els tractaments més curts a temperatures més elevades (veure taula 1.11). Aquest fet permet una combinació temps-temperatura que millori la retenció del valor nutritiu i les característiques organolèptiques de l'aliment. A continuació, una breu explicació de l'efecte de la temperatura sobre els components dels aliments:

- Aigua de constitució: l'elevació de la temperatura accelera l'evaporació superficial de l'aigua. Té dues conseqüències essencials, alenteix els intercanvis tèrmics i és l'origen de la dessecació superficial. La cocció afavoreix la conversió de l'aigua lligada en aigua lliure, això explica, per exemple, el fet que la carn augmenti el seu exudat a temperatures entre 60 i 75˚C.

- Lípids: responsable de la fusió d'aquests, procés variable segons les característiques fisicoquímiques i estructurals. Afavoreix l'oxidació, que donen compostos responsables de l'aroma i el sabor. Quan augmenta massa la temperatura poden formar-se compostos amargs.

- Glúcids: el midó és sensible a la temperatura en medi aquos. Gelifica a temperatures de 52 a 75˚C, en funció de l'origen del glúcid. Pot accelerar les reaccions de Maillard, descomposició tèrmica dels sucres (caramel·lització), tot i que la descomposició esdevé a temperatures molt elevades, de l'ordre de 150 a 164˚C.

- Proteïnes: en el cas de proteïnes animals, primer esdevé l'activació d'enzims (30-50˚C), com lipases i proteases, i a partir de certa temperatura, comença la desnaturalització de proteïnes, que té com a conseqüència la pèrdua enzimàtica, canvis en la solubilitat (formació de gels), canvis de color i estructura, i modificació a la sensibilitat als enzims. La desnaturalització de proteïnes solubles comença entre 50 i 55˚C, i es complerta a 80˚C.

En productes d'origen vegetal, la cocció provoca modificacions de color, consistència i aroma. La clorofil·la desnaturalitzada en presencia d'aire pateix una oxidació que manté una coloració verda, mentre que el tractament al buit provoca l'enfosquiment del color.

Per a llegums i cereals rics en midó, la cocció en medi humit donarà lloc a un estovament més o menys intens.

L'aparició de l'aroma en molts productes vegetal és degut també a l'alliberació de petites quantitats d'àcid sulfhídric, que poden ser potenciadors del sabor, sempre que no s'hi trobin en excés.

A la taula 1.11 es mostren alguns paràmetres cinètics dels atributs de qualitat fins ara esmentats

Taula 1.11. *Paràmetres cinètics d'alguns atributs de qualitat. Font: Casp, A.; Abril, J.,1999.*

Producte/atribut	Temperatura (˚C)	D (s)	z (˚C)
Vitamines			
Vitamina A	122	2,4	23
Vitamina B_1	150	0,83	22
Vitamina B_6	121	24	45
Àcid pantotènic	121,1	138	35,8
Vitamina C	121,1	50	18,2
Enzims			
Peroxidasa	120	0,83	27,8
Pectinesterasa	80	16,7-3,7	7,8
Polifenoloxidasa	89	0,1	7,8
Textura			
Mongetes seques	110	84,9	21,3
Pastanagues	121,1	0,59	47
Mongetes tendres	121,1	0,12	16,9
Pèsols	121,1	0,14	31,8
Patates	100	0,048	17
Arròs	75	4,6	35,2
Color (pigments verds)			
Espàrrecs	121,1	1,02	41,6
Mongetes tendres	121,1	1,26	38,8
Pèsols	121,1	1,5	39,4
Espinacs	148,8	0,21	51,1
(pigments vermells)			
Raïm	121	7,2	54,7
(Enfosquiment)			
Llet	130	0,012	26,7

1.8 Vida útil: factors que la determinen

La qualitat dels aliments es defineix com el conjunt de propietats que influeixen en la seva acceptació pel consumidor i que diferencien els uns dels altres. Es pot dir que els aliments són sistemes fisicoquímics i biològicament actius, per tant, la qualitat dels aliments és un estat dinàmic que es mou contínuament cap a nivells més baixos. Per a cada aliment hi ha un període de temps determinat, després de la seva producció, durant el qual manté el nivell requerit de les seves qualitats organolèptiques i de seguretat, sota determinades condicions de conservació. Aquest període es defineix com a vida útil de l'aliment.

Durant l'emmagatzematge i la distribució, els aliments estan exposats a un ampli rang de condicions ambientals com ara temperatura, humitat, llum i oxigen, que poden desencadenar mecanismes de reacció que condueixen a la seva degradació. Com a conseqüència d'aquests mecanismes els aliments s'alteren fins a ser rebutjats pel consumidor. És necessari conèixer les diferents reaccions que causen aquesta degradació, per tal de desenvolupar procediments específics per avaluar la vida útil.

Els canvis de qualitat dels aliments poden expressar-se com una funció que depèn de la composició dels aliments i dels factors ambientals. Com a composició de l'aliment entenem alguns compostos de reacció, enzims, pH, activitat d'aigua i població microbiana. Com a factors ambientals: temperatura, humitat relativa, pressió total i parcial de diferents gasos, llum, oxigen, etc.

El deteriorament d'un aliment presenta un caràcter diferent depenent del tipus de canvis que intervenen: canvis no microbians interns o externs, o canvis produïts per microorganismes.

- Canvis bioquímics no microbians: poden ser perceptibles o no pels sentits del consumidor. Esdevenen canvis de naturalesa bioquímica que el consumidor no pot percebre, com ara canvis en la composició nutricional (pèrdua de sucres, variacions en el contingut i composició de substàncies nitrogenades i l'oxidació gradual i pèrdua de vitamines). Altres canvis que si poden ser detectats pels sentits del consumidor, com ara canvis en la coloració a causa de l'enfosquiment, pèrdues de substàncies volàtils i components aromàtics que influeixen en el sabor i aroma, la descomposició de les proteïnes i l'oxidació dels lípids provoquen l'aparició d'olors i sabors indesitjables.

- Canvis microbians: són canvis indesitjables i greus. Es produeixen pèrdues de nutrients i canvis en les característiques externes, a part de ser un risc de salut pública.

Les causes responsables de l'aparició d'aquests canvis es tradueixen en fenòmens d'alteració en aliments que es poden classificar en:

- Físiques: poden aparèixer durant la manipulació dels aliments, com ara cops, lesions, etc.
- Químiques: es manifesten durant l'emmagatzematge. Són alteracions més greus i amb freqüència poden perjudicar la comestibilitat del producte. Ho és l'enranciment, enfosquiment, etc.
- Biològiques: són les més importants. Es diferencien entre enzimàtiques, parasitàries i microbiològiques.

El deteriorament dels aliments és resultat de la combinació de les causes abans citades. Els factors que determinen la vida útil doncs, són:

- Temperatura: dintre de l'escala moderada de temperatura en la que es manipulen els aliments, de 10 a 38˚C, per cada 10˚C que augmentem la temperatura es duplica aproximadament, la velocitat de les reaccions químiques. La calor excessiva desnaturalitza proteïnes, trenca emulsions, destrueix vitamines i resseca aliments a conseqüència de la pèrdua d'humitat. Els aliments congelats i descongelats sense control presenten canvis de textura, la destrucció d'emulsions, la separació de greixos, etc. El fred descontrolat, tot i que no arribi al punt de congelació també és un problema, ja que provoca lesions a l'exterior de fuites i verdures.

- Humitat: hi ha aliments sensibles a la presència d'humitat que condensa en forma d'aigua a la seva superfície. Poden aparèixer taques i altres defectes superficials. Aquesta condensació també pot esdevenir en envasos hermètics, ja continguin un

aliment viu (fruites i verdures) o no. La presència d'aigua afavoreix el desenvolupament de microorganismes.

- Aire i oxigen: a més dels efectes que té l'oxigen sobre el desenvolupament dels microorganismes, l'aire i l'oxigen són destructors de vitamines (A i C), olors, sabors, i altres components dels aliments. L'oxigen intervé en l'oxidació dels lípids, i en els processos metabòlics de les cèl·lules, com ara la respiració en el cas de cèl·lules vegetals i animals, producció d'etilè en vegetals, i processos d'oxidació en general. L'oxigen es pot eliminar envasant al buit o substituint per un gas inert.

- Llum: responsable de la destrucció d'algunes vitamines com riboflavina, vitamina A i C. També pot deteriorar el color de molts aliments.

Tots aquests factors no actuen de forma aïllada. Generalment es produeix una actuació simultània d'alguns d'ells, o bé la intervenció d'un d'ells desencadena la dels altres. Per exemple, factors com la calor, humitat i l'aire poden influir en el desenvolupament de microorganismes, o en l'activitat química dels enzims.

Per aconseguir que un producte duri el màxim possible, s'han de minimitzar aquests factors, aplicant mètodes de conserva adequats per a cada tipus d'aliment.

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és determinar el temps de vida útil d'un producte de cinquena gamma elaborat a partir de la carxofa *(Cynara scolymus)*.

Per assolir aquest objectiu es procedirà a fer un estudi microbiològic i de pH dels següents tipus de producte:

- Carxofa fresca i escaldada.
- Cors de carxofa en meitats, envasats al buit (90%), sotmesos a pasteurització a 98˚C i esterilització a 121˚C i amb un emmagatzematge posterior a 2±2˚C i 7±2˚C (pasteuritzades), i a 2±2˚C i temperatura ambient (esterilitzades).
- Cors de carxofa en meitats, envasats amb atmosfera modificada, sotmesos a pasteurització a 98˚C i esterilització a 121˚C i amb un emmagatzematge posterior a 2±2˚C durant més d'un any.

L'estudi es realitzarà durant un període de temps determinat, durant el qual s'avaluarà l'evolució del pH del producte i la qualitat microbiològica, mitjançant diferents anàlisis que serviran per estudiar el creixement dels biomarcadors: microorganismes aerobis totals, fongs i llevats, *Staphylococcus aureus*, coliforms totals, i coliforms fecals.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1 Matèries primeres

Com a matèria primera s'han fet servir carxofes fresques de la varietat Blanca de Tudela (figura 3.1), procedents dels agricultors del Prat de Llobregat, i carxofes de la mateixa varietat, ja elaborades com a producte de cinquena gamma.

Figura 3.1. *Carxofes fresques*

A la taula 3.1 es presenta de manera esquemàtica, els dies de collita de les carxofes i els dies que s'han processat, així com el tipus de tractament tèrmic al que s'han sotmès. Les carxofes que no s'han processat el mateix dia de la collita, s'han emmagatzemat a temperatura ambient, a la sala de preparació de mostres del laboratori d'anàlisi sensorial.

Taula 3.1. *Relació dels dies de collita i posterior processat de les carxofes.*

Data de collita	Data de processat	Tipus de tractament
24-04-2009	27-04-2009	Esterilització 121˚C
4-05-2009	4-05-2009	Esterilització 121˚C
	6-05-2009	Pasteurització 98˚C
13-05-2009	13-05-2009	Pasteurització 98˚C

Les carxofes elaborades a l'abril de 2008 van ser objecte de l'estudi de qualitat organolèptica realitzat per Jessica Avitia, Montserrat Pujolà, Judit Blazquez, Cristina Díaz i Isabel Achaerandio. Aquestes es presenten envasades en barqueta de polipropil·lè (PP) amb atmosfera modificada (O_2=12%, CO_2=8% i N=80%). El tractament tèrmic realitzat ha estat el mateix que s'exposa a la taula 3.1, amb un emmagatzematge posterior en cambra frigorífica a 2±2˚C.

3.2 Altres materials

Bosses de plàstic

Com a materials auxiliars per a dur a terme l'experiment s'ha fet servir bosses de buit (PA/PEHD-70/150). S'adjunta la fitxa tècnica a l'annex.

Solució d'escaldat

Com a solució d'escaldat per evitar l'enfosquiment de les carxofes s'ha fet servir una solució d'aigua amb àcid cítric al 0,7% de concentració.

3.3 Procediment de l'experiment

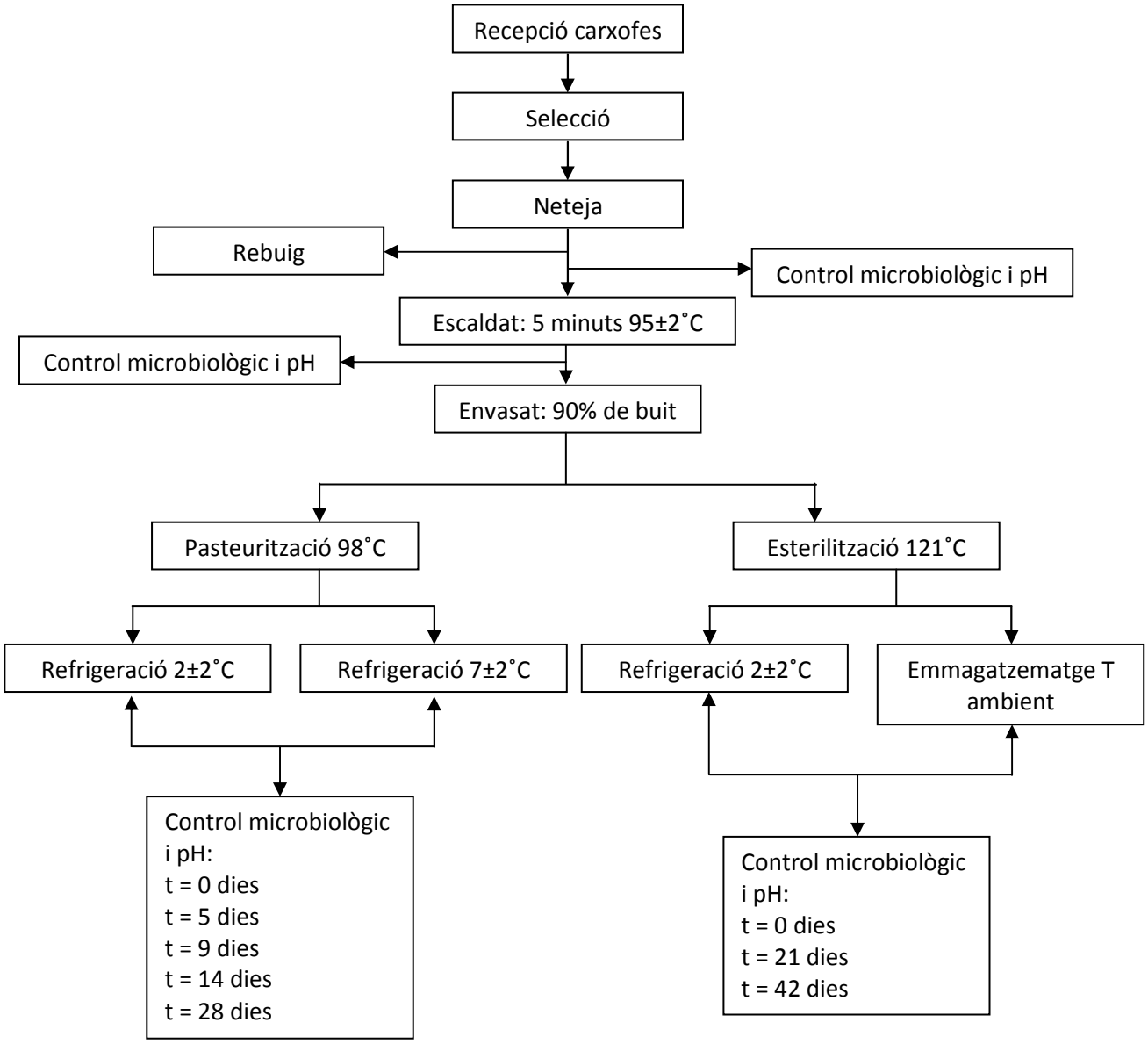


Figura 3.2. *Procediment de l'experiment.*

S'han realitzat dues pasteuritzacions i dues esterilitzacions (dates especificades a la taula 3.1). Les carxofes s'han envasat a raó de quatre meitats per bossa. La quantitat de bosses preparades ha anat en funció dels controls a realitzar. A la taula 3.2 es pot veure la planificació per a esterilització i pasteurització.

Taula 3.2. *Planificació de mostres per als dos tractaments tèrmics.*

T_{121}	t_0	t_{21}		t_{42}	
		T= 2±2°C	T ambient	T= 2±2°C	T ambient
Bossa crua	2	0	0	0	0
Bossa escaldades	2	0	0	0	0
Bossa esterilitzades	2	2	2	2	2

Total esterilitzades	10 Bosses	20 carxofes
Total escaldades	2 Bosses	4 carxofes
Total crues	2 Bosses	2 carxofes
	14 Bosses	26 carxofes

T_{98}	t_0	t_5		t_9		t_{14}		t_{28}	
		T= 2±2°C	T= 7±2°C	T= 2±2°C	T= 7±2°C	T= 2±2°C	T= 7±2°C	T= 2±2°C	T= 7±2°C
Bossa crua	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Bossa escaldades	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Bossa pasteuritzades	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Total pasteuritzades	18 Bosses	36 carxofes
Total escaldades	2 Bosses	4 carxofes
Total crues	2 Bosses	2 carxofes
	22 Bosses	42 carxofes

A partir de la previsió de mostres, i del procés de l'experiment esquematitzat a la figura 3.2, s'han realitzat els experiments. El procediment consisteix en seleccionar les carxofes rebudes, ajuntant-les per parelles de mida similar i tallant la tija, deixant uns 2cm d'aquesta. A continuació es netegen, operació que consisteix en treure les bràctees més dures, deixant el cor i les bràctees més tendres, a les que se li ha tallat la part superior. Cada parella s'envasa en una mateixa bossa, constituint així una mostra.

Posteriorment, s'ha procedit a l'escaldat, durant 5 minuts en la solució d'àcid cítric al 0,7%, a una temperatura compresa entre 95±2˚C. A continuació s'escorren i s'envasen al 90% de buit, i es fa el tractament tèrmic a l'autoclau.

Un cop acabat el tractament tèrmic, les mostres es refreden a la cambra a la temperatura corresponent, i les que s'emmagatzemen a temperatura ambient, es guarden a un recipient a la sala de preparació de mostres del laboratori d'anàlisi sensorial.

El dia que es realitza l'experiment, a part de fer el control a dia 0 de les mostres processades, es fa un control de la contaminació microbiològica inicial a partir de dues mostres de carxofa crua, i un anàlisi de dues mostres de carxofa escaldada, per veure la reducció decimal que comporta aquesta operació.

3.4 Equips utilitzats en l'experiment

3.4.1 Autoclau

Per a fer el tractament tèrmic de les carxofes s'ha fet servir un autoclau horitzontal discontinu: ILPRA PE 50-100 miniSTER (figura 3.3). Està recolzat per un microprocessador, a partir del qual, es poden crear programes segons les necessitats. Per al tipus d'envàs utilitzat, s'ha fet servir el mode ventilació, que transmet la calor per convecció. El tanc, de carrega frontal de 650mm de diàmetre, té capacitat per a 50 kg, repartida en tres safates en forma de reixa que permeten la circulació de l'aigua calenta. El quadre de comandament està situat a la part superior, de d'on es pot controlar el cicle. Tots els passos i dades queden registrats a l'ordinador que hi ha acoblat. També consta d'una sonda interior, que ens marca en tot moment la temperatura del centre tèrmic de l'aliment.

Figura 3.3. *Autoclau ILPRA PE 50-100 miniSTER.*

L'escalfament de l'aigua es realitza a partir de resistències blindades, i el refredament mitjançant un bescanviador d'escalfor que fa servir aigua de la xarxa. La regulació de pressió es fa amb aire comprimit. L'aparell queda tancat totalment mentre realitza el cicle, i per seguretat, fins que no baixa la temperatura i la pressió a uns valors fiables, no és possible obrir-lo.

Al ser dos tractaments tèrmics diferents, s'han fet servir dos programes, especificats a la taula 3.3.

Taula 3.3. *Programes emprats a l'autoclau.*

PROGRAMA 9: PASTEURITZACIÓ 98˚C				
PAS	**T (˚C)**	**P (mBar)**	**t (min)**	**MODE**
1	98	2800	15	VENTILACIÓ
2	98	2800	15	VENTILACIÓ
3	50	2800	6	VENTILACIÓ
4	48	0	5	VENTILACIÓ
5	45	0	2	FI
PROGRAMA 30:ESTERILITZACIÓ 121˚C				
PAS	**T (˚C)**	**P (mBar)**	**t (min)**	**MODE**
1	121	2800	15	VENTILACIÓ
2	121	2800	2	VENTILACIÓ
3	50	2000	6	VENTILACIÓ
4	48	0	5	VENTILACIÓ
5	45	0	2	FI

3.4.2 Envasadora de buit

L'envasadora de buit utilitzada és el model VM-18, de la casa comercial ORVE (figura 3.4), situada a la planta pilot de l'escola.

Figura 3.4. *Envasadora de buit.*

L'envasadora té quatre cicles: buit, soldadura de la bossa, retorn de l'aire i obertura de la coberta. El recipient és d'acer inoxidable, i la campana de plexiglàs. Aquesta és transparent, de manera que es pot observar en tot moment l'evolució del procés.

Totes les mostres han estat envasades al 90% de buit.

3.5 Anàlisis realitzats

Per a fer l'estudi de la vida útil d'aquest tipus de producte, s'han fet una sèrie d'analítiques microbiològiques, mencionades anteriorment. Es tracta de biomarcadors, és a dir, indicadors de l'estat de l'aliment, i de la possibilitat de la presència de microorganismes patògens. Els anàlisis s'han fet sobre les carxofes crues, escaldades, pasteuritzades i esterilitzades. També s'han analitzat mostres de carxofes preparades a l'abril de 2008. En el cas d'aquestes últimes, els anàlisis microbiològics sempre han estat complerts, és a dir, sobre tots els biomarcadors seleccionats. Per tal d'obtenir més dades sobre quina és l'evolució de la conservació del producte s'ha mesurat el pH de totes les mostres analitzades, ja que és una eina més que ens serveix per detectar possibles anomalies no perceptibles a simple vista o amb els biomarcadors emprats.

3.5.1 Preparació de la mostra

Es tracta d'una mostra sòlida, per tant s'ha de fer la preparació i dilució de la mostra sempre que es vulgui fer una analítica.

Les mostres es pesen a la campana de flux laminar, amb el bunsen encès, per tal d'assegurar les condicions d'asèpsia. Tot el material que entri en contacte amb la mostra ha d'estar estèril. Es talla la mostra a trossos petits i es pesen 25g en una bossa d'Stomacher. A continuació se li afegeix 225ml d'aigua de peptona prèviament esterilitzada i refredada.

La bossa amb el contingut de la mostra s'homogeneïtza a l'Stomacher. Aquesta dilució de la mostra s'anomena dilució mare o 10^{-1}.

Posteriorment, es procedeix a fer un banc de dilucions. La tècnica consisteix en posar 1ml de la dilució mare, a un tub que conté 9ml d'aigua peptonada estèril. Aquesta dilució serà 10^{-2}, si d'aquí s'agafa 1ml i es passa a un altre tub, s'obté la dilució 10^{-3}. Es fan tantes dilucions com calgui, segons la contaminació esperada.

3.5.2 Determinació de pH

Els anàlisis per a la determinació del pH de les mostres s'han dut a terme amb el pHmetre Crison Basic 20 prèviament calibrat mitjançat les solucions tampó pH=4 i pH=7. Aquest anàlisi s'ha realitzat per triplicat a totes les mostres preparades. Un cop es separen els 25g de mostra per a microbiologia, s'homogeneïtza la resta amb una batedora i es fa la mesura directa.

3.5.3 Recompte total de microorganismes aerobis (ISO 4833:2003)

Es parteix de la sèrie de dilucions decimals que prèviament s'han fet. La sembra es fa en medi de cultiu sòlid, pot ser sembra en massa o en superfície.

En aquest cas s'ha fet sembra en massa: es posa 1ml de la dilució en una placa, i afegir uns 20ml de PCA liquat i que no estigui massa calent (±47˚C). Es barreja sobre la taula fent moviments suaus en creu, i en cercle fent en sentit a les agulles del rellotge i al contrari (que no es taqui la tapa). Quan es solidifiqui l'agar, es posen invertides a l'estufa a 31±1˚C durant

72h. Es fa el recompte i el nombre de UFC es multiplica pel factor de la dilució. Així obtenim UFC/g.

Les dilucions sembrades han estat:

- Mostres crues: es sembra les dilucions 10^{-2} fins 10^{-4}.
- Mostres escaldades i processades: dues plaques per mostra de la dilució mare.

Aquest control es realitza cada dia que es fa control de temperatura.

3.5.4 Recompte de coliforms totals i fecals (ISO 4831:2006)

Investigació i recompte en medi líquid (NMP):

- S'han preparat 3 sèries de 3 tubs cadascuna. A cada tub hi ha 10ml de BGBL i campana Durham (prèviament esterilitzat).
- A cada tub de la sèrie 1 s'ha posat 1ml de la dilució de la mostra 10^{-1}.
- A cada tub de la sèrie 2 s'ha posat 1ml de la dilució de la mostra 10^{-2}.
- A cada tub de la sèrie 3 s'ha posat 1ml de la dilució de la mostra 10^{-3}.
- S'ha incubat tot a 31±1ºC, fent la lectura a les 48h.
- La reacció positiva és quan es produeix gas a la campana Durham (com a mínim a la 1/10 part), com a conseqüència de la fermentació de la lactosa amb formació d'àcid i gas en presència de sals biliars.
- Amb el nombre de tubs positius de cada sèrie, es mira en la taula del número més probable (NMP) on s'obté el recompte per gram de mostra.

Aquest anàlisi s'ha realitzat en les mostres de carxofa crua, escaldada i processades i les preparades al 2008. En el cas de les processades, s'ha fet a dia 0 i a dia 42 en cas de les esterilitzades, i a dia 28 en cas de les pasteuritzades.

Per a la investigació de coliforms fecals, s'han ressembrat per duplicat els tubs positius en plaques que contenen agar ENDO, amb la tècnica de sembra per esgotament. S'incuba 48h a 31±1˚C. Aquest agar és de color rosa-vermell. Quan hi ha un positiu, les colònies adopten un color metal·litzat que les diferencia d'altres microorganismes que hi poden créixer (figura 3.5).

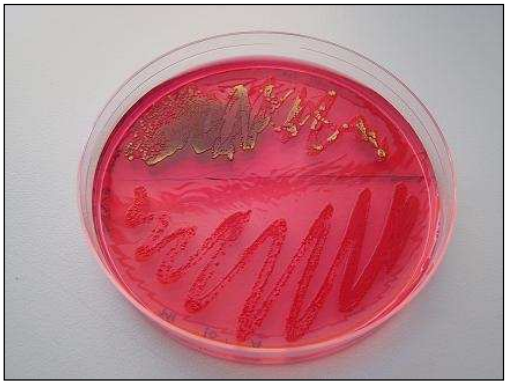


Figura 3.5. *Positiu de coliforms fecals en agar ENDO*

Es compten els positius amb la taula NMP, tenint en comte només els tubs que donen positiu en agar ENDO.

3.5.5 Recompte d'*Staphylococcus aureus* (ISO 6888-1:1999)

Directament, es sembra 0'1ml en superfície en plaques que contenen agar Baird Parker, i s'incuba a 37±1˚C durant 48h. L'aspecte de les colònies sobre aquest medi són rodones, convexes, brillants, de color negre (precipita el tel·lurit) envoltades d'una zona opaca i un halo clar de 2-5mm (efecte de la hidròlisi de la lecitina de l'ou). Si hi ha creixement s'ha de verificar amb proves bioquímiques: coagulasa, desoxiribonucleasa. Les dilucions sembrades han estat:

- Mostres crues: es sembra les dilucions 10^{-2} fins 10^{-4}.
- Mostres escaldades i processades: dues plaques per mostra de la dilució mare

En les mostres processades l'any 2009 només s'ha realitzat l'anàlisi a temps 0. En el cas de les preparades al 2008, s'ha realitzat a totes les mostres.

3.5.6 Recompte de fongs i llevats (ISO 7954:1998)

La tècnica de sembra, i les dilucions a sembrar de cada mostra, són les mateixes que en el cas del recompte d'aerobis. També es realitza a totes les mostres preparades per als controls de temperatura i a les preparades al 2008. La diferència és que el medi de cultiu és agar Saboraud, i que les plaques s'incuben a 27±2˚C durant 5 dies. El recompte que s'obté equival a UFC/g d'aliment.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1 Control de la temperatura de cocció de l'autoclau

S'han fet servir dos programes diferents per a la cocció de les carxofes. El programa 9, per a dur a terme les dues pasteuritzacions a 98˚C, i el programa 30, en el cas de les dues esterilitzacions a 121˚C. La descripció de cada programa ja s'ha especificat en el punt 3 (materials i mètodes). A la figura 4.1 es poden veure els perfils dels cicles realitzats, excepte un d'esterilització, ja que tot i haver registrat l'execució del programa, no han quedat guardades les dades que caracteritzen el segon cicle realitzat.

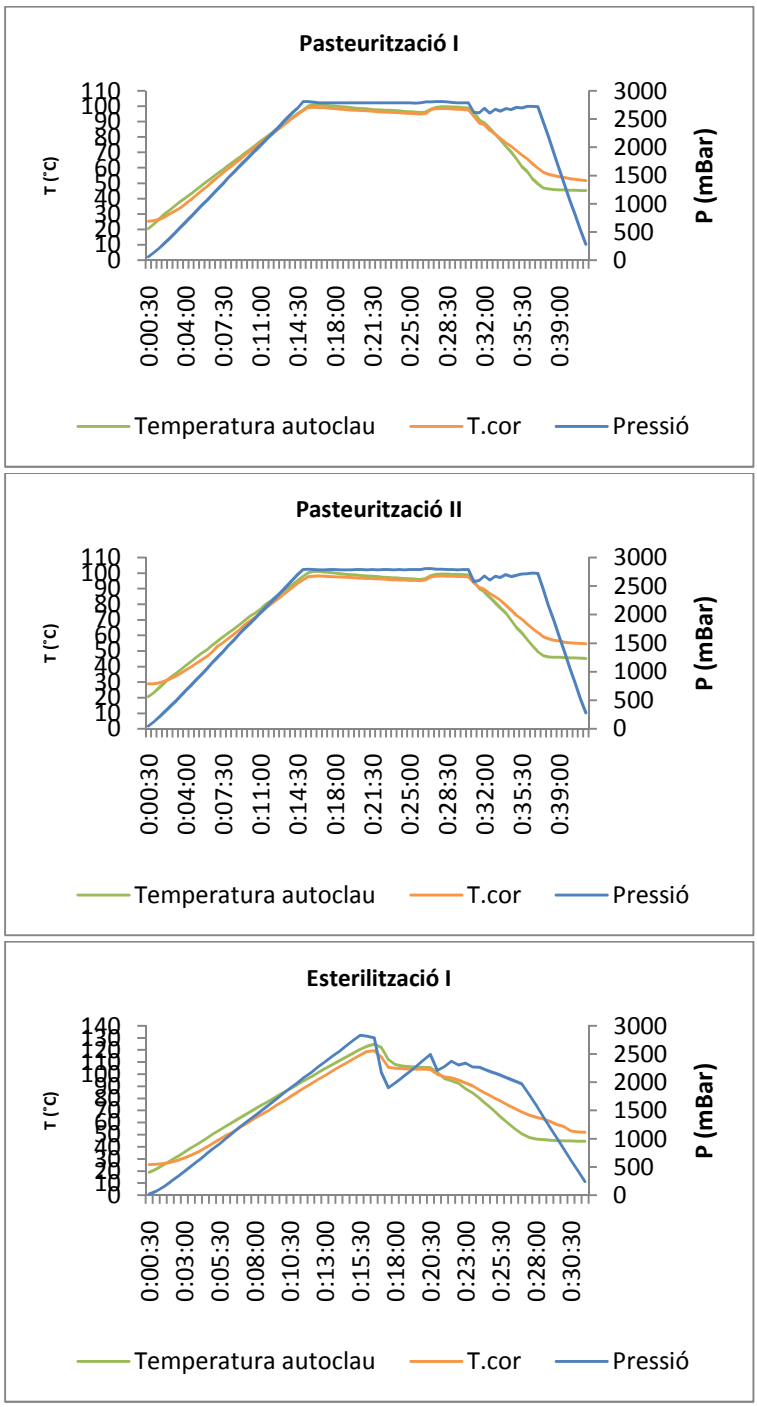


Figura 4.1. *Perfils dels cicles a 98˚C i 121˚C.*

El cicle de pasteurització té una durada de 41,5 minuts. En el cas de la pasteurització I, la fase d'escalfament dura 15,5 min., la de manteniment 15 min. i la de refredament, 11 min. La temperatura inicial del tanc és de 20,5˚C. Durant la fase de manteniment, la temperatura del cor del producte oscil·la dintre del rang 95-99,3˚C. Finalment, el producte surt de l'autoclau a una temperatura al centre tèrmic de 51,7˚C (temperatura de l'autoclau, 45,2˚C).

A la pasteurització II, la durada de cada fase és la mateixa que a la pasteurització I, però les temperatures no ho són. La temperatura inicial del tanc és de 20,8˚C, a la fase de manteniment, el cor del producte es troba a temperatures que oscil·len en un rang de 95-98,1˚C, i finalment es treu el producte a 54,7˚C al centre tèrmic. En aquest cas, la pasteurització ha estat més suau que la primera.

En el cas de l'esterilització, la durada del cicle és de 31,5 minuts, dels quals, els 15 min. primers corresponen a la fase d'escalfament, 2 minuts per al manteniment, i els 14,5 min. restants són els de la fase de refredament. La temperatura inicial del tanc de l'autoclau en aquest cas és de 19˚C, la fase de manteniment es du a terme amb el cor del producte a una temperatura que oscil·la entre el rang 114,1-119,5˚C. Les carxofes es treuen a 51,9˚C al centre tèrmic.

Com es pot obsevar en els tres casos, les dades referents a temperatura no es corresponen exactament amb els pautats per a cada programa. Aquest fet és degut a que l'evolució de la temperatura a l'interior de l'autoclau depèn del sistema emprat d'escalfament i refredament de l'aigua. En aquest cas, no es pot controlar la temperatura a la que entra l'aigua a l'autoclau. És a dir, el programa té indicat quant temps ha de durar cada fase, però no disposem d'un preescalfador que ens faci entrar l'aigua a temperatura constant. L'aigua s'escalfa sempre de la mateixa manera, a través d'un bescanviador de calor que forma part de l'autoclau. Per tant, com més freda sigui l'aigua d'entrada a l'autoclau, menys probabilitat tindrem d'aconseguir que la fase de manteniment es dugui a terme a la temperatura que hem indicat. D'altra banda, com més freda sigui l'entrada d'aigua, més curta serà la fase de refredament, aquest és un aspecte important, ja que interessa que la fase de refredament sigui lo més ràpida possible.

Si es disposés d'un equip auxiliar que faci aquesta tasca, de mantenir l'aigua d'entrada a l'autoclau sempre a la mateixa temperatura per a l'escalfament, i un altre que ens mantingui l'aigua a una temperatura que ens permeti fer una fase de refredament lo més curta possible, s'optimitzaria el procés, i permetria dur a terme els cicles tal i com estan descrits a la programació.

4.2 Càlcul de F_0

El valor pasteuritzador o esterilitzador (F_0), és la unitat de comparació amb la que es mesuren els diferents tractaments tèrmics després d'haver escollit una temperatura de referència (T^1) i un microorganisme de referència que fixi el valor z. En aquest estudi, l'escalfament i el refredament no són instantanis, per tant, el valors pasteuritzador i esterilitzador es calculen mitjançant les següents equacions [(1)]:

(1)

$$L_T = 10^{\frac{T-T^1}{z}}$$

$$F_0 = \sum L_{Ti} \times \Delta t_i$$

On:
L_T: Relació entre la letalitat dels dos tractaments
T: temperatura a la que es fa el tractament
T^1: temperatura de referència (121,1˚C per a esterilització)
z: es pren com a referència 10 per als dos tractaments tèrmics
t_i: temps en que s'aplica la temperatura T

S'ha calculat el valor per a cada un dels experiments, i el valor que s'obtindria si la fase de manteniment per a la pasteuització fos de 98˚C, 15 minuts, i en el cas de l'esterilització, 121˚C, 2 minuts. A la taula 4.1 es poden observar els resultats.

Taula 4.1. *Valors de F_0 per als diferents experiments*

Experiment	Valor F_0 experimental (min)	Valor F_0 teòric (min)
Pasteurització I	0,0739	0,0735
Pasteurització II	0,0664	
Esterilització I	1,0873	1,9545

Amb aquests resultats, podem dir que l'unic experiment on s'ha dut a terme el tractament que s'havia programat és la pasteurització I, que inclús s'ha excedit. Però pel que fa a la darrera pasteurització i a l'esterilització, no s'ha arribat a fer el tractament tèrmic estipulat.

4.3 Qualitat microbiològica de la matèria primera

A la taula 4.2 es recullen les dades que s'han obtingut de manera experimental per a totes les mostres de carxofa crua. Són dades obtingudes a partir d'anàlisis fets per duplicat. En el cas del pH, per a cada mostra s'han fet tres repeticions. A la taula es mostra el valor de la mitjana aritmètica de les mesures i la desviació estàndard.

Taula 4.2. *Qualitat microbiològica de la matèria primera.*

Experiment	Data collita	Data processat	Aerobis totals (UFC/g)	Fongs i llevats (UFC/g)	*S.aureus* (UFC/g)	Coliforms (UFC/g)	Coliforms fecals (UFC/g)	pH (X±sd)
Esterilització I	24/04/2009	27/04/2009	$6{,}02\cdot10^6$	$2{,}70\cdot10^3$	<1	9	-	6,47±0,09
			$6{,}80\cdot10^6$	$8{,}67\cdot10^3$	<1	43	-	6,47±0,10
Esterilització II	04/05/2009	04/05/2009	$1{,}13\cdot10^6$	<1	<1	9	4	6,18±0,04
			$6{,}80\cdot10^5$	<1	<1	<1	<1	6,36±0,20
Pasteurització I	04/05/2009	06/05/2009	$2{,}40\cdot10^6$	500	<1	<1	-	6,34±0,19
			$2{,}34\cdot10^6$	$1{,}70\cdot10^3$	<1	<1	-	6,26±0,08
Pasteurització II	13/05/2009	13/05/2009	$2{,}30\cdot10^6$	700	<1	<1	-	6,11±0,09
			$5{,}59\cdot10^6$	$1{,}65\cdot10^3$	<1	<1	-	6,21±0,13

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

Com és d'esperar, les poblacions més altes que es troben són les que pertanyen als **aerobis totals**. Pel que fa a aquest tipus de microorganisme, no es pot confirmar que la població augmenta en proporció al temps que es triga a processar-les. A la taula 4.2 es pot veure quin dia es va fer cada collita, i quants dies han passat emmagatzemades a temperatura ambient, si s'ha donat el cas, abans de processar-les.

Al ser un producte vegetal de pH neutre, els microorganismes més abundants són les bactèries gram negatives, seguides pels fongs i llevats (que es troben més a productes més àcids) i en menor proporció algunes bactèries gram positives. Els gèneres més comuns són: *Pseudomonas, Achromobacter, Flavobacterium, Alcaligenes, Erwinia,* coliforms (aquests no formen part de la microbiota habitual, però se'l troba si es reguen els cultius amb aigua amb contaminació fecal), *Candida, Penicillium, Alternaria, Fusarium, Botrytis, Sclerotinia i Rhizoctonia, Corinebacterium. Micrococcus, Lactobacillus, Bacillus, Clostridium, Listeria, etc.*

Les dades que es reflexen a la figura 4.2 s'han obtingut a partir de fer la mitjana aritmètica dels resultats de cada anàlisi.

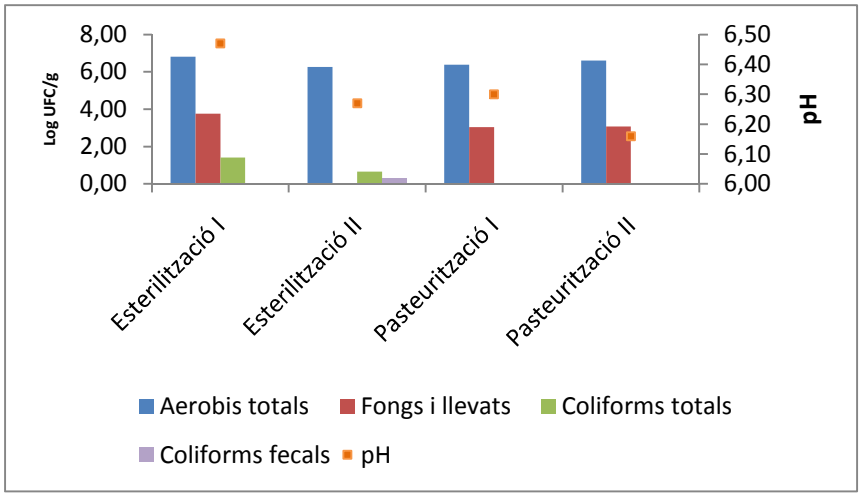


Figura 4.2. Qualitat microbiològica de la carxofa crua el dia del seu processat.

Com és d'esperar, les poblacions més altes que es troben són les que pertanyen als **aerobis totals**. Pel que fa a aquest tipus de microorganismes, sembla que el recompte no augmenta en tres dies, per tan, no es pot confirmar que augmenta la població segons passen els dies sense processar, ja que tampoc tenim el recompte a temps 0 de la collita. A la taula 4.2 es pot veure quin dia es va fer cada collita, i quants dies han passat emmagatzemades a temperatura ambient, si s'ha donat el cas, abans de processar-les. El que si que s'observa, és que la població augmenta a mesura que arriba el final de temporada de les carxofes.

En el cas dels **fongs**, si que es podria dir que la probabilitat de trobar-ne és més alta si les carxofes no es processen immediatament després de la collita, com es pot veure en el cas de les mostres destinades a esterilitzacions, corresponents als primers experiments realitzats. Tot i trobar-se en menors quantitats que els aerobis, són els primers en créixer i manifestar el deteriorament del producte. En el cas de les mostres destinades a pasteuritzacions, que es van fer a mitjans d'abril, també hi ha creixement de fongs i llevats, que es podria relacionar amb el final de la temporada de les carxofes.

El fet de relacionar un augment de població microbiana amb el final de la temporada del cultiu, fa referència a varis aspectes, un podria ser la debilitació de la planta i que es pugui tornar més susceptible a l'atac de microorganismes. Un altre aspecte relacionat fa referència a la climatologia, si s'observa la taula 4.3, es pot confirmar que els dies de collita més calorosos coincideixen amb una càrrega microbiològica, sobretot pel que fa a aerobis, superior.

Taula 4.3 *Temperatures dels dies de collita. Font: www.meteocat.com (consultat el dia 1.07.2009)*

Dies	T màxima (˚C)	T mínima (˚C)	Precipitacions (mm)
24/04/2009	21,1	11,6	0,00
04/05/2009	16,1	7,6	0,00
13/05/2009	22,5	15,6	0,00

L'***Staphylococcus aureus***, és un microorganisme que generalment no es troba a la carxofa, ja que no és pectinolític. És més probable que si se'l troba sigui per aportació per part dels manipuladors, però tampoc ha estat el cas.

En el cas dels **coliforms**, s'han trobat recomptes molt baixos, i encara més baixos de coliforms fecals. La carxofa és una inflorescència, producte que no creix arran de terra com podria ser el cas d'enciams, i altres hortalisses de fulla, on la probabilitat de trobar coliforms seria més alta, sobretot en el cas de coliforms fecals. Com que el producte que s'estudia en aquest treball pateix un tractament tèrmic, el fet de trobar un recompte molt baix de coliforms fecals en la matèria primera (crua), ha estat un argument que ha permès prendre la decisió de no determinar *Salmonella spp.* ni identificar bioquímicament *E. coli.*

Pel que fa al **pH**, s'observa una davallada al llarg del temps, però aquestes variacions no es poden atribuir a l'activitat microbiana o a un deteriorament de l'aliment.

4.4 Mostres de V gamma pasteuritzades a 98˚C

4.4.1 Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic

A la taula 4.4 es recullen les dades que s'han obtingut de manera experimental per tal de veure com es redueix la població microbiana amb l'escaldat i la pasteurització. Igual que en el cas de les mostres de carxofa crua, són dades obtingudes a partir d'anàlisis fets per duplicat. En el cas del pH, per a cada mostra s'han fet tres repeticions. A la taula es mostra el valor mig de les mesures i la desviació estàndard.

Taula 4.4. *Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic I*

	Tipus mostra	Aerobis totals (UFC/g)	Fongs i llevats (UFC/g)	*S.aureus* (UFC/g)	Coliforms totals (UFC/g)	Coliforms fecals (UFC/g)	pH (X±sd)
Pasteurització I	Crua	$2{,}40 \cdot 10^6$	500	<1	<1	<1	6,34±0,19
		$2{,}34 \cdot 10^6$	$1{,}7 \cdot 10^3$	<1	<1	<1	6,26±0,08
	Escaldada	10	<1	<1	<1	<1	4,51±0,10
		<1	<1	<1	<1	<1	4,35±0,03
	Pasteuritzada	<1	<1	<1	<1	<1	4,40±0,15
		<1	<1	<1	<1	<1	4,31±0,06
Pasteurització II	Crua	$2{,}30 \cdot 10^6$	700	<1	<1	<1	6,11±0,09
		$5{,}59 \cdot 10^6$	$1{,}65 \cdot 10^3$	<1	<1	<1	6,21±0,13
	Escaldada	<1	<1	<1	<1	<1	4,69±0,18
		<1	<1	<1	<1	<1	4,48±0,10
	Pasteuritzada	<1	<1	<1	<1	<1	4,76±0,04
		<1	<1	<1	<1	<1	4,80±0,08

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

Si s'observa la taula 4.4, es pot veure clarament l'efecte que té sobre el **pH** el fet d'escaldar les carxofes amb una solució d'àcid cítric. Encara que a la taula no es vegi clar, el tractament tèrmic posterior a l'escaldat té tendència a reduir el pH, el fet pel qual no s'aprecia, és perquè a l'hora d'escaldar les mostres, no totes absorbeixen l'àcid de la mateixa manera, i aleshores no queda reflectida aquesta reducció a la taula. La població microbiana es redueix de manera molt notable des del moment de l'escaldat.

A continuació, es presenta a la figura 4.3 els resultats de manera gràfica. Per tal de fer-ho més entenedor, s'ha fet la mitjana aritmètica dels resultats corresponents a cada tipus de mostra.

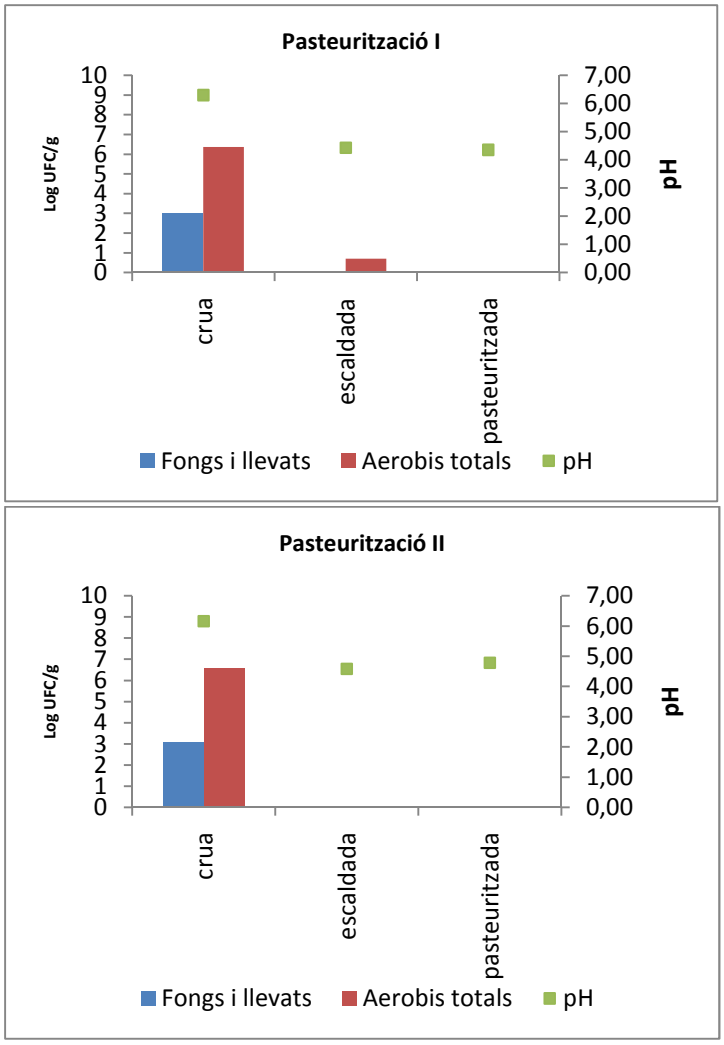


Figura 4.3. Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic I.

Es pot dir que el fet d'escaldar les carxofes prèviament a la pasteurització, redueix en gran nombre la població microbiana. Segons la bibliografia *(Shafiur Rahman, M, 2003.)*, però, l'escaldat té un efecte de reducció decimal de la població microbiana, en general, de l'ordre de 10^3-10^4. El fet que gairebé no hi hagi creixement després de l'escaldat, indica que l'àcid cítric que diluïm a l'aigua té un efecte sinèrgic amb la temperatura, aconseguint una reducció decimal superior.

De fet, en el cas de l'experiment corresponent a la pasteurització II, no hi ha cap tipus de creixement en mostres escaldades. Tot i així, un cop el producte s'acaba de pasteuritzar, no s'observa creixement en cap dels dos assajos.

De tota manera, aquests resultats no indiquen que s'hagin destruït tots els microorganismes, perquè amb la pasteurització no s'aconsegueix aquest fet, ja que no es destrueixen espores, ni probablement, la totalitat de les cèl·lules vegetatives. Encara que hi hagi microorganismes vius després del tractament, en el moment de la sembra ha passat poc temps des de que han rebut aquest xoc tèrmic, i és molt probable que les cèl·lules vegetatives encara no estiguin recuperades. D'aquí els resultats de creixement negatiu en ambdós casos.

4.4.2 Efecte de la temperatura de conservació

A la taula que s'exposa a continuació (taula 4.5) es recullen les dades obtingudes, de la mateixa manera que en els apartats anteriors. En aquest cas, els resultats fan referència a les mostres preparades i pasteuritzades a 98˚C, que s'han reservat per a fer el seguiment de l'evolució en el temps, i el possible efecte de la temperatura de conservació sobre la vida útil, ja que han estat emmagatzemades a dues temperatures diferents (2±2˚C i 7±2˚C).

Taula 4.5. *Efecte de la temperatura de conservació en mostres pasteuritzades*

	Dia	Aerobis totals (UFC/g)		Fongs i llevats (UFC/g)		*S.aureus* (UFC/g)		Coliforms totals (UFC/g)		Coliforms fecals (UFC/g)		pH (X±sd)	
		2±2˚C	7±2˚C	2±2˚C	7±2˚C	2±2˚C	7±2˚C	2±2˚C	7±2˚C	2±2˚C	7±2˚C	2±2˚C	7±2˚C
Pasteurització I	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,40±0,15	
	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,31±0,06	
	5	15	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,44±0,05	4,29±0,09
	5	<1	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,22±0,10	4,04±0,08
	9	20	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,35±0,16	4,40±0,07
	9	10	19	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,08±0,07	4,17±0,04
	14	-	<1	<1	10	-	-	-	-	-	-	4,57±0,10	4,34±0,02
	14	-	<1	<1	10	-	-	-	-	-	-	4,35±0,06	4,17±0,04
	28	10	<1	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,58±0,01	4,38±0,07
	28	100	<1	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,16±0,05	4,08±0,02
Pasteurització II	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,40±0,15	
	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,31±0,06	
	5	10	25	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,89±0,02	4,91±0,02
	5	60	70	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,64±0,01	4,65±0,04
	9	<1	<1	<1	10	-	-	-	-	-	-	4,88±0,04	4,72±0,07
	9	<1	<1	10	<1	-	-	-	-	-	-	4,54±0,17	4,54±0,02
	14	910	145	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,81±0,03	4,49±0,03
	14	30	20	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,49±0,04	4,64±0,04
	28	100	$1 \cdot 10^3$	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,73±0,06	4,35±0,02
	28	<1	540	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,53±0,16	4,37±0,02

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

Durant l'emmagatzematge de les carxofes pasteuritzades no hi ha creixement de **coliforms**, ja que, a part d'haver obtingut recomptes baixos al producte cru, aquests microorganismes no sobreviuen a una pasteurització d'aquest tipus. No s'han trobat colònies d'**S*taphylococcus aureus***. Com s'ha comentat anteriorment, no és molt probable trobar-lo en aquest tipus d'aliment. En general s'observa el creixement d'**aerobis** que té una tendència a pujar a mesura que avancen els dies. La presència de **fongs i llevats** es manté constant al llarg de l'emmagatzematge (veure taula 4.5).

A la figura que ve a continuació (figura 4.4), es pot veure, per a cada experiment, l'evolució de les mostres preparades i emmagatzemades a les dues temperatures estipulades.

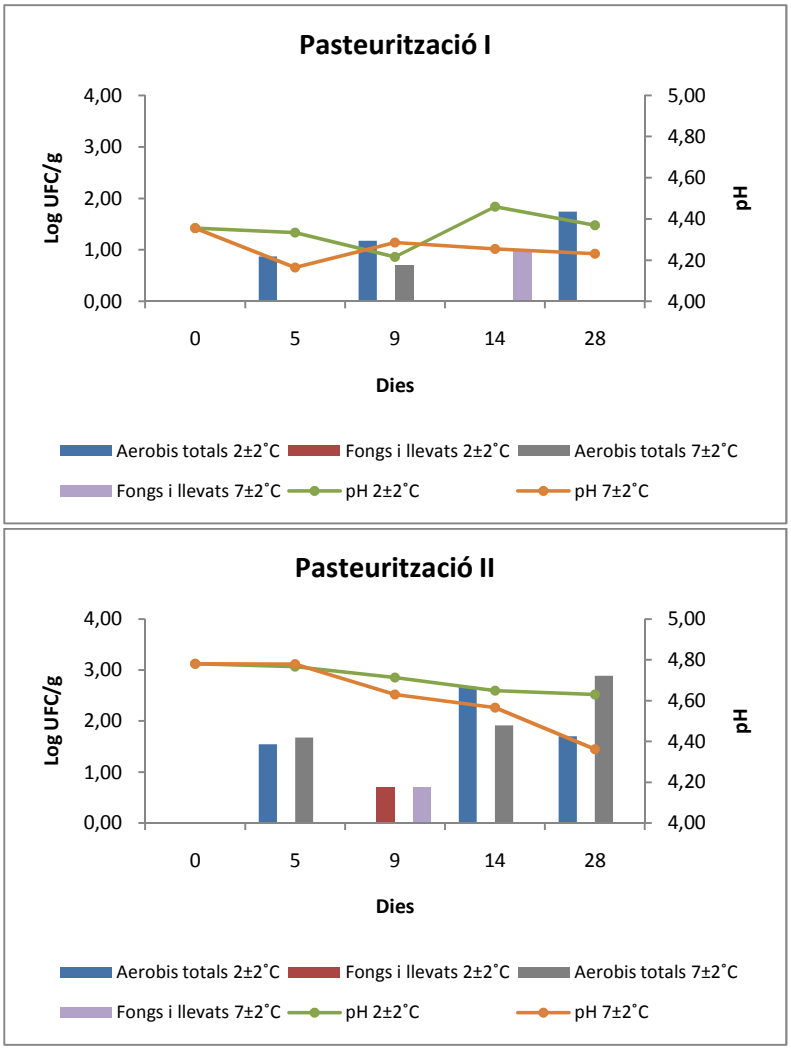


Figura 4.4. *Efecte de la temperatura de conservació sobre mostres pasteuritzades*

En general no s'ha obtingut un creixement de **fongs i llevats** rellevant, ja que la majoria no aguanten el tractament tèrmic a que s'ha sotmès el producte. S'ha obtingut creixement en dues mostres, emmagatzemades a la temperatura més elevada. Tot i que ha estat una pasteurització forta, no es tracta d'una esterilització, per tant, és normal que en creixi algun.

En el cas dels **aerobis**, si que hi ha creixement, i tendeix a augmentar a mesura que avancen els dies d'emmagatzematge.

En aquest grup s'inclouen microorganismes termodúrics que es poden trobar en les hortalisses com ara *Corinebacterium, Bacillus* i *Micrococcus.*

Principalment en el cas de *Corinebacterium i Bacillus,* s'han descrit soques amb activitat bioquímica a temperatures de refrigeració.

Els recomptes obtinguts a la pasteurització II, en general són superiors als de la pasteurització I, això és degut al fet que el segon cicle de pasteurització ha estat menys intens que el primer, i la contaminació inicial era lleugerament superior.

Pel que fa al **pH**, hi ha variacions, tal i com s'ha explicat anteriorment, aquestes variacions sobretot són degudes al fet que no totes les carxofes han absorbit de la mateixa manera l'àcid cítric de l'aigua d'escaldat. Tot i això, en el cas de la pasteurització II, a dia 28 hi ha una davallada de pH més pronunciada, en el cas de les carxofes conservades a 7±2˚C. Aquesta reducció de pH si que té relació amb l'activitat microbiana, ja que la població en aquest dia havia augmentat.

En el cas de la pasteurització, es pot dir que les temperatures de conservació escollides afecten a la vida útil del producte. Es veu reflectit en el cas de la pasteurització II, on s'observa en general, creixements superiors a 7±2˚C. Es comptava amb una contaminació inicial similar al cas de la pasteurització I, però ja s'ha comentat abans que el tractament tèrmic ha estat inferior a l'estipulat, per tant han sobreviscut més microorganismes dels previstos, i a una

temperatura de conservació a 7±2˚C, es poden desenvolupar microorganismes sense la necessitat de que siguin psicròfils. Tot i així, cal destacar que passats 28 dies de la seva preparació, els recomptes són molt baixos.

Segons la normativa per a plats preparats (RD 3484/2000, BOE 12/1/2001), les carxofes de V gamma pasteuritzades a 98˚C compleixen la norma, i són aptes per al consum passats 28 dies de la seva elaboració a les dues temperatures de conservació avaluades.

4.5 Mostres de V gamma esterilitzades a 121˚C

4.5.1 Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic

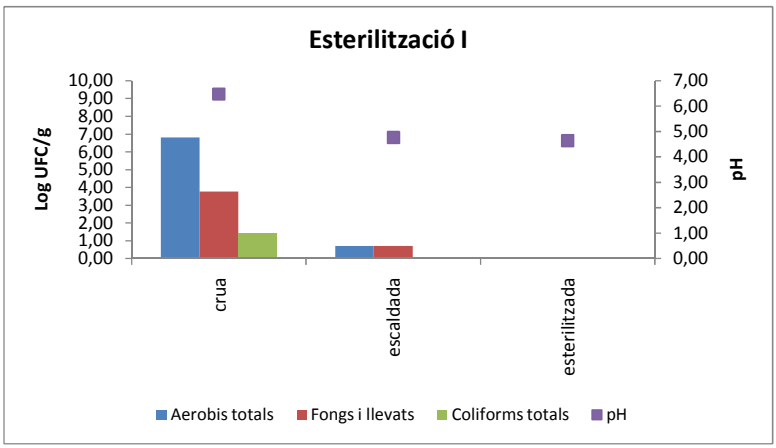
A la taula 4.6 es recullen les dades que s'han obtingut de manera experimental en els anàlisis realitzats per tal de veure com es redueix la població microbiana amb l'escaldat i l'esterilització. En el cas del pH, es mostra el valor mig de les mesures i la desviació estàndard.

Taula 4.6. *Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic II*

	Tipus mostra	Aerobis totals (UFC/g)	Fongs i llevats (UFC/g)	*S.aureus* (UFC/g)	Coliforms totals (UFC/g)	Coliforms fecals (UFC/g)	pH (X±sd)
Esterilització I	Crua	$6{,}02 \cdot 10^6$	$2{,}70 \cdot 10^3$	<1	9	-	6,47±0,09
		$6{,}80 \cdot 10^6$	$8{,}67 \cdot 10^3$	<1	43	-	6,47±0,10
	Escaldada	10	10	<1	<1	<1	4,67±0,10
		<1	<1	<1	<1	<1	4,84±0,01
	Esterilitzada	<1	<1	<1	<1	<1	4,70±0,02
		<1	<1	<1	<1	<1	4,58±0,04
Esterilització II	Crua	$1{,}13 \cdot 10^6$	<1	<1	9	4	6,18±0,04
		$6{,}80 \cdot 10^5$	<1	<1	<1	<1	6,36±0,20
	Escaldada	<1	<1	<1	<1	<1	4,83±0,09
		10	<1	<1	<1	<1	4,68±0,21
	Esterilitzada	<1	<1	<1	<1	<1	4,59±0,11
		<1	<1	<1	<1	<1	4,54±0,04

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

En aquest cas, els resultats són molt similars als obtinguts en el cas dels dos experiments de pasteurització anteriors. Només hi ha a destacar la presència inicial de coliforms fecals, els quals no sobreviuen a la temperatura de tractament. A la figura 4.5 es poden veure de manera gràfica aquests resultats. Tot i així, com que la contaminació inicial era tan baixa, s'han eliminat durant l'escaldat.



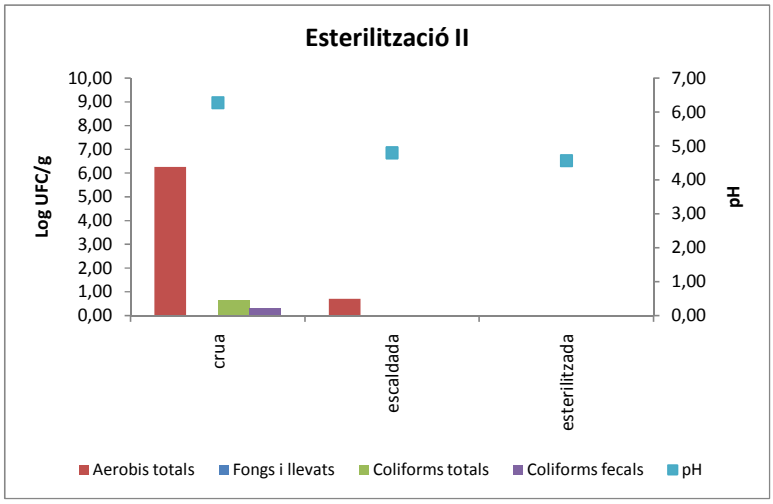


Figura 4.5. *Reducció de microorganismes pel tractament tèrmic II*

En aquests experiments, a l'igual que en els de la pasteurització, es pot veure que com a conseqüència de l'escaldat es produeix una reducció de l'ordre de dues unitats de valor de pH. Però en aquest, es veu més clarament el fet que el tractament tèrmic aplicat a les carxofes després de l'escaldat influeix en una lleugera baixada de pH de l'ordre de 1-2 dècimes.

En el cas de l'esterilització I, hi ha un recompte de 10 UFC/g de fongs i aerobis a les mostres escaldades, però és degut a que la contaminació inicial és superior a les emprades per a pasteurització.

4.5.2 Efecte de la temperatura de conservació

A la taula que s'exposa a continuació (taula 4.7) es recullen les dades obtingudes, de la mateixa manera que als experiments anteriors. Els resultats fan referència a les mostres preparades i esterilitzades a 121˚C, que s'han reservat per a fer el seguiment de l'evolució en el temps, i el possible efecte de la temperatura de conservació sobre la vida útil, ja que han estat emmagatzemades a dues temperatures diferents (2±2˚C i temperatura ambient).

Taula 4.7. *Efecte de la temperatura de conservació en mostres esterilitzades*

	Dia	Aerobis totals (UFC/g)		Fongs i llevats (UFC/g)		*S.aureus* (UFC/g)		Coliforms totals (UFC/g)		Coliforms fecals (UFC/g)		pH (X±sd)	
		2±2˚C	T.amb.	2±2˚C	T.amb.	2±2˚C	T.amb.	2±2˚C	T.amb.	2±2˚C	T.amb.	2±2˚C	T.amb.
Esterilització I	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,70±0,02	
	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,58±0,04	
	21	15	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,49±0,08	4,47±0,02
	21	$7{,}28\cdot10^3$	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	4,45±0,06	4,27±0,02
	42	$1{,}95\cdot10^3$	505	505	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,55±0,00	4,26±0,01
	42	555	20	$1\cdot10^3$	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,41±0,06	4,34±0,02
Esterilització II	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,59±0,11	
	0	<1		<1		<1		<1		<1		4,54±0,04	
	21	$4{,}45\cdot10^3$	<1	20	<1	-	-	-	-	-	-	4,48±0,01	4,42±0,02
	21	980	20	<1	100	-	-	-	-	-	-	4,47±0,03	4,29±0,01
	42	160	<1	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,50±0,01	4,39±0,02
	42	270	$7{,}43\cdot10^3$	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1	4,31±0,02	4,26±0,01

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

Durant l'emmagatzematge de les carxofes esterilitzades no hi ha creixement de **coliforms**, ni d'***Staphylococcus aureus***, com ja s'ha comentat en el cas de les pasteuritzacions.

S'observa un creixement d'**aerobis** i **fongs i llevats** d'entre 2 i 3 unitats exponencials. Es considera que es tracta de recomptes elevats, no pel nombre d'UFC/g en concret, sinó per tractar-se de productes comercialment estèrils. Aquest fet està justificat, d'una banda pel fet que el tractament tèrmic (en el cas de l'esterilització I) no ha estat complert. És un tractament fort, però no el que s'havia concretat. En el cas de l'esterilització II, al no tenir constància del registre de dades, no es pot fer aquesta observació.

S'han obtingut uns resultats de creixement microbiològic superiors als esperats per al tipus de tractament tèrmic emprat. Aquest fet pot ser degut a la combinació de diversos factors que s'han donat, amb els quals no es contava quan es va preparar l'experiment: com ja s'ha comentat a l'apartat 4.1, al procés d'esterilització del que tenim les dades no es va arribar a la temperatura programada.

Es van fer experiments previs, i les mostres es van guardar al mateix recipient on s'han guardat les mostres de l'estudi. Passades 2-3 setmanes del seu emmagatzematges, es van trobar bosses trencades per la part de la soldadura que ve de fàbrica, i el producte que contenien estava molt contaminat (perceptible a nivell visual). Un altre punt a tenir en compte, per tant, és la possibilitat de que el plàstic que constitueix l'envàs no resisteix temperatures tant elevades, o bé es veuen afectades les seves propietats al patir el contrast tèrmic de l'emmagatzematge a baixes temperatures un cop es treuen de l'autoclau on s'han sotmès a esterilització.

Si les propietats de les bosses es veuen afectades amb la temperatura, és possible que hagi augmentat la seva permeabilitat. Si sumem el fet que les bosses es van embrutar amb restes contaminades de la prova anterior, queda justificat aquest creixement de microorganismes tant inesperat i elevat. Es dedueix que els recomptes més baixos es deuen a que les bosses en qüestió no es van tacar tant com la resta.

A la figura 4.6, es pot veure, per a cada experiment, l'evolució de les mostres preparades i emmagatzemades a les dues temperatures estipulades.

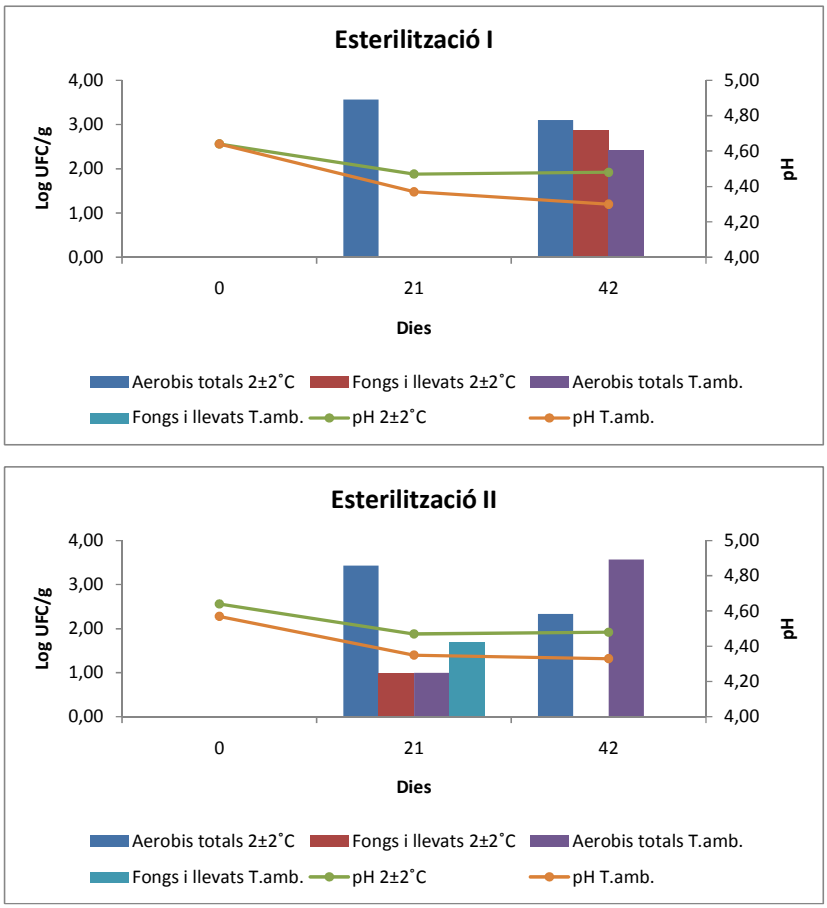


Figura 4.6. *Evolució de mostres esterilitzades conservades a 2±2˚C*

Les mostres conservades a temperatura ambient presenten uns resultats més coherents per al tipus de tractament realitzat. Comença a haver-hi creixement a partir del dia 21, i és més elevat a dia 42. Sorprèn el creixement de fongs a l'experiment corresponent a la segona esterilització, ja que s'ha comentat abans que no sobreviuen a tractaments tan intensos, però continuem tenint el problema del defecte de les bosses. Tot i estar emmagatzemades a un recipient, no vol dir que hagin estat completament aïllades de l'ambient. Es tracta d'un producte d'activitat d'aigua elevada i de pH poc àcid, condicions favorables per al creixement de microorganismes.

No es pot confirmar l'efecte de la temperatura en la conservació, ja que les mostres conservades a 2±2˚C s'han contaminat després del processat i els resultat obtinguts no es corresponen amb els esperats.

Aquestes carxofes, per definició no compleixen la normativa de plats preparats, ja que diu que per a plats preparats sotmesos a esterilització no ha d'haver-hi creixement. Tot i això, passats 42 dies de la seva preparació, es tracta d'un producte apte per al consum si es compara amb la normativa per als plats no sotmesos a esterilització, on el límit per aerobis és $m=10^4$ i $M=10^5$.

4.6 Mostres de V gamma conservades a 2±2˚C durant un any

4.6.1 Qualitat microbiològica

En aquest cas, tots els resultats estan especificats per mostra (veure taula 4.8). Tot i que s'han analitzat mostres que pertanyen a un mateix experiment, al ser un volum de mostres petit, s'ha decidit indicar els resultats tal i com s'han obtingut, sense fer mitjanes. En el cas del pH el procediment ha estat el mateix, tres repeticions per mostra, i el resultat expressat com la mitjana aritmètica i la desviació estàndard.

Taula 4.8. *Evolució de mostres esterilitzades o pasteuritzades conservades a 2±2˚C durant 1 any*

Referència	Aerobis totals (UFC/g)	Fongs i llevats (UFC/g)	*S.aureus* (UFC/g)	Coliforms totals (UFC/g)	Coliforms fecals (UFC/g)	pH (X±sd)
02-04-08-98˚C	40	<1	<1	<1	<1	5,06±0,09
02-04-08-98˚C	<1	<1	<1	<1	<1	4,86±0,02
08-04-08-98˚C	55	<1	<1	<1	<1	4,49±0,00
08-04-08-98˚C	10	<1	<1	<1	<1	5,07±0,07
04-04-08-121˚C	20	<1	<1	<1	<1	5,10±0,21
09-04-08-121˚C	100	$1\cdot10^3$	<1	<1	<1	4,91±0,05
09-04-08-121˚C	$1\cdot10^3$	<1	<1	<1	<1	5,01±0,03

UFC: unitats formadores de colònies; X: mitjana aritmètica; sd: desviació estàndard; n=2

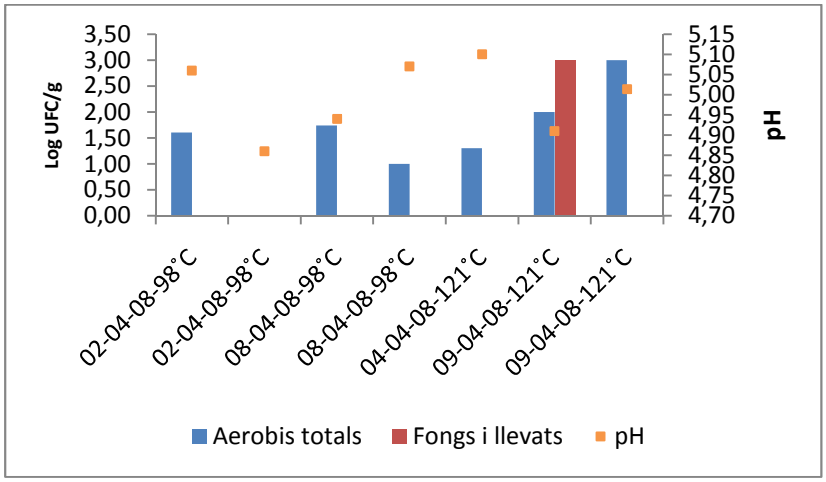


Figura 4.7. *Evolució de mostres esterilitzades o pasteuritzades conservades a 2±2˚C durant 1 any*

Després d'un any de la seva preparació, els recomptes obtinguts són molt baixos. En general els recomptes més alts es deuen a les mostres esterilitzades de l'experiment del dia 9 d'abril. La diferència en aquest cas és que en comptes de bosses, el producte esta envasat en barqueta i amb atmosfera modificada. Els recomptes més alts corresponen a mostres esterilitzades que pertanyen al mateix experiment. Tot i així, només es tracta d'una observació, ja que no es tenen dades anteriors, com ara la contaminació inicial de la matèria primera, les condicions en que es van dur a terme els experiments, etc.

De tota manera, pel que fa a la qualitat microbiològica, són aptes per al consum segons la normativa. A nivell visual són acceptables, potser una mica enfosquides. S'aconsella fer un estudi organolèptic, per veure si a nivell de textura, aroma, etc., també són aptes per al consum.

5. CONCLUSIONS

A partir dels resultats obtinguts exposo les següents conclusions:

- La temperatura ambient afecta a la qualitat microbiològica de la carxofa crua. És inferior al final de la temporada, quan coincideix amb temperatures més elevades.
- Existeix un efecte sinèrgic en el fet d'escaldar les carxofes amb aigua i àcid cítric, aconseguint una reducció decimal superior que en el cas de fer-ho només amb aigua.
- Les carxofes pasteuritzades envasades al buit (90%) tenen un temps de vida útil de 4 setmanes. Les esterilitzades envasades al 90% tenen un temps mínim de vida útil de 6 setmanes.
- La temperatura de conservació (2±2˚C i 7±2˚C), estudiada en el cas de les carxofes pasteuritzades envasades al buit (90%) afecta al temps de vida útil del producte.
- Les carxofes envasades en barqueta amb atmosfera modificada pasteuritzades i esterilitzades, conservades a 2±2˚C tenen un temps de vida útil d'un any.

6. BIBLIOGRAFIA

- Moreiras, Olga; Carbajal, Ángeles; Cabrera, Luisa; Cuadrado, Carmen (2003). *Tablas de composición de alimentos*. Ed. Pirámide. 7ª Edición. Madrid.
- Kuklinski, Claudia (2003). *Nutrición y bromatología*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Medina, F.Xavier (ed.) (1996). *La alimentación mediterránea. Historia, cultura, nutrición*. Institut Català de la Mediterrània d'Estudis i Cooperació. Ed. Icaria. Barcelona
- Mercabarna. *Llibre estadístic del Mercat Central de Fruites i Hortalisses.(2001-2008)*
- Casp, A.; Abril, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y práctica.* Editorial Acribia. Zaragoza.
- Del Valle, Laura (1987). *El cultivo moderno de la alcachofa.* Ediciones de Vecchi. Barcelona.
- Ministerio de Industria y Energía (1981). *Normalización de las conservas vegetales*. Servicio de publicaciones Ministerio de Industria.
- Sala, Francisco; Carpintero, Carlos (1967). *La alcachofa*. Ministerio de agricultura. Madrid.
- Tirilly, Yves; Bourgeois, Claude M. (2002). *Tecnología de las hortalizas*. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Doyle,P.; Beuchat, R.; Montville, J. (1997). *Microbiologia de los alimentos. Fundamentos y fronteras*. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- Jay, James M. (2002). *Microbiologia moderna de los alimentos*. Editorial Acribia, 4ª ed. Zaragoza.
- ICMSF (2000). *Microorganismos de los alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración*. Editorial Acribia, 2ª ed. Zaragoza.
- Pascual, Maria del Rosario; Calderón, Vicente (1999). *Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas*. Ediciones Díaz de Santos. 2ª ed.
- Müller, Gunther (1981). *Microbiologia de los alimentos vegetales.* Editorial Acribia. Zaragoza.
- Shafiur Rahman, M. (2003). *Manual de conservación de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza.

FONTS D'INTERNET

- Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya. (www.xtec.cat). Consultat el dia 30.05.2009
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (www.mapa.es). Consultat el dia 30.05.2009
- FAOSTAT. (http://faostat.fao.org). Consultat el dia 30.05.2009
- *Problemas y soluciones para disfrutar de la dieta mediterránea.* Revista Consumer. (http://revista.consumer.es). Consultat el dia 23.05.2009
- Fundación Dieta Mediterránea. (www.fdmed.org). Consultat el dia 2.06.2009
- Mercado de los alimentos. (www.fen.org.es/mercadoalimentosfen). Consultat el dia 2.06.2009
- Guia de hortalizas y verduras. Consumer Eroski. (http://verduras.consumer.es). Consultat el dia 2.06.2009
- USDA National Nutrient Database. (www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search). Consultat el dia 4.06.2009
- Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. Enero 2007. (www.euskadi.net)
- Efecto de un tratamiento pasteurizador sobre el contenido microbiano de productos de V gama. Tecnologia de alimentos. Ana Casp y José Abril. (www.acyja.com). Consultat el dia 30.06.2009
- Servei meteorològic de Catalunya. (www.meteocat.com). Consultat el dia 01.07.2009

7. ANNEX

Fitxa tècnica de les bosses de buit

W.K. THOMAS
PACKAGING, S.A.
SISTEMAS DE ENVASADO AL VACÍO

FICHA TÉCNICA

BOLSA DE VACÍO TRES SOLDADURAS
LORE 220 COOK

Composición	COEX. PA/PEHD- 70/150 117°C
Nº de capas	3

		Método de ensayo	Unidad	Valores
Grosor		DIN 53 370	My	220
Peso	Area	DIN 53 365	g/m^2	217,1
Productividad			m2/kg	4,61
Temperatura soldadura			°C	110/180
Temperatura consistencia			°C	-60/ +117
	H_2O	DIN 53 122	g/m^2 d	1,2
Permeabilidad	O_2	DIN 53 380	$cm3/m^2$ dbar	8
	CO_2	DIN 53 380	$cm3/m^2$ dbar	40
	N_2	DIN 53 380	$cm3/m^2$ dbar	2
Resistencia a la rotura	Long.	DIN 53455-6	N/15 mm	110
	Transv.	DIN 53455-6	N/15 mm	100
Elongación	Long.	DIN 53455-6	%	450
	Transv.	DIN 53455-6	%	500

Condiciones de ensayo: 23 ºC/ 50 % HR (DIN 50014). Todos los valores indicados corresponden al estado en función del uso y los métodos de fabricación que se empleen.
Por eso no podemos dar una garantía definitiva. Recomendamos efectuar pruebas prácticas.
W.K. THOMAS MATERIALES BARRERA cumplen con la norma 2002/72 EEC,92/39 EEC y los reglamentos FDA,BGA y con el reglamento complementario del 13/02/03 EEC, Anexo III de 95/3 EEC.
Migración: Gracias a la experiencia y los datos que se tienen se puede esperar que nuestras películas, paasn las pruebas de migración global para todo tipo de alimentos y demas aplicaciones.
La migración global depende de las condiciones de uso final, es responsabilidad del envasador asegurar el cumplimiento migracional del paquete final, según las condiciones de uso propuestas.