



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**TESIS DOCTORAL**

**El limón (*Citrus limon* Burman *f. L*) ingrediente natural en la elaboración de confituras de fruta de alta calidad**

**PEDRO SÁNCHEZ-CAMPILLO SÁNCHEZ**

**2012**

*“En mi larga vida he aprendido una cosa: que toda nuestra ciencia comparada con la realidad es primitiva e infantil, y que, a pesar de todo es lo más valioso que tenemos”*

***Albert Einstein***

*Como no podía ser de otra manera, entre mis entrañables agradecimientos está mi familia -hilo conductor de mi vida-. Constituimos una familia de siete hijos con sus cónyuges y Ángel y José Andrés y 15 nietos, cada uno con su historia, donde apreciamos el valor del trabajo, no como una carga sino como un servicio. Gracias por vuestro entusiasmo, apoyo en los momentos bajos y cariño. En esta familia no hay sitio para el derrotismo y el desánimo; asumimos el presente con el optimismo y la responsabilidad necesarios para preparar un futuro mejor. A todos los que integran la familia Sánchez-Campillo Muñoz, mil y mil veces gracias.*

*Especial reconocimiento le debo al bastión principal de esta experiencia, Alicia, mi mujer, quien está siempre ahí dándolo todo y más, quien merece la mayor admiración y será eterno ejemplo de resistencia a todo nivel. Para ti, mi pequeño esfuerzo, y mil gracias por luchar contra el cáncer y las dificultades físicas, sabiendo que quieres vivir más y con amor, viendo crecer a la familia, participando y siendo instrumento útil en el mundo que te rodea. Espero entiendas que este logro tiene muchísimo de ti en esta andadura que llega a su fin. Te quiero y deseo agradecerte tu comprensión, ayuda y renuncias, y también por quererme, soportarme y motivarme a cada paso, gracias por tu sincero amor. Gracias con todo corazón.*

*Por último, un recuerdo especial, con todo mi cariño para mis Padres que han sido mi ejemplo de vida, mi hermano Paco con el que compartí trabajos y proyectos; mi suegra Dolores Cortés y mi cuñado Manuel Muñoz Cortés que me animaron siempre a dar este paso en mi carrera.*



*Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a aquellas personas, instituciones y empresas que han contribuido al desarrollo de esta Tesis Doctoral.*

*En primer lugar mi gratitud entrañable a mis directores de tesis:*

*Al Profesor y Catedrático Don José Laencina Sánchez, amigo de muchos años, consejero científico y tecnológico, con el que compartí proyectos y problemas durante mi vida profesional en la industria conservera. Por haber acogido con entusiasmo e interés este proyecto, tomándolo como suyo, y por su contribución científica y dilatada experiencia en el planteamiento y la resolución de la tesis.*

*A la Doctora Doña Presentación García Gómez, responsable del Departamento de Tecnología del centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación de Murcia. Trabajadora incansable, competente y responsable, que por su talante personal ha conseguido aglutinar y consolidar un clima de camaradería y relaciones humanas envidiables entre las personas que formamos este grupo de trabajo. Sus virtudes de generosidad, dedicación y entrega las ha movilizadas, junto al afecto que me tiene, para que yo me pusiera en marcha en esta aventura convirtiéndola en realidad. Sese te admiro y te quiero como una hija y gracias a ti este reto lo he podido superar.*

*Al Doctor Don Miguel Ángel Moliner Gosálbez, director de I+D+i de la empresa Cítricos de Murcia S.A., cuyos conocimientos y experiencia en la industrialización del limón ha sido de vital importancia en el desarrollo del trabajo.*

*Al Consejo Rector y Dirección de la Asociación Empresarial “Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación”. Gracias por brindarme la oportunidad de realizar esta tesis y por permitirme seguir alimentando la ilusión muy gratificante, de colaborar de forma altruista en el Departamento de Tecnología.*

*A Don Juan Alarcón González, responsable del área de Asesoría Técnica, gracias por tu benevolencia y comprensión, y por tu colaboración las veces que la he necesitado.*

*A la Doctora Doña Lola López Martínez, compañera de viaje en esta carrera por el doctorado. Comenzamos juntos el máster, seguimos en la tesis y en la última etapa has pisado la meta por delante. Gracias por tu amistad, tu afán de colaborar y por tu inteligencia orientada al servicio a los demás y a mí en especial. Has sido piedra angular de esta construcción.*

*A Don Ángel Pineda Martínez, artífice del análisis físico-químico y experto en informática, gracias por ayudarme a hacer todas las pruebas como si de tu tesis se tratara y por ser tan buen compañero.*

*A Don David Quintín Martínez, corazón de la planta piloto y todoterreno del Departamento de Tecnología. Apreciado amigo, no te arrugas ante los retos y haces fácil aquello que aboradas por muy complicado que parezca. Gracias con mayúscula, por toda tu ayuda que no ha sido poca, a veces a deshoras y siempre con tu proverbial paciencia.*

*A la Doctora Doña María Sánchez Guijarro, amiga entrañable, cuya compañía hemos recuperado de nuevo. Es una suerte tenerte cerca. Tu espontaneidad y tu ferviente deseo de arrimar el hombro para resolver problemas de todo tipo contribuyen a crear el buen ambiente que se respira en el Departamento de Tecnología. Gracias por tu ayuda incondicional y afectiva.*

*A Doña Milagros Sánchez García, el trato genera amistad y la amistad es hermosa y gratificante, gracias por tu cercanía y por tu deseo de ayudarme las veces que lo he precisado.*

*A Doña Ana Belén Morales Moreno. Eres muy buena persona, especial, con gente como tú no hay porque temer; el futuro que nos espera será mejor. Gracias por tu sabia contribución y esfuerzo personal en la terminación de este trabajo.*

*Al Doctor Don Miguel Ayuso García, amigo y compañero, muchas gracias por tu disponibilidad, consejos y orientaciones.*

*Recordar y agradecer a personas que han pasado por nuestra Planta Piloto y Laboratorio, y que han contribuido de algún modo con su trabajo en esta tesis. Gracias Nacho, Mari Carmen, Carla, María Gil, Danilo, Pedro, Salvador (entusiasta agregado) y Raquel.*

*Muchas gracias al personal del Centro Tecnológico de la Conserva que es sus distintos departamentos: Instrumental, Físico-Químico, Microbiología, Envases y Medio Ambiente, han prestado alguna colaboración en la realización de esta Tesis Doctoral.*

*A Doña Marian Pedrero Torres ¡cuántas cosas buenas puedo decir de ti!: Profesional muy eficiente, ex vecina y paisana, porque yo me siento también manchego por los años vividos allí y por las amistades que todavía perduran. Gracias por tu valiosa contribución y paciente acogida en las cuantísimas ocasiones que he acudido solicitando información.*

*A la Doctora Doña María Sánchez-Campillo Muñoz, excelente y docta investigadora, luchadora y tenaz que siempre planta cara y busca salidas ante la adversidad. Hija mía, cuando empecé esta tesis éramos compañeros en el departamento de Tecnología del Centro, me ayudaste, me orientaste y me animaste. Gracias, te quiero.*

*A la Doctora Doña Rocío de Luna Martínez, competente microbióloga que estuvo entre nosotros algunos años y cuya amistad conservaré siempre. Muchas gracias por cuantas veces me prestaste tu colaboración.*

*Muchas gracias a las Empresas que han contribuido con sus aportaciones de productos o información técnica, a que se pudiera realizar este trabajo y especialmente a CÍTRICOS DE MURCIA S.A. (Grupo DALLANT) -productos transformados de limón-, ALCURNIA ALIMENTACIÓN S.L. -pulpas de melocotón- y HRS HEAT EXCHANGER -presupuestos e información técnica-. De esta empresa destacar el interés mostrado por este proyecto por Doña Lucía Checa y Don Francisco Hernández.*

*No puedo dejar de mencionar a mis profesores D. Antonio Soler Martínez, Catedrático de Química Orgánica de la Universidad de Murcia, y a Don Ginés Guzmán Giménez Profesor de Investigación del CSIC, que me concedieron su afecto entrañable y me iniciaron en este mundo de la investigación.*

a.c.: antes de Cristo

cm: centímetros

CSS: contenido en sólidos soluble

CSS:AT: contenido en sólidos solubles, acidez titulable

Eqc: peso equivalente ácido cítrico

g/L: gramos por litro

g: gramos

GATT: General Agreement on Tariffs and Trade

ha: hectáreas

HM: High Metoxyl

HTST: High temperature short time

INE: Instituto nacional estadística

IQF: Individually quick frozen

LM: Low Metosyl

LQ: Límite de cuantificación

Max.: máximo

mg/Kg: miligramos por kilogramo

Min: mínimo

min: minutos

mL: mililitros

mm/s: milímetros por segundo

mm: milímetros

n.a.: no analizado

N: normalidad

°C: grados centígrados

p/v: Peso/volumen

PCTL: Puré de corteza tratada de limón

PME: pectin metil-esterasa

PME: pectin metil-esterasa

ppm: partes por millón

Ref.: referencia

Rto.: rendimiento

S.S. totales: sólidos solubles totales

SD: Desviación estándar

Tn, Tm: toneladas

T<sup>a</sup>: Temperatura

UE: Unión europea

UHT: Ultra High Temperature

V: volumen

Φ: diámetro

030510CML40: confitura de melocotón de reducido contenido energético

030510CML63: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

030510CMLSA: confitura de melocotón sin azúcar añadido

040210CML40: confitura de melocotón de reducido contenido energético

040210CML63: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

041208CML40CL: confitura de melocotón de reducido contenido energético

041208CML40E: confitura de melocotón de reducido contenido energético

041208CML57ZL: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

051108CML63a: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

051108CML63b: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

051208CML63E: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

051208CMLSACL: confitura de melocotón sin azúcar añadido

061108CMLSAA: confitura de melocotón sin azúcar añadido

070510CMLSA: confitura de melocotón sin azúcar añadido

081015(1): Puré de corteza de limón

081015(1): puré de corteza de limón

081015(2): puré de corteza de limón

081112(3): puré de corteza de limón

091208CML63CL: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

091208CMLSAE: confitura de melocotón sin azúcar añadido

100121: puré de corteza de limón

100125(7): puré de corteza de limón

100204A (8): puré de corteza de limón segunda etapa

100503B(9): preparación del puré de corteza de limón, segunda etapa, alternativa b.

130612CML63: confitura de melocotón con corteza de limón de alto contenido en azúcar

150612CML40: confitura de melocotón con corteza de limón de reducido contenido energético

1506CMLSA: confitura de melocotón con corteza de limón sin azúcar añadido

151208CML40PAS: confitura de melocotón de reducido contenido energético

171108CMLSAAB: confitura de melocotón sin azúcar añadido

201108CML40: confitura de melocotón de reducido contenido energético

201108CML63: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

211008CML40: confitura de melocotón de reducido contenido energético.

211108CMLSA: confitura de melocotón sin azúcar añadido

230210CML40: confitura de melocotón de reducido contenido energético

230210CML63: confitura de melocotón de alto contenido en azúcar

280110CMLSA: confitura de melocotón sin azúcar añadido

CIMUSA 080226: corteza de limón descongelada

CIMUSA 090225: corteza de limón

Corteza (b): corteza bruta

Corteza (t): corteza tratada

NTE (4): puré de corteza de limón

NTE 081211 (6): corteza de limón no tratada enzimáticamente

PCTL: Puré de corteza tratada de limón

TE 38,05% (5): puré de corteza de limón

ZLP 080408: Zumo de limón

## RESUMEN

El objetivo concreto de la presente tesis doctoral es la aplicación de productos derivados del limón, aprovechando y transformando el subproducto que se genera en la industrialización del limón, en la elaboración de confituras de melocotón.

Dadas las propiedades excepcionales y composición del limón, este fruto o parte de él, puede sustituir, total o parcialmente a aditivos químicos (pectinas, ácidos, antioxidantes...) en la elaboración de confituras de frutas, con los siguientes logros: se da un paso adelante en el aprovechamiento integral del limón, se obtiene un elaborado más natural, con mayor valor añadido y mejora de sus propiedades nutricionales y funcionales y se oferta al consumidor un producto diferenciado con excelentes perspectivas de consumo como consecuencia de la tendencia moderna a reducir el contenido energético de los alimentos como fuente de salud y bienestar.

En esta tesis doctoral se han realizado ocho ensayos diferentes, en los que se han elaborado tres clases de confituras: confitura de alto contenido de azúcar (63°Brix), confitura de reducido contenido energético (40°Brix) y confitura sin azúcar (sacarosa) añadida (12-14°Brix). La diferenciación de los ensayos está en la forma de preparación del puré de corteza de limón, en el proceso de preparación y cocción, y en la formulación de ingredientes hasta la consecución del elaborado (confitura) de calidad óptima.

Para la consecución de un producto estable y que cumpla con todas las exigencias de seguridad alimentaria, se ha utilizado el tratamiento térmico como método de cocción y conservación, acondicionado en envases de vidrio herméticos con tapas metálicas sanitarias twist-off. Asegurando un factor de pasteurización suficiente y adecuado al pH del producto.

Las tres clases de confitura desarrolladas han obtenido una valoración global en el análisis sensorial de 4,6 para 63°Brix, 4,4 para 40°Brix y 4,8 para sin azúcar añadida, sobre un valor de 5,0 de puntuación máxima. El puré de corteza tratada de limón con un contenido de fibra alimentaria de 10,2 g/100g obtenido del subproducto industrial puede ser utilizado en otros elaborados por su elevado valor funcional.

## ABSTRACT

The specific main objective of the present Doctoral thesis is the application of several lemon derivative products to manufacture peach jam using exploited and transformed by-products generated in lemon industrialization.

Due to lemon composition and exceptional properties, either this fruit or part of it can totally or partially replace chemical additives (pectin, acids, antioxidants...) in fruit jams elaboration, reaching the following aims : a step forward in exploiting and using all the lemon; a more natural product with greater added value and better nutritional and functional properties is obtained; a differentiated product with excellent consumption prospects is offered to customers -associated to the modern tendency of reducing energy content in food in order to obtain healthier products.

Eight different trials have been carried out for this Doctoral thesis. Three kinds of jams have been elaborated: High sugar content jam (63°Brix), low sugar content jam (40°Brix) and added sugar free (sucrose) (12-14°Brix). The difference between trials lies on:

- 1- The lemon peel puree elaboration,
- 2- The preparation and boiling,
- 3- The ingredients formulation until obtaining a optimum quality product (jam).

To obtain a stable product that complies with all food safety requirements, heat treatment has been used as cooking and preserving method. This product is packed in hermetic glass containers with sanitary metal twist-off tops. The pasteurization factor has been assured enough in accordance with the product pH value.

The elaborated jams have obtained a global mark in sensory analysis of 4.6 for 63°Brix, 4.4 for 40°Brix and 4.8 added sugar free jams, up to 5.0. Treated lemon peel pure with fiber content of 10,2 g/100g from industrial by-product can be used in other to manufacture products due to its high functional value.

# ÍNDICE

---

<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>I.1. LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA EN ESPAÑA DE ALIMENTOS</b>	4
I.2.1. Nicolás Appert y los orígenes de la industria conservera	6
I.2.2. Deterioro microbiano de los alimentos	9
<b>I.3. CONFITURAS DE FRUTAS</b>	11
I.3.1. Etiquetado	14
I.3.2. Elaboración de confituras	19
I.3.3. Fruta preparada	20
I.3.4. Contenido de ácido de la fruta	22
I.3.5. Contenido en calcio de la fruta	22
I.3.6. Azúcares (hidratos de carbono)	23
I.3.7. Contenido de pectina en la fruta	25
I.3.8. Conservación de las confituras	26
I.3.9. Defectos originados en el producto durante el proceso	31
<b>I.4. FUNDAMENTOS DEL ENVASADO Y PROCESADO ASÉPTICO</b>	36
<b>I.5. LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DEL LIMÓN</b>	39

---

I.5.1. Situación de la producción de limón	43
I.5.2. Características morfológicas del limón	45
I.5.3. Composición química del limón	47
I.5.4. Aspectos dietéticos y farmacológicos	50
I.5.5. Industrialización del Limón	52
I.5.6. Productos derivados del limón	53
I.6. EL MELOCOTON	61
I.6.1. Variedades	64
I.6.2. Cultivo y Producción	66
I.6.3. Producciones según tipología de fruto	68
I.6.4. Recolección	69
I.6.5. Elaborados	70
<b>II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b>	<b>73</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>79</b>
III.1. DETERMINACIÓN DEL PH	81
III.2. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ	82

---

III.3. DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA	82
III.4. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA	83
III.5. DETERMINACIÓN DEL COLOR	83
III.6. DETERMINACIÓN DE °BRIX	84
III.7. ANÁLISIS SENSORIAL	84
III.8. DESCRIPCION DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CORTEZA	85
III.9. ELABORACIÓN DE CONFITURAS DE MELOCOTÓN Y LIMÓN A ESCALA DE LABORATORIO	85
III.9.1 Proceso de elaboración de confitura alto contenido de azúcar	87
III.9.2 Proceso de elaboración de confitura de reducido contenido energético	88
III.9.3 Proceso de elaboración de confitura sin azúcar añadido	89
III.10. DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD DE CIERRE DE LOS ENVASES DE VIDRIO	90
III.10.1. Sugerencias sobre operaciones de cierre	91
III.11. DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD MICROBIOLÓGICA Y ENZIMÁTICA DE LA CONFITURA	93
III.12. MÉTODOS ANÁLISIS NUTRICIONAL	94
III.12.1. Determinación de cenizas totales	94
III.12.2. Determinación de grasa	94

---

III.12.3. Determinación de humedad y extracto seco	95
III.12.4. Determinación de proteínas	96
III.12.5. Hidratos de carbono	97
III.12.6. Valor energético	97
III.12.7. Determinación de azúcares	98
III.12.8. Determinación de fibra alimentaria	99
III.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	101
<b>IV. ENSAYOS PREVIOS A LA ELABORACIÓN</b>	<b>103</b>
IV.1 INGREDIENTES	106
IV.1.1 Pulpa de melocotón	107
IV.1.2 Azúcar	108
IV. 1.3 Zumo de limón. Ref.: ZLP 080408	108
IV.1.4 Preparación de puré de corteza de limón con tratamiento enzimático	108
IV.2 CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 211008CML40	110
IV.3 CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 051108CML63A, 051108CML63B	112
IV.4 CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 061108CMLSAA, 171108CMLSAA	116

<b>V. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE LIMÓN TRATADA ENZIMÁTICAMENTE</b>	121
V.1 INGREDIENTES	124
V.1.1 Preparación de corteza de limón (Ref.:081112)	124
V.1.2. Preparación del puré de corteza de limón (Ref.: 081112)	125
V.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 201108CML40	126
V.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 201108CML63	128
V.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 211108CMLSA	130
<b>VI. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE</b>	133
VI.1. INGREDIENTES	136
VI.1.1. Preparación del puré de corteza de limón NTE-4	136
VI.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 041208CML40CL	138
VI.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 041208CML57ZL, 091208CML63CL	139
VI.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 051208CMLSAC	143
<b>VII. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA LA CORTEZA DE LIMÓN DEL CAPÍTULO VI CON TRATAMIENTO ENZIMÁTICO POSTERIOR.</b>	145
VII.1. INGREDIENTES	148
VII.1.1. Preparación del puré de corteza de limón Ref. TE 38,05%	148
VII.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 041208CML40E	149

---

VII.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO ENERGÉTICO EN AZÚCAR 051208CML63E	150
VII.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 091208CMLSAE	152
<b>VIII. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y REFINADA EN PASADORA.</b>	<b>155</b>
VIII.1. INGREDIENTES	158
VIII. 1.1. Preparación del puré de la corteza de limón Ref.: NTE 081211	160
VIII.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 151208CML40PAS	160
<b>IX. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y SOMETIDA A UNA REDUCCIÓN</b>	<b>163</b>
IX.1. INGREDIENTES	166
IX.1.1 Preparación del puré de la corteza de limón	166
IX.1.2. Preparación del puré de corteza de limón (Ref: 100121)	167
IX.1.2. Preparación del puré de corteza de limón (Ref: 100121)	167
IX.1.4. Preparación del puré de corteza de limón segunda etapa Alternativa A Ref:100204A	168
IX.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 040210CML40, 230210CML40.	169
IX.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 040210CML63, 230210CML63	174
IX.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 280110CMLSA	178

<b>X. ENSAYOS DE ELABORACIÓN APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y SOMETIDA A UNA REDUCCIÓN</b>	181
X.1. INGREDIENTES	184
X.1.1. Preparación del puré de corteza de limón. Alternativa B, Ref:100503B	184
X.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 030510CML40	185
X.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 030510CML63	187
X.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 030510CMLSA, 070510CMLSA	189
<b>XI. REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE ELABORACIÓN IX y X CON UNA CORTEZA DE LIMÓN DISTINTA PARA COMPROBAR SI SE REPITEN LOS RESULTADOS</b>	195
XI.1. INGREDIENTES	198
XI.1.1. Preparación del puré de corteza de limón	198
XI.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR. 130612CML63	201
XI.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO. 150612CML40	203
XI.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO	206
<b>XII. VIABILIDAD ECONÓMICA</b>	209
<b>XIII. DISCUSIÓN</b>	217
XIII.1. INLUENCIA DE LA CORTEZA DE LIMÓN	219
XIII.2. EFECTO DE LOS ENZIMAS	222
XIII.3 CONFITURAS ELABORADAS	223

---

XIII.3.1. Confitura de alto contenido de azúcar, (63°Brix)	223
XIII.3.2. Confitura de reducido contenido energético (40°Brix)	226
XIII.3.3. Confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix)	229
<b>XIII.4. ANALISIS SENSORIAL</b>	<b>232</b>
XIII.4.1. Confitura de alto contenido de azúcar (63°Brix)	232
XIII.4.2. Confitura de reducido contenido energético (40°Brix)	233
XIII.4.3. Confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix)	234
XIII.5. ENSAYO CAPITULO VIII	235
<b>XIV. CONCLUSIONES</b>	<b>237</b>
<b>XV. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>241</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

El tema que se propone en esta Memoria para la obtención del Grado de Doctor, aunque supone un aspecto muy concreto en la producción de alimentos elaborados en nuestro país, constituye la conjunción de variados aspectos, contemplados desde muy distintos enfoques y con una amplitud de perspectivas que se centran en ella. Arrancando de una elaboración tan tradicional dentro de la industria conservera de nuestra Región -como lo es la confitura de melocotón-, se plantea un desarrollo innovador que entra de lleno en la nueva tendencia hacia lo natural y con aplicación de otro recurso significativo de nuestro entorno -como lo es el limón- para preparar un producto innovador con la utilización de productos derivados, incrementado a su vez

por la incorporación de valores nutricionales de relevancia reconocida, como son los principios funcionales de este fruto (vitamínicos, antioxidantes, fibra dietética...), considerando la viabilidad de su puesta en mercado a precios competitivos y capaz de crear un mayor valor añadido en mercados especializados. Es por todo ello que resulte oportuno recoger en estos antecedentes unas consideraciones sobre la industria alimentaria de nuestro país y más en concreto de las industrias de conservas vegetales y de los frutos cítricos.

### **I.1. LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA EN ESPAÑA.**

La industria española ocupa hoy, según datos de cifra neta de negocio, el quinto puesto en Europa. El sector de alimentación y bebidas, con el 16,38% del total de la producción industrial, es el primer sector de la industria manufacturera en España, y el 14,71% de la mano de obra.

Estas cifras ofrecen una idea de la importancia de una industria que, tras su integración en la Unión Europea, prácticamente ha triplicado las inversiones para no paralizar su desarrollo, dinámica que se sigue produciendo en este momento.

Otras de las preocupaciones de las industrias del sector son la necesidad de potenciar el prestigio de la marca y la excelencia del producto. Las empresas alimentarias manifiestan cada vez mayor interés en incrementar la calidad a través de instrumentos de mejora de la gestión y de la eficacia. El incremento de las empresas que se han adherido a marcas de calidad, como denominaciones de origen o específicas, o la obtención de la certificación según norma ISO 9000, ha sido constante durante los últimos años, y va a constituir una de las principales vías de evolución del sector.

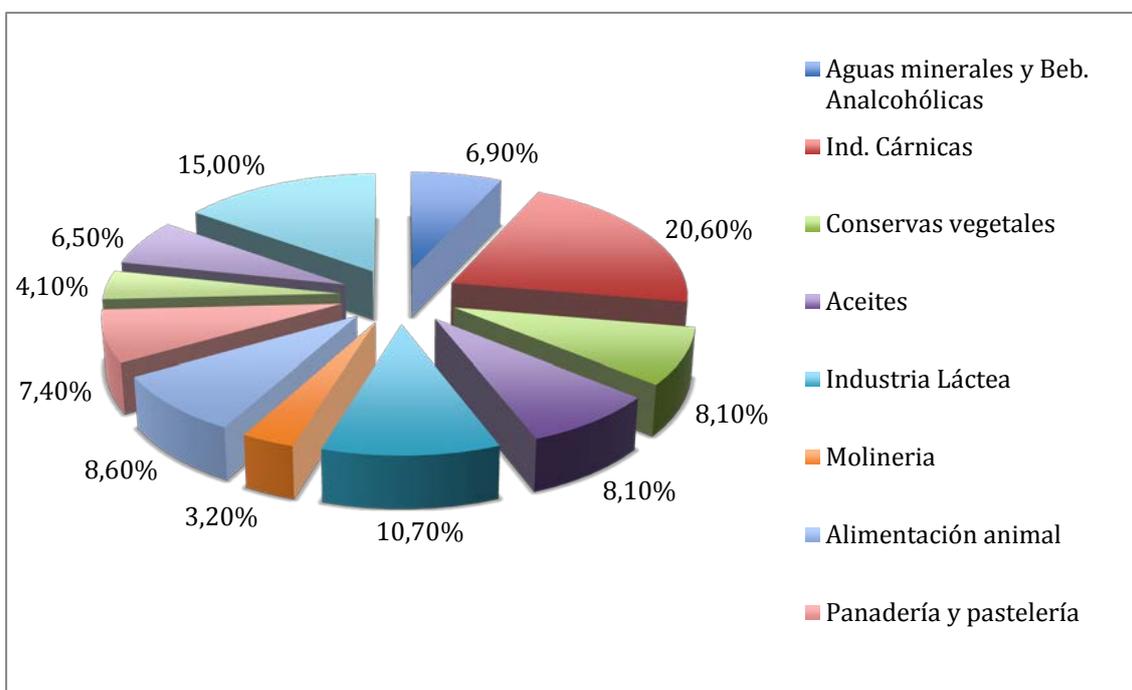
Así mismo, la presión de la competencia interna y externa y de los diferentes agentes económicos que confluyen en el sector requieren de las empresas una respuesta constante, que se traduce en inversiones destinadas a la investigación y desarrollo de nuevos productos, innovación y formación continuada de los trabajadores.

La progresiva liberalización del comercio mundial y la apertura de mercados, tras los acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT, son los nuevos desafíos de la Industria Alimentaria. Aumentar el nivel de internacionalización del sector, y la

inversión en activos productivos, es una necesidad acuciante para sostener el dinamismo de las empresas.

Otro de los ámbitos en los que la industria alimentaria ha realizado un importante esfuerzo ha sido el respeto por el medio ambiente. Las inversiones realizadas y la adecuación y mejora de instalaciones suponen un importante trabajo de transformación en diferentes aspectos, con la dificultad añadida de la contención de los costes y del mantenimiento de la competitividad.

En la Figura I.1. se representa un desglose de los porcentajes de participación de los distintos sectores alimentarios, donde se señala que Conservas Vegetales supone un porcentaje superior al ocho por ciento



**Figura I.1.** Composición de la oferta agroalimentaria española. Fuente: MAPA en base a la encuesta Industrial de Empresas del INE (2009).

Para concluir, la industria alimentaria española, ha venido experimentando un importante desarrollo de transformación y modernización, proceso que todavía continúa y que está permitiendo al sector alcanzar mayores cotas de competitividad, que se están viendo confirmadas además por el aumento de las exportaciones del sector. El mantenimiento de este esfuerzo de transformación e inversión permitirá en los próximos años actualizar e incrementar nuestra presencia en el mercado global.

## **I.2. ORÍGENES DE LOS PROCESOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.**

Todos nuestros alimentos derivan de las plantas o de los animales, son por lo tanto de origen biológico, si bien algunos componentes sean minerales. Es precisamente esta naturaleza biológica la causa del desarrollo de un conjunto de transformaciones que, no sólo modifican sus características originales, sino que llegan a producir su deterioro. En estas modificaciones se incluyen reacciones químicas y bioquímicas pero además, los alimentos que el hombre utiliza, son también adecuados para muchos de los microorganismos que abundan en el suelo, en el agua y en el aire, por lo tanto en la alteración de los alimentos intervienen también procesos microbianos (Downing, 1996a).

La conservación comercial de alimentos no se estableció hasta principios del siglo XIX, después de una serie de descubrimientos que permitieron sentar las bases científicas y técnicas para dicha conservación; no obstante, y a pesar del completo desconocimiento que se tenía en épocas anteriores de las causas de degradación de los alimentos, desde antiguo nuestros antepasados fueron capaces de aplicar muchos métodos de conservación más o menos efectivos, que se emplearon durante cientos de años (Casp, A. y Abril, J. 2003).

Las técnicas primitivas de conservación se desarrollaron a partir de la observación y experiencia. El hombre -ante la necesidad de alimentarse y según el hábitat en que vivía- utilizó diferentes formas de conservación de sus alimentos. En climas fríos, el invierno era tiempo de escasez, después de la cosecha del verano y otoño anteriores se disponía de pocos alimentos frescos hasta la primavera siguiente. Además, con esta falta de alimentos frescos durante el invierno, no sólo era difícil para el hombre alimentarse a sí mismo, sino que también era imposible mantener el ganado, en

consecuencia, una parte importante del mismo era sacrificada antes de la llegada del invierno, para comer frescos los cortes más apetecibles y el resto se conservaba en las mejores condiciones posibles para los meses de carestía siguientes. Los métodos más comunes de conservación fueron secado, ahumado, salado, encurtido y, cuando las temperaturas eran suficientemente bajas, congelación. Con frecuencia, varios de estos métodos se utilizaban combinados, muchas veces inconscientemente, para obtener un producto que se mantuviera mejor que el conservado por un único método. Por ejemplo, la carne y el pescado se conservaban por una combinación de deshidratación y ahumado, y en el caso del pescado por encurtido también, la variación de las proporciones de ahumado, encurtido y secado producían una gran variedad de productos diferentes. Algunos descendientes de estos productos sobreviven todavía. Los alimentos tradicionalmente conservados en las áreas del Norte eran carnes y pescados secados, salazonados y ahumados, frutas y hortalizas secadas, encurtidas o fermentadas y conservadas como confituras y mermeladas (Cruess, W.V. 2004).

En los climas tropicales no surgían las necesidades de conservación de alimentos durante el invierno, pues aquí el problema era precisamente el contrario: se disponía de alimentos frescos todo el año que se deterioraban rápidamente con el calor, con frecuencia antes de que pudieran ser consumidos. En los climas cálidos, la forma más conveniente de conservar los alimentos era favorecer el desarrollo de bacterias u otros microorganismos inofensivos que excluyeran a aquellos que pudieran ser la causa de que el alimento se convirtiera en perjudicial o incomedible. Este proceso se conoce hoy como fermentación y el ejemplo más conocido era indudablemente la producción de alcohol a partir de azúcar por las levaduras.

Existían, sin embargo, muchos otros procesos de fermentación utilizados para la conservación de alimentos. En los climas templados, la leche se hacía incomedible muy rápidamente, por esta razón se utilizaron distintas fermentaciones para su conservación, el queso y el yogur son los resultados de este proceso. La col ácida (col fermentada) y las aceitunas verdes son también ejemplos de un proceso de fermentación, en el cual las bacterias producen una concentración tan alta de ácido en el alimento (fermentación láctica) que impide el desarrollo de otros microorganismos (Cheftel J.C y col, 1983).

El encurtido de alimentos en vinagre tiene un efecto similar a la fermentación, en lugar de esperar la formación de ácido por acción microbiana, se añade dicho ácido

al alimento fresco. Normalmente se aplicó a hortalizas, pero también fue tradicional en algunas zonas la conservación por este sistema de carnes y pescados. Los productos típicos conservados en las zonas cálidas eran leches fermentadas, quesos, carnes, pescados y frutas secados al aire (Mc Gee, H., 2007).

Los métodos tradicionales de conservación de alimentos se desarrollaron por prueba y error y conducían a productos de características variables y de inconsistente vida útil. Aunque estos métodos fueron refinándose con el paso del tiempo, muchos de ellos no producían un alimento adecuadamente conservado que fuese además nutritivo y apetitoso. Ninguno fue capaz de conservar todos los alimentos y en general estaban muy limitados a productos específicos. Fue hacia finales del siglo XVIII cuando la industrialización y los largos viajes por mar llevaron a la necesidad de conseguir que los métodos de conservación de alimentos fueran aplicables a productos muy diferentes.

En la historia de la conservación de alimentos hay un punto de inflexión alrededor del año 1860. Antes de esa fecha, los alimentos conservados eran caros, usados por los ricos y por las expediciones navales, producidos en áreas urbanas y en consecuencia no contribuían en la alimentación de los pobres. Es a partir de 1860, cuando los alimentos conservados comienzan a producirse donde la materia prima era barata y abundante, por ejemplo en Australia y América del Sur, desde donde se exportaban a Europa (Tyndall, J. 1881 y Pasteur, L. 1861).

La introducción de las técnicas de producción en masa a partir de 1860 tiene como consecuencia una reducción rápida de los costes de los alimentos conservados. Casi al mismo tiempo, comienzan a conocerse las causas del deterioro microbiano de los alimentos y los procesos empíricos de la tecnología de alimentos empiezan a apoyarse en bases científicas.

Aunque el incremento de las poblaciones urbanas creó la necesidad real de mejorar los alimentos conservados, fue la demanda de los marineros la que produjo las actuales mejoras. En los largos viajes del descubrimiento del Ártico y de las antípodas a Europa, dónde habían pocas oportunidades de encontrar alimentos frescos, muchas expediciones fracasaron por los problemas siempre presentes de malnutrición en el mar y como consecuencia de los efectos sobre la salud de una dieta de carne salada y galletas, sin frutas y hortalizas frescas. Puesto que las exploraciones fueron importantes

para el prestigio de las principales naciones europeas a principios del siglo XIX, tanto los gobiernos como los patrocinadores comerciales de dichas expediciones, tuvieron más interés en mejorar la dieta naval que la dieta de los pobres en tierra. De todas las manifestaciones de malnutrición en los viajes marítimos, el escorbuto fue la más temida, por lo tanto es natural que fuese la primera enfermedad nutricional científicamente investigada. A lo largo del siglo XIX encontramos que muchos de los alimentos conservados que fueron mejorados, lo fueron por sus propiedades antiescorbúticas (Espeau, P. y col., 1997).

### **I.2.1. Nicolás Appert y los orígenes de la industria conservera.**

Aunque la conservación de las frutas en botellas fue practicado a escala doméstica desde principios del siglo XVII, el proceso comercial de la conservación de alimentos por esterilización, aplicado a otros alimentos además de las frutas, fue desarrollado por Nicolás Appert, un pastelero de Massy cerca de París, a principios del siglo XIX. Después de trabajar como aprendiz, Appert se estableció en la Rue des Lombards en París alrededor del año 1780 y prosperó allí hasta 1795. Durante este tiempo comenzó las experiencias que cambiaron completamente el procesado de alimentos. Posiblemente, sus ideas tuvieron origen en las recetas publicadas para el embotellado casero de frutas, adaptándolas a la conservación de otros alimentos (carne, hortalizas, sopas, leche, etc.). Esta adaptación realmente no fue fácil, puesto que los microorganismos de importancia en las frutas envasadas se destruyen mucho más rápidamente que en los otros productos. (Drummond, D.S.C. y col., 1934).

Desde luego, Appert no tenía conocimientos de bacteriología, pero con cuidadosos y extensos experimentos sentó él sólo las bases para el comienzo de una industria. A partir de observaciones completamente empíricas, llegó a conclusiones correctas sobre el tiempo de calentamiento necesario para conseguir el efecto de conservación y, sorprendentemente, fue muy insistente en la necesidad de extremar las condiciones higiénicas, que entonces estaban lejos de ser consideradas como criterio universal en la manipulación de alimentos.

Nicolás Appert publicó en 1810 un libro titulado "L'Art de Conserver pendant plusieurs années, toutes les substances animales et végétales" (Appert, N., 1810), que

rápidamente tuvo un éxito internacional. La edición alemana se publicó el mismo año que la francesa, al año siguiente las ediciones inglesa y sueca y en 1812 la americana y la segunda edición inglesa. Se ha dicho que Appert recibió un premio de 12.000 francos franceses por su descubrimiento, pero en realidad fue el pago por la publicación de su método, como era la práctica común del gobierno Francés en esa época.

Muchas mejoras de este proceso de conservación, incluyendo la introducción los botes metálicos, fueron trabajo de otros, pero fue Appert quien demostró que se pueden producir alimentos conservados, seguros y de calidad aceptable, calentándolos en recipientes cerrados. Desde el principio, los alimentos envasados estuvieron a disposición del público en general, pero el muy alto coste de producción hizo que durante muchos años se destinaran sólo a la clase económicamente desarrollada. No fue hasta la última mitad del siglo XIX cuando se utilizaron domésticamente en cantidades significativas. Los principales consumidores de los alimentos envasados fueron las expediciones navales y, junto con otras mejoras en la dieta especialmente el uso de antiescorbúticos, desempeñaron un importante papel en el éxito de dichas expediciones.

El año 1850 marcó el final de la primera fase de desarrollo de la industria de conservación y el principio de un periodo de expansión, de producción en masa y de conocimiento de los principios científicos de los métodos utilizados. En la segunda mitad del siglo XIX se introdujeron muchas mejoras en el campo de los productos envasados y muchos de los alimentos envasados en botes metálicos o en botellas que conocemos hoy se producían ya entonces y, generalmente, con buena calidad. La primera mejora importante en el proceso de embotado fue patentada en 1840, cuando John Wertheimer comprobó que incrementando la temperatura de calentamiento de los alimentos envasados, se reducía considerablemente el tiempo de tratamiento y se conseguía una mejora notable de la calidad. (Drummond, D.S.C. y col., 1934).

En 1841 Stephan Goldner y John Wertheimer presentaron dos patentes para el calentamiento de los botes con alimentos en baños con soluciones salinas, cuyo punto de ebullición se situaba a temperaturas superiores a 100°C, su principio era simple, cuando se añade sal al agua, el punto de ebullición de la disolución es más alto que el del agua sola y depende de la concentración de la sal. Los baños de cloruro cálcico se consideraron rápidamente como el método estándar de calentamiento de los botes,

debido a que permitían una considerable reducción de los tiempos de calentamiento, pasando de 4-5 horas a 1 hora (Doerrfeld, D. A y col, 1993).

Es sorprendente que Goldner y Wertheimer decidieran utilizar temperaturas del orden de 132 a 150°C, puesto que los riesgos de explosión de los botes a estas temperaturas eran considerables. El calentamiento de los botes a temperaturas tan altas en baños de cloruro cálcico, produce en su interior altas presiones que pueden llegar a deformar los envases y hasta hacer saltar los cierres. La solución que se dio a este problema, fue calentar los botes en un recinto cerrado que contuviera vapor a presión, un autoclave, de esta forma la presión desarrollada en el interior del bote se contrarresta con la del vapor del interior del recinto y el riesgo de explosión se reduce. La primera patente de un autoclave específico para calentar botes de alimentos se debe a un sucesor de Appert, Raymond Chevallier-Appert. En la segunda mitad del siglo XIX se introdujeron múltiples mejoras, no sólo en el desarrollo de los autoclaves sino también en los envases, mejoras que han continuado en el siglo XX, hasta llegar a los diferentes equipos y tipos de envases que se conocen hoy día.

### **I.2.2. Deterioro microbiano de los alimentos.**

La mayor contribución al conocimiento de la resistencia al calor de las esporas de las bacterias la hizo, de forma parcialmente accidental, el físico inglés John Tyndall en 1876, al realizar experiencias con una cámara a través de la cual pasa un rayo de luz. Después de un número considerable de experimentos, Tyndall encontró que cinco minutos de calentamiento, que hasta entonces se habían considerado suficientes para prevenir el desarrollo de microorganismos, no era suficiente, dando como explicación la presencia de organismos mucho más resistentes al calor que los conocidos anteriormente. Los tubos que contenían los nuevos organismos requerían para su esterilización cinco horas y media. Tyndall dedujo correctamente que algunas bacterias pueden producir endosporas increíblemente resistentes al calor y distinguibles al microscopio. Es esta situación de esporulación la responsable de las dificultades de esterilización de los botes de alimentos, mientras que las células vegetativas normales de los organismos son destruidas rápidamente a la temperatura de ebullición del agua.

En 1864 el Dr. Calvert de Londres encontró una explicación para la putrefacción que mejoraba las anteriores, que implicaban únicamente al oxígeno, indicando que la putrefacción sólo se da en presencia de gérmenes pero que estos no se desarrollan más que en presencia de oxígeno, Luego la exclusión de ambos, gérmenes y oxígeno, contribuye al éxito de la conservación de alimentos,

En esta misma época, Louis Pasteur estaba interesado en la conservación del vino por el calor. A diferencia de otros inventores de procesos de conservación de alimentos, primero investigó la microbiología del vino y después desarrolló un método basado en estos resultados. Su proceso fue de éxito tan espectacular que el término "Pasteurización" se ha aplicado al proceso en el cual se destruyen las bacterias indeseables pero el alimento no está completamente esterilizado. Pasteur después de haber desarrollado este proceso en agradecimiento a Nicolás Appert, indicó en la segunda edición de su libro "Études sur le Vin": *Cuando publiqué por primera vez los resultados de mi trabajo sobre la posibilidad de conservar el vino por calor, es evidente que hice una nueva aplicación del método de Appert y que Appert pensó el mismo proceso mucho antes que yo.* Pasteur fue generoso y modesto, aunque su método estuvo basado en la observación de la destrucción térmica de los microorganismos, lo aplicó a un producto muchísimo más complejo que cualquiera de los que Appert pudo producir. El vino es muy difícil de conservar por calor y pierde fácilmente su aroma y bouquet, pero Pasteur fue capaz de eliminar los microorganismos indeseables sin afectar demasiado al aroma del vino. Pasteur, L. (1861).

En el último cuarto del siglo XIX la bacteriología alcanzó un gran desarrollo, realizándose múltiples investigaciones en el campo de la medicina, que llevaron a la conclusión de que muchas enfermedades eran causadas por bacterias, pero también se comprobó que algunos de dichos descubrimientos eran aplicables a la conservación de alimentos. Fueron identificados, descritos y clasificados y se hicieron crecer en laboratorio, muchos de los microorganismos responsables de las enfermedades, de la putrefacción y fermentación. En 1890 comienzan a ser aplicados en la industria alimentaria los grandes progresos de la microbiología médica y comienzan numerosas investigaciones específicas sobre el crecimiento de los microorganismos en los alimentos.

A principios del siglo XX se progresó en la comprensión de la bacteriología de los alimentos, y así en 1920 se estableció el método para calcular con precisión el calor necesario en el procesado de un bote de alimento. Se establecieron dos aspectos esenciales de la destrucción térmica de las esporas de las bacterias, primero, el porcentaje de destrucción aumenta logarítmicamente con el incremento de la temperatura por encima de 90°C y segundo, el número de organismos supervivientes disminuye logarítmicamente con el tiempo.

El porcentaje de destrucción de las esporas de las bacterias depende no solo de la temperatura sino también de la composición del medio en que son calentadas, principalmente la acidez entre otros factores. Una vez comprendido el efecto del tiempo y la temperatura sobre la destrucción térmica de las bacterias, fue posible extrapolar esta información a la predicción del porcentaje de destrucción de las esporas en los botes de alimentos, en los que la temperatura varía con el tiempo. Tales métodos fueron propuestos por W. D. Bigelow y J. R. Esty y por C. C. Williams a principios del año 1920 (Bigelow, W.D., 1921. Esty, J.R., Williams, C.C. 1924).

Pocos años después C.O. Ball hizo ligeras modificaciones del método para simplificar su aplicación práctica, redefinió la "Dosis letal" de forma que tuviera el valor de la unidad a una temperatura arbitraria de referencia, usualmente 121'11°C para alimentos de acidez baja que fuesen calentados a alta temperatura y 100°C para los alimentos ácidos, como las frutas, que eran esterilizados en agua hirviendo.

A temperaturas inferiores a la de referencia, la dosis letal tiene valores inferiores a la unidad y a temperaturas más altas dicho valor es mayor de la unidad. Utilizando la modificación de Ball, el área bajo la dosis letal /curva de tiempo era la letalidad del proceso en minutos equivalentes a la temperatura de referencia. Dado que el grado de destrucción de las esporas de las bacterias a la temperatura de referencia era conocida (por observaciones experimentales), podía estimarse la efectividad de un determinado proceso de esterilización. Para aplicar este método de cálculo, es necesario elegir como base de cálculo un microorganismo que forme esporas muy resistentes al calor (Ball, C.O. 1923).

En los últimos años, se han desarrollado métodos para calcular los tiempos de calentamiento del proceso de tratamiento de alimentos envasados, en términos de cinética de las reacciones químicas. Estos métodos, aunque indudablemente son más precisos, no han sustituido generalmente al método de Ball. Otros trabajos recientes se refieren a la predicción del proceso de calentamiento no a partir de temperaturas observadas, sino basándose en el conocimiento de las propiedades térmicas y físicas del bote, de su contenido y del medio de calentamiento.

### **I.3. CONFITURAS DE FRUTAS.**

Durante siglos se ha tratado de un alimento dulce de fruta, agradable de tomar bien directamente o como componente de otros productos de repostería casera, preparado por el ama de casa mediante cocción de una mezcla, normalmente a partes iguales, de fruta pelada deshuesada y pulida y azúcar hasta alcanzar una consistencia espesa o gelificada.

El objetivo era conseguir una conserva que alargara el tiempo de consumo de la fruta desde la fecha de recolección hasta prácticamente la campaña siguiente.

La calidad del producto acabado dependía de la experiencia y pericia de la cocinera: así para contrarrestar la falta de consistencia de algunas frutas utilizaba el zumo extraído de pieles de manzana y para obtener el grado de acidez y el punto de sabor, mezclaba la fruta principal con otras frutas más ácidas, o zumo de limón, incluso también vinagre. En general se observa en estos elaborados caseros una pérdida de calidad como consecuencia de una exposición prolongada al calor (Downing, D.L 1196).

En la actualidad la industria ha desarrollado aquellos procedimientos y recetas caseros adaptándolos a procesos industriales a gran escala, utilizando instalaciones, tecnología y otros ingredientes, que aseguren la uniformidad y elevada calidad del producto acabado. Hoy la industria utiliza procesos de cocción a presión reducida, otros carbohidratos edulcorantes, pectinas para ajustar la textura, ácidos alimentarios para regular la acidez, etc. (Rauch, G.H, 1987).

Según el Real Decreto 863/2003, de 4 de julio, por el que se aprueba la Norma de calidad para la elaboración, comercialización y venta de confituras, jaleas, "marmalades" de frutas y crema de castañas. (BOE 05/07/2003), encontramos las siguientes definiciones.

- **“Confitura”.**

Es la mezcla, con la consistencia gelificada apropiada, de azúcares, de pulpa o de puré de una o varias, especies de frutas y de agua. No obstante se podría obtener confitura de cítricos a partir del fruto entero, cortado en tiras o en rodajas.

La cantidad de pulpa o de puré utilizada para la elaboración de 1000 gramos de producto acabado no será inferior a:

- 350 gramos en general
- 250 gramos en el caso de las grosellas rojas, las serbas, la uva espina, las grosellas negras, los agavanzos y los membrillos.
- 150 gramos en el caso del jengibre
- 160 gramos en el caso de los anacardos
- 60 gramos en el caso de la granadillas.

- **“Confitura extra”.**

Es la mezcla, con la consistencia gelificada apropiada, de azúcares, de pulpa no concentrada de una o varias especies de frutas y de agua. No obstante la confitura extra de agavanzos y la confitura extra sin semillas de frambuesas, moras, grosellas negras, arándanos y grosellas rojas, podrá proceder total o parcialmente de puré no concentrado de estas frutas. Podrá obtenerse confitura extra de cítricos a partir del fruto entero, cortado en tiras o en trozos.

No podrán emplearse las siguientes frutas como mezcla para la elaboración de confitura extra: manzanas, peras, ciruelas con hueso adherente, melones, sandías, uvas, calabazas, pepinos y tomates.

La cantidad de pulpa para la elaboración de 1000 gramos de producto acabado no deberá ser inferior a:

- 450 gramos en general
- 350 gramos en el caso de las grosellas rojas, las serbas, la uva espina, las grosellas negras, los agavanzos y los membrillos.
- 250 gramos en el caso del jengibre
- 230 gramos en el caso de los anacardos
- 80 gramos en el caso de la granadillas

- **Grados Brix de los productos.**

Las confituras de frutas deberán tener un contenido de materia seca soluble, determinada por refractómetro, igual o superior al 60%, excepto para los productos en los que azúcares hayan sido sustituidos total o parcialmente por sustancia edulcorantes.

- **Mezclas de frutas.**

En el caso de mezclas de frutas, los contenidos mínimos establecidos en cada clase de confitura, para las diferentes especies de frutas, se reducirán proporcionalmente a los porcentajes utilizados.

- **Materias primas e ingredientes autorizados.**

A los efectos de esta norma de calidad. Se entenderá por:

- *Frutas*

- a. La fruta fresca, sana, sin ninguna alteración, con todos sus componentes esenciales y en el grado de madurez apropiada, después de lavada, pulida y despuntada.

- b. Quedan asimilados a la fruta, para la aplicación de esta norma, el tomate, las partes comestibles de los tallos de ruibarbo, la zanahoria, la batata, el pepino, la calabaza, el melón y la sandía.
- c. El término “jengibre” designa las raíces comestibles de la planta de jengibre, frescas o en conserva. El jengibre podrá secarse o conservarse en almíbar.
- d. Castaña: el fruto del castaño (*castanea sativa*).

- *Pulpa (de fruta)*.

La parte comestible de la fruta entera, en su caso sin piel, corteza, semillas, pepitas y similares, que puede estar cortada en trozos o triturada, pero no reducida a puré.

- *Puré (de fruta)*.

La parte comestible de la fruta entera, en su caso necesario sin piel, corteza, semillas, pepitas y similares, que se ha reducido a puré mediante tamizado o cualquier otro procedimiento similar.

- *Extractos acuosos (de fruta)*

El extracto acuoso de frutas que, a reserva de las pérdidas inevitables según las buenas prácticas de la fabricación, contiene todos los constituyentes solubles en agua de las frutas utilizadas.

- *Azúcares*

Los azúcares autorizados son los siguientes:

- Los azúcares definidos en la normativa aplicable en vigor
- El jarabe de fructosa,
- Los azúcares extraídos de frutas,
- El azúcar moreno.

○ *Otros ingredientes autorizados.*

Sin perjuicio de lo establecido por el Real Decreto 3177/1983, de 16 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria de aditivos alimentarios, se podrán añadir los siguientes ingredientes a los productos definidos en el apartado 3 de esta norma:

- Miel según se define en la normativa aplicable en vigor: en todos los productos en sustitución total o parcial de los azúcares.
- Zumo de frutas: únicamente en la confitura.
- Zumo de cítricos en los productos obtenidos a partir de otras frutas: únicamente en la confitura, la confitura extra, la jalea y la jalea extra.
- Zumo de frutas rojas: únicamente en la confitura y la confitura extra elaboradas a partir de agavanzos, fresas, frambuesas, uva espina, grosellas rojas, ciruelas y ruibarbo.
- Zumo de remolachas rojas: únicamente en la confitura y la jalea elaboradas a partir de fresas, frambuesas, uva espina, grosellas rojas y ciruelas.
- Aceites esenciales de cítricos: en la marmalade y en la jalea de marmalade.
- Aceites y grasas comestibles como agentes antiespumantes: en todos los productos.
- Pectina líquida: en todos los productos.
- Cortezas de cítricos: en la confitura, la confitura extra, la jalea y la jalea extra.
- Hojas de *Pelargonium odoratissimum*: en la confitura, en la confitura extra, la jalea y la jalea extra, cuando se obtengan a partir de membrillos.
- Espirituosos, vino y vino generoso, frutos secos, hierbas aromáticas, especias, vainilla y extractos de vainilla: en todos los productos.
- Vainillina: en todos los productos.

- **Tratamiento de las materias primas.**

La fruta, la pulpa, el puré y los extractos acuosos de fruta podrán ser objeto de los siguientes tratamientos:

- Tratamiento por calor, refrigeración o congelación.
- Liofilización.
- Concentración, en la medida en que sea posible técnicamente.
- Tratamiento de las materias primas, con anhídrido sulfuroso o sus sales (sulfito sódico, sulfito ácido de sodio, metabisulfito sódico, metabisulfito potásico, sulfito cálcico y sulfito ácido de calcio) como ayudas a la transformación, con excepción de las utilizadas en la fabricación de productos extra, siempre que en los productos definidos en el apartado 3 no se exceda el nivel máximo de anhídrido sulfuroso establecido en el Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.

Los albaricoques y las ciruelas destinados a la elaboración de confitura podrán ser objeto asimismo de tratamientos de deshidratación, además de la liofilización.

Las cortezas de cítricos podrán conservarse en salmuera.

### **I.3.1. Etiquetado.**

La Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, aprobada por el Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, será aplicable a los productos definidos en el apartado tres de esta norma, en las siguientes condiciones:

- Las denominaciones de venta que figuran en el apartado 3 quedan reservadas a los productos allí consignados y deberán ser utilizadas en el comercio para designarlos.
- La denominación de venta se completará mediante la indicación de la fruta o frutas utilizadas, en orden decreciente del peso de las materias primas constituyentes. No

obstante, en el caso de productos elaborados a partir de tres o más frutas, la indicación de las frutas empleadas podrá sustituirse por la indicación frutas varias u otra similar o por la indicación del número de frutas utilizadas.

- El etiquetado deberá incluir la indicación del contenido de fruta del producto acabado mediante los términos elaborado con ... gramos de fruta por 100 gramos, si procede tras la deducción del peso del agua empleada para la preparación de los extractos acuosos.
- El etiquetado deberá incluir la indicación del contenido total de azúcares mediante los términos contenido total de azúcares ... gramos por 100 gramos, en el que la cifra indicada representa el valor refractométrico del producto acabado, determinado a 20 °C, con una tolerancia de +/- 3 grados refractométricos.
- No obstante, la cantidad de azúcares podrá no indicarse cuando ya figure en el etiquetado una declaración de propiedades nutritivas relativa a los azúcares, de conformidad con el Real Decreto 930/1992, de 17 de julio, por el que aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de productos alimenticios.
- Las indicaciones contempladas en el apartado 8.3 y en el primer párrafo del apartado 8.4 deberán figurar en el mismo campo visual que la denominación de venta, en caracteres claramente visibles.
- Cuando el contenido residual de anhídrido sulfuroso sea superior a 10 mg/kg, su presencia se indicará en la lista de ingredientes, no obstante lo dispuesto en los artículos 3 y 5, así como en el apartado 3 del artículo 7, de la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, aprobada por el Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio.

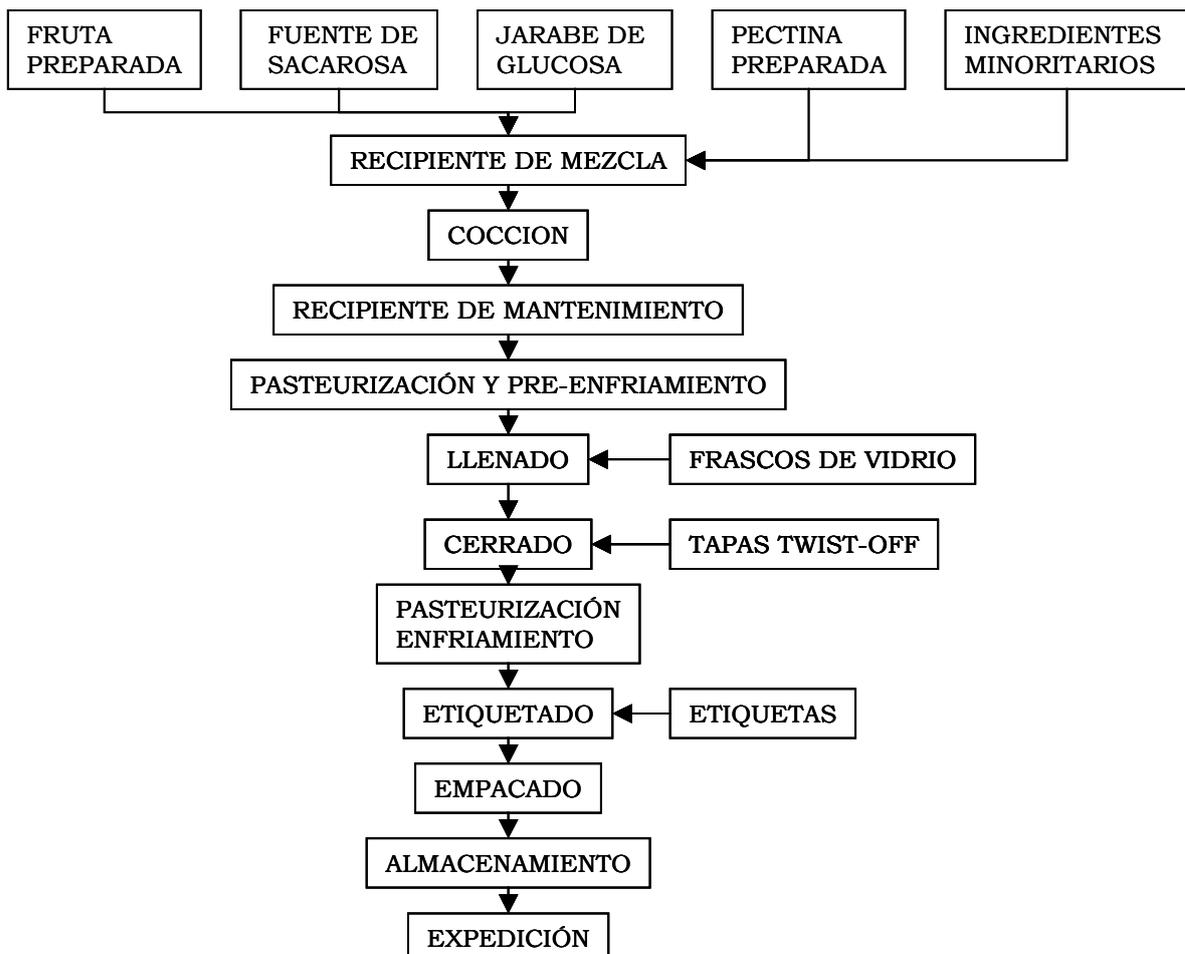
### **I.3.2. Elaboración de confituras.**

Para la elaboración de una confitura de fruta conforme a la legislación vigente se necesitan:

- Ingredientes necesarios

- Fruta (en sus distintas formas de preparación).
- Agentes edulcorantes (sacarosa).
- Ingredientes permitidos
  - Agentes gelificantes (pectinas)
  - Acidulantes (Ácido cítrico)
  - Sales tampón
  - Antioxidantes (ácido ascórbico)
  - Sales de calcio (lactato cálcico)
  - Conservantes (sorbato potásico), en determinadas cantidades.

La figura I.2 muestra el diagrama de flujo para la elaboración y envasado de confituras de frutas. (Rauch, G.H, 1987).



**Figura I.2.** Diagrama de flujo de la elaboración de confitura industrial.

### **I.3.3. Fruta preparada.**

Normalmente la fruta utilizada como materia prima en la elaboración de confituras está dispuesta para su uso sin necesidad de manipulación previa.

Se presenta: congeladas IQF (Individual Quick Freeze) o conservadas por calor. Las frutas que se consumen congeladas, fresas y bayas en general, han sido sometidas al tratamiento previo de lavado, selección, desrabado, calibrado si fuera necesario, inspección y pre-enfriamiento. La congelación se realiza en túneles en sistema continuo en piezas individuales (IQF) a una temperatura a salida del túnel de  $-18^{\circ}$ . Se empaqueta e bolsas de plástico en cartones de 10-20 kg y se almacena a  $-25^{\circ}\text{C}$ .

El resto de frutas se consume como pulpa ya preparada, limpia, sin defectos e inspeccionada y conservada por tratamientos térmicos en latas de 5 kg. o en bolsas asépticas de 200 ó 1.000 kg.

### **I.3.4. Contenido de ácido de la fruta.**

Existen grandes variaciones en la acidez de las distintas clases de frutas, incluso en una misma clase de fruta se observan variaciones significativas de pH de unas partidas a otras debido al índice de madurez, características del suelo, condiciones climáticas, etc.

Muchas frutas requieren la adición de ácido para ajustar los valores de pH de la confitura a los requerimientos de la pectina usada. La cantidad de ácido requerido para reducir el pH de la confitura al valor deseado puede determinarse por valoración. Valores típicos de pH de distintas frutas y las cantidades necesarias de disolución 50% p/v de ácido cítrico para reducir el pH 0,1 unidades se muestran en la tabla I.1.

**Tabla I.1.** pH y capacidad tampón de algunas frutas (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

FRUTA	pH	mL de sol del 50% de ác. Cítrico/ kg de fruta (para reducir 0.1 unidad de pH)
Manzana (dulce)	3.4-3.7	2
Manzana (agria)	3.0-3.4	3
Albaricoque	3.0-3.7	3
Arándano	2.8-3.0	6
Mora	3.8-4.2	2
Grosella negra	2.9-3.3	13
Cereza	2.6-3.7	8
Sauco	3.6-3.8	2
Grosella	2.8-3.3	8
Uva	3.5-3.7	4
Pomelo	2.8-3.2	12
Kiwi	3.2-3.5	3
Lychee	5.5-6.0	0-1
Naranja (amarga)	2.9-3.2	10
Naranja (dulce)	3.0-3.4	3
Fruta de la pasión	3.2-3.5	8
Melocotón	3.4-3.6	2
Pera	3.4-4.1	1
Piña	3.4	4
Ciruella	3.0-3.5	5
Ciruella pasa	3.3-3.7	2
Membrillo	3.3-3.6	2
Frambuesa	3.3-3.6	6
Grosella Roja	2.6-3.0	10
Ruibarbo	2.0-2.9	11
Rosa mosqueta	3.7	5
Fresa	3.0-3.5	5

### I.3.5. Contenido en calcio de la fruta.

La mayoría del calcio contenido en una confitura procede normalmente de la fruta. Como el contenido en calcio de la confitura determina la temperatura de gelificación e influye en la textura final de un gel de pectina de bajo metoxilo (bajo porcentaje de esterificación), el contenido real de calcio de la fruta influye en la elección de la temperatura de llenado y en casos extremos en la elección del tipo de pectina de bajo grado de esterificación (LM).

Generalmente, las partes insolubles de muchas frutas son especialmente ricas en calcio. Este calcio no se libera completamente durante la fase del proceso de cocción y por consiguiente solo una parte influye en la temperatura de gelificación de una pectina

LM. Una considerable diferencia entre “calcio total” y “calcio libre” en la fruta puede indicar una tendencia a aumentar ligeramente la fuerza del gel del producto final.

Valores típicos de “calcio total” y “calcio libre” de algunas frutas se muestran en la tabla I.2:

**Tabla I.2.** Contenido en calcio total y libre de algunas frutas. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

FRUTA	CALCIO TOTAL ppm	CALCIO LIBRE ppm
Manzana	90	90
Albaricoque	170	130
Plátano	135	135
Cereza	225	200
Sauco	500	-
Grosella negra	300	-
Uva	250	250
Pomelo	150	-
Kiwi	250	160
Zumo de limón	150	-
Piel de limón	2000	700
Lychee	60	28
Mango	150	130
Piel de naranja	1500	-
Naranja amarga	700	-
Naranja	350	-
Fruta de la pasión	130	30
Melocotón	160	160
Pera	150	150
Piña	400	390
Ciruela	150	90
Ciruela pasa	240	-
Membrillo	200	130
Frambuesa	250	140
Grosella Roja	500	130
Ruibarbo	1030	-
Rosa mosqueta	1500	650
Fresa	350	150

### I.3.6. Azúcares (hidratos de carbono).

Generalmente más del 40% del peso total y el 80% del total de sólidos en una confitura son azúcares. Junto con el efecto edulcorante, los azúcares tienen un número de funciones en la confitura. Contribuye a los sólidos solubles, los cuales son esenciales para la estabilidad física y química microbiológica, suministra cuerpo y gusto, mejora la apariencia de color y brillo y hace posible la gelificación con pectina de esterificación alta (HM- High Metosyl).

- Elección de azúcares (hidratos de carbono).

La sacarosa es el azúcar más importante utilizado en la industria elaboradora de confituras, pero durante las últimas décadas se ha ido sustituyendo total o parcialmente por otros edulcorantes (Tabla I.3), especialmente los llamados hidrolizados de almidón.

**Tabla I.3.** Solubilidad de distintos edulcorantes. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

<b>Edulcorante (hidratos de carbono)</b>	<b>Poder edulcorante</b>	<b>Solubilidad a 20° C en %</b>	<b>Solubilidad a 0°C en %</b>
Sacarosa	100	67	64
Azúcar invertido	100	62	50
Jarabe de glucosa 42 DE	60	-	-
Jarabe de glucosa 60 DE	90	-	-
Jarabe de Isofructosa	100	-	-
Jarabe alta fructosa	120	-	-
Dextrosa	80	47	35
Fructosa	120	79	
Sorbitol	50	70	
Aspartamo	20.000		
Sacarina	30.000		

La sustitución de la sacarosa por otros edulcorantes carbohidratos puede influir sensiblemente en la gelificación según las características de la pectina. Variaciones en la temperatura de la gelificación, puede producirse por cambios en la temperatura de llenado o por la elección de una pectina (HM) que sea de gelificación rápida o de

gelificación lenta, y en las pectinas LM (Low Metosyl) puede ocurrir estos mismos cambios dependiendo de las más o menos reactividad al calcio de la pectina.

Variaciones en la fuerza del gel pueden conseguirse cambiando simplemente las variaciones de la pectina.

### I.3.7. Contenido de pectina en la fruta.

El contenido de pectina en la fruta fresca, fruta congelada y pulpa de fruta varía considerablemente. Las características genéticas, la tierra de cultivo y las variaciones climáticas, junto con el grado de madurez de la fruta muestran influencia en la composición de pectina (tabla I.4).

**Tabla I.4.** Contenido en pectina de la fruta. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

GRUPO	CONTENIDO DE PECTINA	EJEMPLOS
A	Muy alto	Manzanas (la confitura de esta fruta se elabora sin adición de pectinas).
B	Alto	Ciruelas, membrillos, naranjas con alto contenido de pectina.
C	Medio	Pomelos, moras, fresas, piñas y naranjas con bajo contenido de pectina.
D	Bajo	Melocotones, peras, albaricoques.
E	Muy bajo	Cerezas, arándanos.

Como la pectina de la fruta fresca generalmente es una pectina de alto grado de esterificación, esta pectina “natural” puede contribuir a la fuerza del gel, especialmente en confituras con un porcentaje elevado de azúcar.

Cuando las frutas usadas pueden ser de la parte alta o baja del cuadro anterior, la reducción o incremento de la cantidad de pectina añadida puede variar del 10 al 20% para mantener la misma textura del gel en el producto terminado.

- La pectina.

Como el almidón y la celulosa, la pectina es un compuesto polisacárido formado de una cadena lineal de moléculas de ácido D-galacturónico, que unidas constituyen el ácido poligalacturónico. La pectina tiene propiedades de formar geles en medio ácido y en presencia de azúcares. Por este motivo. Es utilizada en la industria alimentaria en combinación con los azúcares como un agente espesante, por ejemplo en la fabricación de mermeladas y confituras. La mayor parte de las frutas contienen pectina, pero no en la cantidad suficiente para formar un gel cuando la confitura es fabricada, por lo que una cierta cantidad de pectina se añade para mejorar la calidad de la misma, brindándole la consistencia deseada. Cuando la pectina es calentada junto con el azúcar se forma una red, que se endurecerá durante el enfriado. (Igoe, R.S. y Hui, Y.H. 1999).

En contraste con el almidón, que actúa como una reserva de energía, la pectina y la celulosa son responsables de las propiedades estructurales de la planta. Las sustancias pécticas, están presentes en cantidades más o menos importantes en todas las frutas, y contribuye a su textura firme pese a contener un 90% de agua.

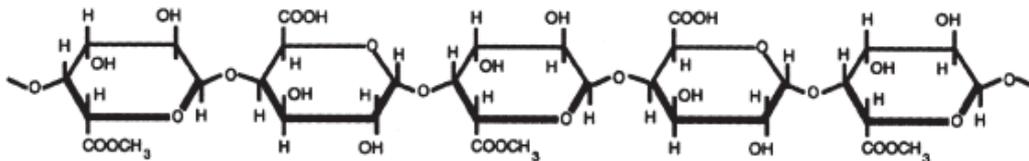
A diferencia del almidón y la celulosa, cuyo constituyente básico es la glucosa, en la pectina el eslabón primario es la galactosa- o con más precisión ácido galacturónico y ester metílico del ácido galacturónico.

La pectina está formada por cadenas lineales conteniendo de 200 a 1000 unidades de ácido D-galacturónico unidos mediante enlaces -1,4 glicosídicos.

El grado de esterificación de la molécula de pectina se define como el porcentaje de unidades de ácido galacturónico esterificadas del total de unidades de ácido galacturónico en la molécula. De acuerdo con el grado de esterificación las pectinas comerciales se dividen en pectinas de alta esterificación (HM) y pectinas de baja esterificación (LM) ó también en pectinas de alto metoxilo (HM) y pectinas de bajo metoxilo (LM).

- Definición de pectinas de alto grado de esterificación.

Las pectinas de alta esterificación (pectinas HM) son pectinas con un grado de esterificación por encima del 50% (figura I.3). Las pectinas de HM requieren sólidos solubles por encima del 55% y ácido suficiente (a un pH alrededor del 3.0) para gelificar. Una vez formado el gel con pectina HM no se puede fundir completamente mediante calentamiento, tiene un comportamiento irreversible.

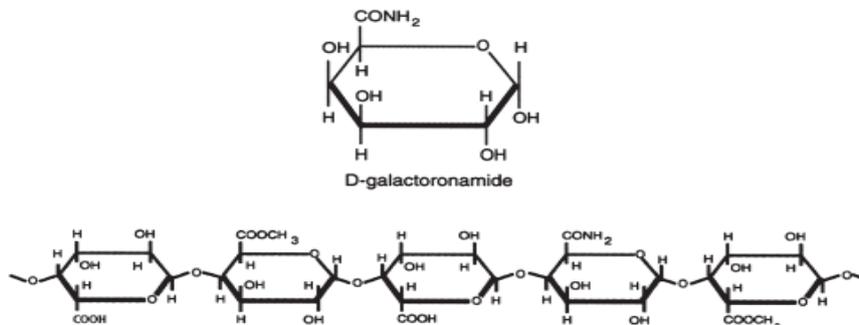


*Section of an HM-pectin molecule with degree of esterification ~60%.*

**Figura I.3.** Estructura de pectinas de alto grado de esterificación. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

- Definición de pectinas de bajo grado de esterificación.

Las pectinas de baja esterificación (pectinas LM) son pectinas con un grado de esterificación inferior al 50% (figura I.4). Las pectinas LM en general se producen industrialmente a partir de pectinas de pectinas HM provocando una desesterificación mediante tratamiento suave en condiciones ácidas o alcalinas.



*Section of an LM-pectin molecule with degree of esterification ~ 40% and degree of amidation ~ 20%.*

**Figura I.4.** Estructura de pectinas de bajo grado de esterificación. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

Si se utiliza amoníaco en el proceso de desesterificación alcalina se obtiene una pectina de baja esterificación denominada pectina amidada. Aparte de ácidos galacturónicos y esterometícos del ácido galacturónico, la pectina de baja esterificación amidada (LM amidada) contiene unidades de galacturonamida en la cadena molecular.

El mecanismo de gelificación de una pectina LM difiere sustancialmente de una pectina HM. Para obtener la formación de gel en un sistema que contenga pectina de baja esterificación, es imprescindible la presencia de iones calcio. Por otro lado las pectinas LM pueden formar geles con menores grados Brix que las pectinas HM y toleran variaciones más grandes de pH sin un efecto sensible sobre la formación del gel. Contrariamente a la pectina HM, los geles de pectina LM pueden con frecuencia fundirse completamente cuando se calientan.

El grado de esterificación y el grado de amidación en gran parte determinan la “reactividad al calcio” de una pectina –LM específica. En la práctica el grado de esterificación y el grado de amidación juntos controlan las temperaturas reativas de gelificación de las pectinas LM. De acuerdo con esto, las pectinas comerciales LM pueden clasificarse como gelificación rápida o gelificación lenta o como más o menos “reactiva al calcio”. La tabla I.5 muestra los factores que influyen en la formación de gel con pectina de bajo metoxilo y la tabla I.6 distintos tipos de pectina.

**Tabla I.5.** Factores que influyen en la formación de gel con pectina LM. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

<b>FACTOR</b>	<b>EFEECTO</b>
Grado de esterificación	Las pectinas LM con menor grado de esterificación, comienzan la formación de gel a temperaturas más altas cuando las otras condiciones permanecen constantes.
Grado de amidación	Las pectinas LM con mayor contenido de grupos amida comienzan la formación de gel a temperaturas más altas, cuando las otras condiciones son constantes
pH	Generalmente menor pH conduce a temperaturas de gelificación ligeramente más altas
Sólidos solubles	Un incremento en sólidos solubles lleva a una temperatura de gelificación más alta.
Calcio	Incrementar el contenido de calcio lleva a temperatura de gelificación más alta

**Tabla I.5.** Principales tipos de genu lm-pectin utilizados en la elaboración industrial de confitura. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

<b>GENU® pectinas de bajo metoxilo amidadas</b>					
<b>TIPO DE PECTINA</b>	<b>REACTIVIDAD AL CALCIO</b>	<b>VELOCIDAD GELIFICACIÓN</b>	<b>*Fuerza gel. % Sólidos soluble</b>	<b>GRADO DE ESTERIFICACIÓN</b>	<b>GRADO AMIDACIÓN</b>
104 AS-BG	Muy alto	Ultra rápida	31	26	22
104 AS-FS	Muy alto	Ultra rápida	25	28	21
104 AS	Alto	Ultra rápida	25	31	17
84 AS	Medio	Rápida	31	32	17
102 AS	Medio	Media	31	34	16
20 AS	Medio	Media	31	34	16
14 AG	Medio	Media	n.a	38	5
102 AS-BNB	Medio	Media	n.a	34	16
101 AS	Bajo	Lenta	51	36	14
105 AS	Muy bajo	Muy lenta	55	46	9
<b>GENU® pectinas de bajo metoxilo convencionales</b>					
<b>TIPO DE PECTINA</b>	<b>REACTIVIDAD AL CALCIO</b>	<b>VELOCIDAD GELIFICACIÓN</b>	<b>*Fuerza gel</b>	<b>GRADO DE ESTERIFICACIÓN</b>	
5 CS	Muy alto	Ultra rápida	n.a	7	
12 CG	Alto	Rápida	100±10	34	
12-1 CG	Alto	Rápida	100±10	35	
12-2 CG	Medio	Rápida	100±20	38	
13 CG	Medio	Media	125±10	38	
18 CG	Medio	Media	100±10	40	
22 CG	Bajo	Lenta	150±10**	48	

\*De acuerdo a los métodos estandarizados por CP Kelco.

\*\*USA-SAG grado.

- Como elegir el tipo de pectina adecuado.

Es difícil la elección del tipo de pectina para una aplicación específica. Numerosos factores, tales como la textura deseada del producto, el pH final, el contenido de pectina de la fruta, el equipo de preparación industrial y los parámetros de proceso, influyen decisivamente en la elección del tipo de pectina adecuada. Los sólidos solubles del producto son, no obstante, el criterio más importante a tener en consideración.

Cuando el rango de sólidos solubles es superior al 60% generalmente se utilizan pectinas de alto grado de esterificación (pectinas HM), sin embargo, si se desea un producto blando, untado y de textura tixotrópica, se debe utilizar una pectina LM.

En las confituras con sólidos solubles por debajo del 55%, no se pueden utilizar pectinas HM. Pectinas LM con relativamente baja reactividad al calcio pueden usarse para unos sólidos solubles de 50% aproximadamente. Con temperaturas de llenado más altas o sólidos solubles inferiores al 50% es preferible utilizar una pectina LM “medio reactiva al calcio”.

Para confituras y mermeladas con un contenido de sólidos solubles entre 45 y 25% o si el contenido de calcio es inferior a 15 mg/g de pectinas, correspondiente a frutas bajas en calcio, se deberán usar pectinas LM “bajo reactivas al calcio” “extra” en la preparación del producto (Rauch, G.H. 1987).

### **I.3.8. Conservación de las confituras.**

El deterioro microbiológico de las confituras se produce por infección con levaduras y hongos, organismos capaces de desarrollarse a niveles bajos de pH y relativamente alta concentración de azúcar. Para la mayoría de las levaduras y mohos, el límite de la actividad de agua para su desarrollo es alrededor 0,9. Correspondiendo a una concentración de sacarosa del 59%; ciertas especies pueden no obstante desarrollarse a concentraciones más altas de sacarosa.

La aparición de mohos y levaduras en las confituras puede proceder:

- De la materia prima. La mayoría de las frutas rojas tienen un alto contenido de mohos y levaduras.
- Del material de embalaje o del medio ambiente.
- Después del cerrado, a través de fugas en el cierre de los envases.
- Por recontaminación del producto después de abierto los envases.

La conservación de las confituras puede realizarse por tratamiento térmico o por la adición de conservantes (Downing, D.L. 1996).

- Conservación por calor.

Las confituras pueden ser esterilizadas cuando hierven a presión atmosférica en calderines abiertos. Cuando la cocción se realiza bajo vacío, la confitura se esteriliza calentándola a una temperatura alrededor de 90°C justo antes de la operación de llenado.

La esterilidad comercial de las confituras en envases más pequeños puede conseguirse llenando el producto en caliente, por ejemplo llenando a una temperatura donde la capacidad de calentamiento de la confitura sea suficiente para esterilizar las superficies internas del envase y la tapa. Un método seguro para obtener la esterilidad comercial del producto es la pasteurización de los envases cerrados mediante spray de agua caliente (90°C-95°C) durante 5-15 minutos, y a continuación los envases se van enfriando por medio de duchas en un enfriador tipo tunel. Para evitar recontaminación del producto se recomienda que el agua de enfriamiento sea clorada (Raugh, G.H, 1987).

- Procedimientos de cocción.

La elaboración de confituras de frutas implica necesariamente la aplicación de calor por las siguientes razones:

- Para obtener la distribución homogénea de los ingredientes solubles, azúcares principalmente, entre las piezas individuales de fruta y el gel circundante.
- Para la conservación del producto, mediante inactivación de enzimas y destrucción de mohos, levaduras y otros microorganismos presentes en los ingredientes, en particular en la fruta.
- Para concentrar el producto, si fuera necesario, mediante evaporación de agua.
- Para desairear el producto, consiguiendo mejor apariencia (desaparición de burbujas y mejora del color) y estabilidad química (disminución de las reacciones de oxidación de los componentes del color y sabor).

Debe evitarse un tratamiento prolongado a altas temperaturas durante la cocción y llenado, por los siguientes efectos adversos:

- Pérdida de sabor.
- Pérdida de color.
- Inversión de la sacarosa y reacciones de pardeamiento.

La protección de los sabores y colores naturales es especialmente importante en la elaboración de confituras de bajo contenido de azúcar.

Preferiblemente, el azúcar se deberá añadir a la fruta en la fase más temprana de la elaboración para evitar una degradación intensa de los componentes del sabor y del color.

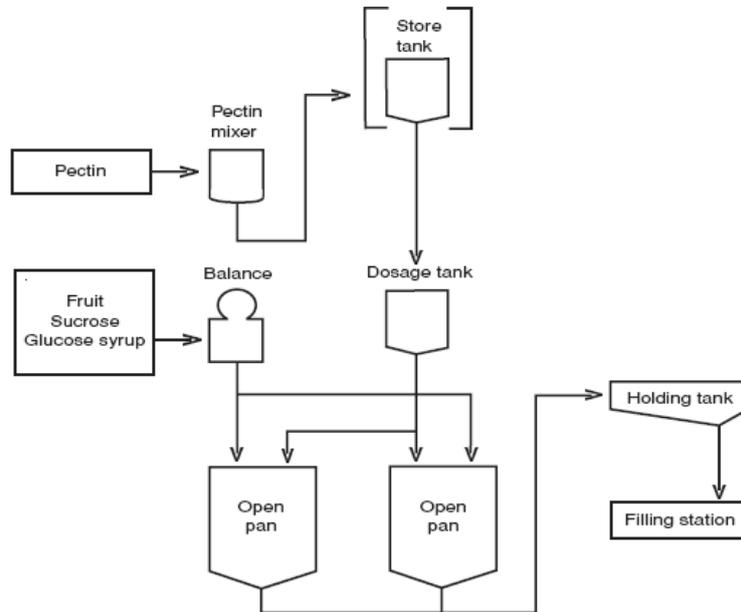
- Cocción en calderines abiertos.

El tradicional procedimiento de cocción de las confituras en recipientes abiertos, puede considerarse como una simple aplicación de los procedimientos caseros. Necesariamente la evaporación tiene lugar a temperaturas por encima de 100°C y el producto se mantiene, con frecuencia, a estas temperaturas altas por espacio prolongado de tiempo. Como resultado, el producto se caracteriza por un empobrecimiento del color y sabor, alta inversión del azúcar y reacciones de caramelización y oscurecimiento.

Por otro lado, el proceso en calderín abierto, logra la total inactivación enzimática, la completa impregnación y homogeneidad del azúcar y la esterilización de la confitura.

En aquellos casos donde la evaporación es mínima, el proceso de elaboración en calderín abierto resulta bastante satisfactorio desde el punto de vista de la calidad. Si la cantidad de agua a evaporar es más importante, se entiende que el tiempo de ebullición debe mantenerse al mínimo, esto solo se consigue utilizando calderines pequeños, de unos 100 kg de capacidad. Por supuesto, este sistema resulta impensable para grandes producciones por la cantidad de unidades de cocción que serían necesarias. (CP Kelco, 2001).

La figura I.5, muestra lo que podría ser un sistema de elaboración de confituras en calderín abierto.



**Figura I.5.** Elaboración de confitura en calderines abiertos. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

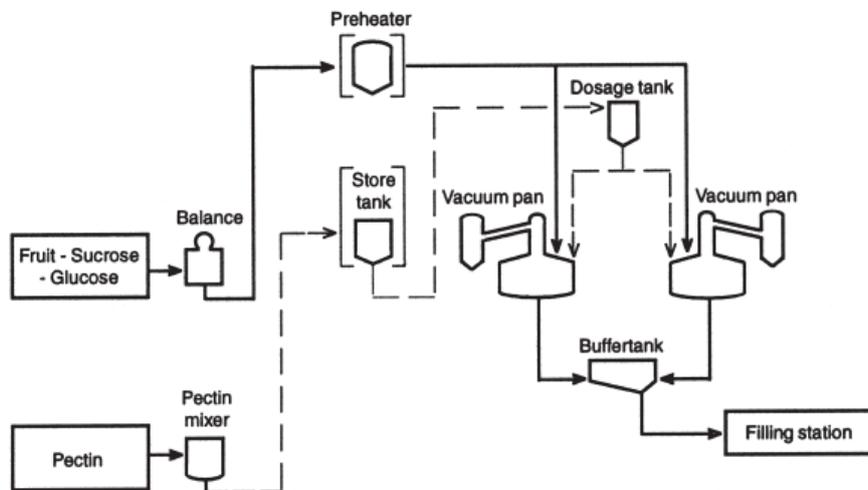
El proceso sería el siguiente:

- Calentar el agua a 60-80°C, en un tanque mezclador-agitador. Comenzar a agitar y adicionar la pectina. Agitar la pectina durante 10 minutos.
  - Pesar la fruta y el azúcar, agregar al calderín de cocción y empezar a calentar.
  - Hervir hasta los sólidos solubles deseados.
  - Añadir la solución de ácido, trasvasar al tanque de mantenimiento y llevar a la temperatura apropiada.
- Cocción a vacío.

La ventaja de la ebullición a vacío es que el proceso de evaporación tiene lugar a temperaturas más bajas (normalmente 60-75°C).

Como resultado, se consigue un ahorro energético, mejor conservación de sabor, color natural de la fruta y una reducción de la inversión del azúcar, caramelización y oscurecimiento.

La figura I.6, muestra un sistema de elaboración de confituras mediante cocción en recipientes cerrados a presión reducida.



**Figura I.6.** Elaboración de confituras con recipientes a vacío. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

El proceso de elaboración es el siguiente:

- Medir y calentar el agua en el tanque mezclador –agitador de pectina. Poner en marcha y añadir la pectina. Agitar diez minutos.
- Premezclar la fruta, azúcar y jarabe de glucosa, calentar a 50-60°C y trasvasar al recipiente de cocción a vacío (bola de vacío).
- Hacer vacío intenso para desairear, removiendo el producto con un sistema apropiado. Calentar hasta 80°C para disolver azúcares.
- Hervir hasta los sólidos solubles deseados bajo vacío a una temperatura entre 75-60°C.
- Añadir la disolución de la pectina.

- Llevar la carga a ebullición a vacío para asegurar la dispersión homogénea de la disolución de pectina en el producto. Ajustar los sólidos solubles al valor final.
- Romper vacío, calentar a 90°C y cerrar el vapor. Puede ser conveniente durante los calentamientos ajustar la presión a la correspondiente a 5°C por debajo de la temperatura de ebullición del producto, de esta forma el producto está en una fase de ebullición muy suave y se evita que se pueda pegar.
- Añadir la disolución de ácido cítrico, remover y transferir al tanque de mantenimiento (buffertank) y a la llenadora.

En algunas instalaciones, la confitura se pasa de la bola de vacío al tanque de mantenimiento a una temperatura más baja, que sea compatible con las condiciones de gelificación de la pectina usada, para evitar sobrecalentamientos prolongados del producto. En estos casos se intercala un intercambiador de calor entre el tanque y la llenadora, para esterilizar el producto si fuera necesario y para llenar a la temperatura programada (CP Kelco, 2001).

El tiempo en la bola de cocción a vacío se reduce si los ingredientes entran previamente precalentados. Cosa que es muy importante cuando se trata de frutas congeladas.

Hay que tener en cuenta, desde el momento de la adición de la disolución de pectina utilizada, pues se produciría pregelificación, con pérdida total o parcial de la gelificación de la pectina y la obtención de una confitura de textura no satisfactoria.

### **I.3.9. Defectos originados en el producto durante el proceso.**

El nº elevado de factores variables en el proceso origina errores en el producto, aunque la producción esté controlada, los factores a controlar son:

- Sólidos solubles
- Acidez libre

- pH
- % de inversión de azúcares
- Grado de gelificación
- Color, sabor, etc.

Los defectos más frecuentes se muestran en las tablas I.7 a I.12.

**Tabla I.7.** Defecto mermeladas poco firmes. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
Exceso de cocción	Hidrólisis pectina	Disminuir tiempo Preenfriamiento
Aumento de la acidez	Ruptura del sistema reticular, sangrado	Reducir o no añadir ácido
Disminución de la acidez	Perjudica la capacidad de gelificación	Aumentar ácido en la receta
Relación Azúcar/pectina↑	La pectina no tendrá el poder de gelificación suficiente	Aumentar cantidad de pectina Cambiar el tipo de pectina
Exceso de preenfriamiento	Ruptura del gel por movimientos del producto	Incrementar la temperatura en el envasado

El uso de pectinas tiene dos propósitos fundamentales:

- Crear la textura deseada
- Ligar agua.

Si el segundo no se realiza el gel se contraerá y tenderá a exudar zumo, este fenómeno se conoce como “sineresis”.

**Tabla I.8.** Defecto sinéresis. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
Exceso de azúcar invertido	Cristalización	Disminuir tratamiento térmico Preenfriamiento No tener más de 30-40% Disminuir pH
Aumentar la acidez	Ruptura del sistema reticular, sangrado	Reducir o no añadir ácido
Deficiencia de pectina↑	La pectina no tendrá el poder de gelificación suficiente	Aumentar cantidad de pectina
Exceso de agua	Concentración de azúcares bajos	Aumentar azúcar en receta

**Tabla I.9.** Defecto flotación de la fruta. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
T <sup>a</sup> de cocción y envasado	Diferencia de densidades	Disminuir T <sup>a</sup> Preenfriamiento Favorecer comienzo de gelificación
Insuficiente equilibrio del azúcar	Producto no homogéneo	Prolongar el tiempo de homogeneización de la mezcla
Desaireación insuficiente	Aire atrapado en el fruto	Aplicar vacío Usar azúcar líquida Controlar el agitado
Pectina insuficiente	Producto fluido, con mayor cantidad de aire	Incrementar la cantidad de pectina

**Tabla I.10.** Defecto cambio de color. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
Exceso de cocción	Caramelización	Disminuir t y T <sup>a</sup> Preenfriamiento
Insuficiente enfriamiento	El llenado de envases grandes en una sola operación	Disminuir T <sup>a</sup> de envasado Aumentar t de enfriamiento
Aumento del contenido en oxígeno	Procesos oxidativos	Aplicar vacío Usar azúcar líquido Controlar agitación
Contaminación con metales pesados.	Se origina oscurecimiento por presencia de Fe y Sn	Analizar materias primas Cambiar proveedores

**Tabla I.11.** Defecto cristalización. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
Exceso de cocción	Se produce mayor porcentaje de inversión	Disminuir Temperatura Preenfriamiento
Aumento de la acidez	Granulación de dextrosa	Reducir o no añadir ácido
Disminución acidez	Cristalización de sacarosa	Aumentar ácido en la receta
Tiempo prolongado en las pailas a temperaturas elevadas	Granulación de dextrosa	Preenfriar

**Tabla I.12.** Defecto alteraciones microbiológicas. (*Handbook for the fruit processing, CPKELCO, 2001*).

CAUSAS	SE ORIGINA	SOLUCIONES
Humedad en almacenamiento elevada	Condensaciones y corrosiones	Controlar condiciones ambientales HR: 80%
Contaminación anterior al cerrado	Incremento de microorganismos	Mantener condiciones higiénico-sanitarias en equipos y personal
Disminución de la acidez	pH más elevado, que favorece desarrollo microbiano	Aumentar ácido en la receta
Condiciones higiénicas de equipos deficientes	Contaminación microbiológica del producto	Aplicar programa de limpieza y desinfección.

#### **I.4. FUNDAMENTOS DEL PROCESADO Y ENVASADO ASÉPTICO.**

El tratamiento aséptico de los alimentos se ha desarrollado con altibajos desde sus inicios. Aunque tendemos a pensar que es un avance reciente, en realidad, como concepto tiene una antigüedad de más de 60 años (Schulz, H., 1999). El proceso de calentamiento- refrigeración- llenado (HCF) fue iniciado por Ball en 1923 en el American Can Research Department. El tratamiento aséptico tal como lo conocemos hoy día fue desarrollado, sin embargo, por Martin con la puesta a punto del "Dole Aseptic Process". En la década de los 60 se introdujo el concepto de envases bolsa- en -

caja (bag- in - box), esto fue seguido de envases bolsa- en -tanques (bag- in-drum). En 1976, ya existían cisternas de gran capacidad (Gavin W.W y Weddig, L.M., 1995c).

Actualmente siguen utilizándose grandes recipientes para productos a granel (pulpas, zumos, zumos concentrados, pures, purés concentrados,...) y han facilitado el funcionamiento de las plantas industriales durante todo el año con productos estacionales, como es el caso del melocotón que permite utilizar este producto fuera de campaña para la elaboración de confituras, confitería y como bases de fruta, con destino a postres lácteos, pastelería industrial,...

En Estados Unidos, otro gran avance orientado hacia los envases proporcionó un mayor impulso para el desarrollo del envasado aséptico de alimentos. Esto sucedió en enero de 1981 cuando la Food and Drug Administration (FDA) aprobó el empleo de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) como agente esterilizante para el polietileno que entraba en contacto con los alimentos. Desde ese momento el envasado aséptico ha crecido hasta alcanzar un nivel superior a los tres mil millones de envases en 1989 (Alvarruiz, A., 1989).

El procesado aséptico es un proceso HTST (High Temperature Short Time), alta temperatura corto tiempo, en el cual el producto pasa a través de un sistema calentamiento-mantenimiento-enfriamiento, con el siguiente llenado y cerrado en un envase estéril y en un ambiente también estéril. Este término incluye el sistema de procesamiento del producto y el sistema de envasado. Este proceso tiene una duración de 4 a 6 minutos, cuando el tiempo es inferior a 60 segundos, el proceso se denomina Ultra High Temperature (UHT).

El sistema aséptico básico consiste en que el producto bombeable, crudo o sin procesar se calienta, se pasteuriza o esteriliza a través de un intercambiador de calor, al mantenerlo a una temperatura determinada por una cantidad de tiempo predeterminada, luego se enfría y se pasa a la unidad llenadora para su envasado (Reuter.H. 1993a). La esterilidad comercial se mantiene a través del sistema, desde el momento en que el producto se calienta hasta la descarga en envases cerrados herméticos, zona aséptica (Reuter, H., 1993b).

Las ventajas que presenta el procesado aséptico frente al procesado tradicional (appertización) son:

- Mejora del sabor, el calentamiento tiene lugar en un intercambiador cerrado reteniendo los elementos volátiles y esencias que de otro modo se perderían en la atmósfera.
- Mejora del color, el proceso continuo reduce el tiempo de calentamiento enfriamiento reteniendo los colores naturales, retiene nutrientes, mejorando sus propiedades funcionales.
- El producto esterilizado, enfriado y envasado asépticamente, mejora la consistencia del producto. (Schulz, H., 1999).

Las etapas de operación en el procesado y envasado aséptico son (Reuter, H., 1993a):

*Limpieza cuidadosa de la línea antes de la esterilización.* El sistema de limpieza de la línea está integrado mediante un sistema Clean In Place (CIP), que consiste en tres tanques para una limpieza con agua, seguida de una limpieza caústica, una limpieza ácida, desinfección (opcional) y enjuague, conectados con la línea de procesado y envasado mediante un sistema de bombeo que asegure la velocidad de la solución (agua, solución básica y solución ácida) en el interior de los equipos y tuberías para la eliminación de los restos de alimento incrustados en las paredes de los equipos (Brand, L.M., Castell-Perez, M.E. y Matlock, M.D., 2000).

*Esterilización antes de la producción.* El sistema de procesamiento y la llenadora deben esterilizarse adecuadamente antes de la producción. Se utiliza agua caliente o vapor saturado. El tiempo de esterilización debe ser suficiente para alcanzar la esterilidad comercial dentro del sistema de procesado y envasado aséptico. El agua se calienta en el calentador del producto y se bombea más allá de la válvula de conexión con la llenadora aséptica. La esterilización de la llenadora se realiza de manera independiente a la línea de procesado. Todas las superficies en contacto con el producto, después del calentador, deben mantenerse a una temperatura igual o superior de la especificada por el periodo

de tiempo requerido, el equivalente a 30 minutos a 121°C, mínimo recomendado para la esterilización del equipo de sistemas de tratamiento aséptico de alimentos de baja acidez. Para alimentos ácidos o acidificados, una combinación más reducida: 30 minutos a 104°C es suficiente para asegurar la esterilización de la instalación. La acidificación del agua para la esterilización hasta un pH de 3 o inferior es una práctica frecuente que favorece la eficacia del ciclo (Reuter, H., 1993b). Los tanques de reserva se esterilizan con vapor saturado debido a su capacidad. Su esterilización puede hacerse por separado pero mejor hacerlo al mismo tiempo que la esterilización del otro equipo con agua caliente.

*El tiempo de esterilización o tiempo de residencia* está directamente relacionado con la velocidad de flujo de la partícula que se mueve más rápidamente a través del sistema. La partícula más rápida es una función de las características de flujo del alimento (Ramaswamy, HS., y col., 1997). El proceso tiene que estar diseñado para asegurar que el producto fluya a través del sistema a una velocidad uniforme y constante, que se logra con una bomba de desplazamiento positivo (volumétrica) (Perry, R.H., 1997).

*Calentamiento.* El producto a procesar es calentado a una temperatura específica y mantenido a dicha temperatura o por encima de ella, durante un tiempo fijo (Reuter, H., 1993a). Un calentador de producto lo calienta a la temperatura de esterilización. Existen dos categorías de calentadores en los sistemas de procesamiento aséptico, directos e indirectos (Fellows, P., 1994), en el caso del melocotón se utiliza el calentamiento indirecto utilizando intercambiadores tubulares (Schulz, R. Tetra Pak Ibería, S.A. 1999). El medio de calentamiento puede ser vapor de agua o agua caliente. En los últimos años se está introduciendo el sistema de calentamiento óhmico y por radiofrecuencia.

*El enfriamiento del producto* se realiza en los intercambiadores de calor indirectos, en este caso como medio de enfriamiento se utiliza el agua de torre de enfriamiento o agua refrigerada, cuando se desean temperaturas de enfriamiento inferiores a la temperatura ambiente. Si el calentamiento se ha realizado de forma directa hay que introducir una etapa de evaporación del agua aportada al producto durante la etapa de calentamiento.

*El envasado aséptico.* Definimos el envase como el medio de hacer llegar a los productos en general o los alimentos en particular desde el almacén, la fábrica o el lugar donde se acondicionan hasta el usuario o lugar de consumo final de forma segura y conveniente y a un coste mínimo (Reuter, H., 1993a). Existen diferentes formatos de envases: envases de cartón o brik, depósitos asépticos, envases Bag-in-box (Bolsa en caja) y los utilizados para las frutas, Bag-in-drum (bolsa en bidón), compuesta por la bolsa (complejo plástico multilaminar), la boquilla de llenado, el tapón y el contenedor de la bolsa que es una caja de cartón o un bidón. Con distintas capacidades desde 2 hasta 1000 litros.

## **I.5. LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DEL LIMÓN.**

Las características peculiares de la industrialización de los cítricos (Carpena, O., 1963) ha sido la principal causa de que se desarrollase -dentro de las industrias de productos vegetales, principalmente frutos y hortalizas- como un caso aparte de la industria conservera. Y eso debido tanto a lo relacionado con las instalaciones de elaboración que, durante mucho tiempo, junto con su tecnología fueron objeto de dedicación prácticamente exclusiva a los agrios, como en lo relativo a los canales y mercados de comercialización, la mayoría de las veces completamente distintos. La necesidad de aplicar equipos específicos de elaboración de Citrus –extractores de aceite esencial y de jugos, pasteurizadores, concentradores, etc.- costosos y sin práctica aplicación por las fábricas de conservas tradicionales y las distintas finalidades de acabados como zumos y concentrados, esencias, destinados a la confección de bebidas no alcohólicas, concretaban estas diferencias.

La industria de elaboración de derivados de los frutos cítricos en España tiene sus orígenes con dos fines muy concretos: de una parte, la fabricación de zumos de naranja y, por otro lado, la preparación de materias primas procedentes de la naranja amarga para elaboración de “marmalade” o confitura. En su origen la mayor parte de estos productos semielaborados se destinaban a la exportación a países de centro y norte de Europa y al Reino Unido respectivamente. Estas dos actividades, que tienen sus inicios en las Región de Valencia y en la de Andalucía -Sevilla, concretamente- por sus

peculiares características de zonas productoras, nacen con identidad propia, al margen de las fábricas de conservas vegetales que ya gozaban de una tradición, asentadas en diversas regiones de España y especialmente Murcia.

La notable evolución que se produce, a partir del final de la década de los sesenta en la industria española de conservas vegetales, comienza a cambiar esta situación (Carpena, O. y Laencina, J., 1971). La aparición y desarrollo de nuevos productos tales como los segmentos de frutas cítricas, pelados y enlatados, y una amplia gama de zumos y derivados, envasados para consumo al por menor, se abordaban indistintamente por factorías de uno y otro sector, desdibujando esas diferenciaciones de las industrias, si bien algunas continuasen especialmente centradas en sus peculiares fabricaciones conserveras o de los frutos cítricos o agrios como se les llama en la industria.

La fruta de limón es transformada en la industria principalmente con el objetivo de la obtención de zumos, concentrados, pulpas y aceites esenciales. En la actualidad estas fracciones se utilizan en productos de alimentación, entre los que se encuentran desde bebidas con muy variada composición, hasta productos de bollería o helados, en los que además se utilizan partes de pulpa o corteza. Así en la industria de productos acabados es conocida la bondad del limón en los procesos de transformación, debido a su resistencia térmica, la baja aparición de sabores extraños, y por el contrario su aporte de notas sensoriales de frescura. Desde el punto de vista mecánico estas fracciones aportan un aumento de la consistencia del producto y de su capacidad de hidratación.

Existe una extensa bibliografía dedicada a la ciencia y tecnología de los frutos cítricos, pero nos parece oportuno aquí destacar el tratado de Nagy, S., et al. (1977), que en dos volúmenes aborda la amplia temática de esta industria en el mundo desde sus distintas facetas; los capítulos dedicados al procesamiento y a los derivados industriales resultan bastante informativos para el principiante como para el experto por la gran aportación de datos que incluyen.

### **I.5.1. Situación de la producción de limón.**

La producción española de limón ha sufrido un desarrollo considerable a lo largo de los últimos tiempos. En efecto de cien mil toneladas de fruta en que valoraba la cosecha a finales de los años sesenta, en la segunda mitad de la siguiente década se alcanzaron las trescientas mil toneladas y ya, a principios de los ochenta, se llegó a superar las quinientas mil toneladas de limón. Actualmente se sobrepasan las setecientas mil toneladas y se estima que en campañas productivas se alcanzarían cifras próximas al millón de toneladas métricas. La región del Sureste es el principal productor de limón español, suministrando solamente las provincias de Murcia y Alicante más del setenta y cinco por ciento del total nacional. En nuestro país los frutos en fresco tienen un importante mercado interior y de exportación.

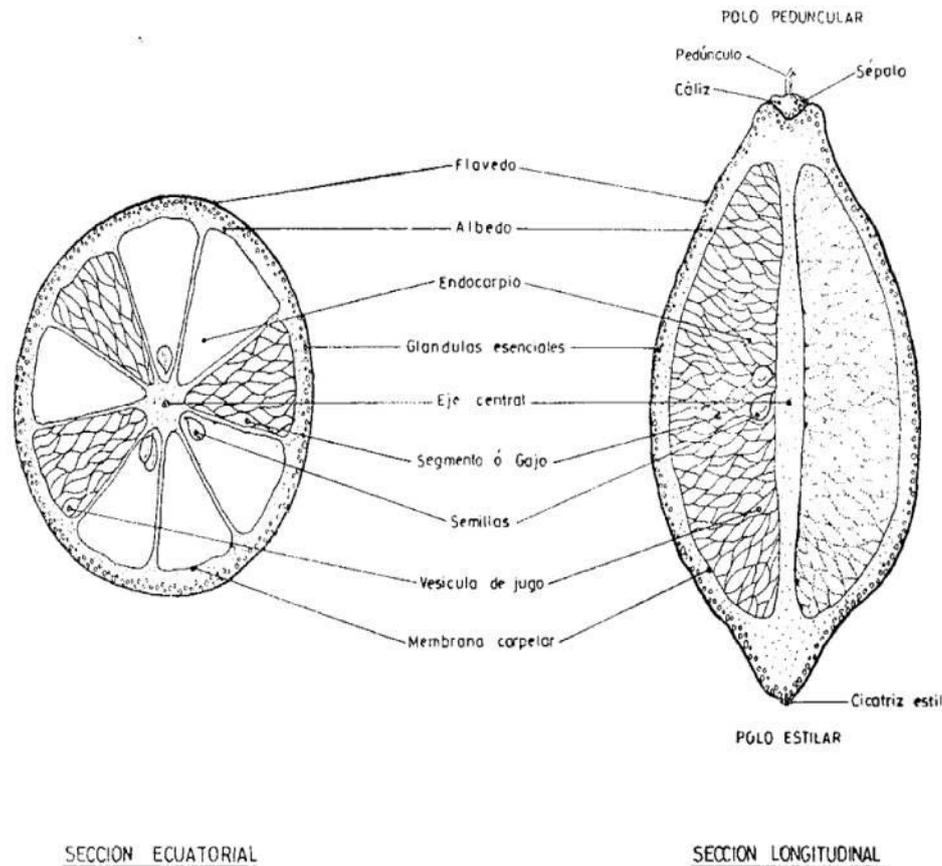
La variedad Verna supone el treinta por ciento del limón total producido debido a sus magníficas condiciones de resistencia para la comercialización en fresco. Su ciclo de maduración abarca desde el mes de febrero a finales de julio. Por su piel gruesa y rugosa, así como tamaño y forma irregular en los primeros años de producción de las plantaciones es causa de elevados porcentajes de destríos. Tiene un bajo contenido de aceite esencial.

El limón Fino, así llamado por su piel suave y tersa, es de forma esférica, ligeramente ovalada con pezón pequeño. Se recolecta entre los meses de octubre y febrero y su producción ha aumentado sensiblemente, constituyendo la principal variedad cultivada en España; es interesante su contenido en aceite esencial y su jugo es de gran calidad. En nuestro país apenas se cultivan otras variedades de limón cuya producción cuantitativa no es significativa.

### **I.5.2. Características morfológicas del limón.**

Si observamos el corte esquemático de un limón podemos apreciar la compleja estructura de estos frutos (Figura I.8.). La corteza o piel está formada por una delgada capa exterior llamada epicarpio y el mesocarpio, unidos directamente. En el epicarpio distinguimos la epidermis -constituida por membranas fuertemente cutinizadas, recubiertas de sustancias ceras, y perforadas por numerosos estomas- y la hipodermis –

fina zona de células parenquimatosas que contienen los plastidios cromatóforos, verdes en los frutos sin desarrollar (cloroplastos) y principalmente amarillos (cromoplastos) en el fruto maduro; aquí es donde se inician los haces libero-leñosos que penetran hacia el interior del fruto-.



**Figura I. 8.** Corte esquemático del limón.

El mesocarpio se divide en externo e interno. El límite del mesocarpio externo, que junto con el epicarpio constituye el flavedo, se confunde con la hipodermis y contiene numerosas glándulas oleíferas y plastidios cromatóforos. Estas cavidades, situadas a distintas profundidades de forma irregular contiene el aceite esencial. Debajo del flavedo se localiza el mesocarpio interno o albedo: parte blanca esponjosa, compuesta de células parenquimatosas irregulares en tamaño y forma, con grandes espacios intercelulares.

El endocarpio es la parte interior del fruto, también llamada genéricamente pulpa comestible, consistente en segmentos (carpelos o gajos) distribuidos alrededor del corazón o eje central formado por un tejido similar al del albedo. Cada uno de estos segmentos, envuelto por una delgada membrana de tejido epidérmico, contiene en su interior perfectamente acopladas numerosas vesículas o sacos multicelulares, de pared muy sutil y con forma de huso, así como las semillas. El jugo es el líquido contenido en las vesículas y se obtiene al exprimir el fruto, arrastrando fragmentos de tejidos y pulpa, de los que separa por tamizado.

Una idea aproximada de la relación cuantitativa entre las distintas partes componentes del limón y de su contenido en sólidos aparecen en la Tabla I.13.

**Tabla I. 13.** Componentes del limón. *Fuente: Laencina, J. et al (1971).*

<b>Limón</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Sólidos totales %</b>
Fruto entero	100	12
Flavedo	10	16-17
Albedo	20-40	15-20
Jugo	30-35	6-11
Tejidos y pulpa	25-30	10-12
Semillas	0,5-1,5	30-40

### **I.5.3. Composición química del limón.**

En el fruto los constituyentes químicos y los sistemas enzimáticos se localizan irregularmente en las diversas porciones (Kefford, J.F., 1959; Kefford, J.F., *et al.*, 1970 y Di Giacomo, A. y Calvarano, M., 1972). En células y tejidos del fruto desarrollan sus funciones fisiológicas y bioquímicas sin interferencias ni reacciones extrañas de unos con otros. Sin embargo, al industrializarse el fruto algunos de éstos son mezclados dando lugar a cambios en el color, aroma y sabor de los productos obtenidos.

Todos los constituyentes son el resultado de múltiples influencias combinadas que dependen de infinidad de factores de muy diversos tipos, produciendo una amplia variación en los datos cuantitativos. Entre estos elementos son fundamentales los de tipo genético y ambiental, que influyen poderosamente en el desarrollo de los frutos.

Los frutos cítricos o agrios se clasifican, en general, como frutos ácidos por la relevancia de la acidez de los jugos, debido al importante contenido de ácido cítrico – llega a suponer hasta un sesenta por ciento del total de ácidos orgánicos (ácido málico y cantidades trazas de tartárico, benzoico, succínico oxálico y fórmico)- en la parte comestible, presentes como ácidos libres y/o combinados. Especialmente el alto contenido de ácido cítrico es característico del limón (5,5 a 8,0 g/100 mL) que supone la casi totalidad de los sólidos solubles. La mayor parte de los ácidos se encuentran como ácidos libres y el resto en forma de sales principalmente de potasio. La fuerte concentración de ácidos libres respecto de sus sales en el limón es la causa de su bajo poder tampón, siendo el pH en el jugo de los frutos maduros próximo a 2,2.

Los azúcares presentes en el limón son principalmente glucosa, fructosa y en menor cantidad sacarosa, debido a su hidrólisis en el medio ácido; hay por tanto un predominio de azúcares reductores (monosacáridos) frente a los no reductores (disacáridos). Algunos azúcares se hallan formando glucósidos con agluconas en los flavonoides.

Entre los polisacáridos destacan las sustancias pécticas, que se encuentran principalmente en la corteza. Son materiales de construcción de las paredes celulares y realizan importantes funciones fisiológicas y del metabolismo del fruto; por su carácter coloidal retienen grandes cantidades de agua. La pectina es la formadora de la turbidez del jugo del limón, pero fundamentalmente se localiza en la corteza, alcanzando un contenido del 20-30% sobre la base de materia seca.

En las semillas secas de limón se ha determinado del 30 al 50% de aceite con una composición lipídica similar al de semilla de algodón.

Tanto en la corteza como en el jugo del limón se encuentran cantidades apreciables de ácido ascórbico o vitamina C, acompañado de menores cantidades de ácido fólico, inositol, tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>) y niacina. El contenido de vitamina C es superior en el flavedo que en el resto de las demás partes del fruto. En el zumo de frutos maduros el contenido de ácido ascórbico supera los 50 mg por 100 mL.

El color de la piel del limón se debe a pigmentos presentes principalmente en células del flavedo formando pequeñas estructuras llamadas plastidios o cromoplastos. En el fruto verde coexisten clorofilas a y b y carotenoides; a medida que el fruto madura

desaparecen las clorofilas quedando de manifiesto el color amarillo debido a la xantofilas. El color del zumo es a causa de las xantofilas principalmente, que se encuentran en los sacos o celdillas del endocarpio.

El contenido de nitrógeno en el fruto varía entre 0,1 y 0,2 por ciento sobre base húmeda. Los compuestos nitrogenados son proteínas, péptidos, aminoácidos, fosfátidos y otras sustancias relacionadas. En conjunto suponen del 5 al 10 por ciento del peso seco. Los aminoácidos interaccionan con hidratos de carbono de carácter reductor dando lugar a pardeamientos del zumo de limón y formación de off-flavors que alteran al zumo.

Dentro de la variada presencia de enzimas endógenos presentes en el limón, la actividad pectinmetilesterasa (PME) ha sido objeto de la mayor atención debido a su importancia tecnológica. La PME, naturalmente presente en el jugo, hidroliza los esteres metílicos de los grupos carboxílicos de las pectinas, desestabilizando la nube o turbidez del zumo y agente principal de la gelificación más acusada en los zumos concentrados.

Los aceites esenciales de la corteza y los constituyentes volátiles presentes en el jugo y pulpa de limón son los componentes responsables del aroma; ambos tienen composiciones diferentes de una gran variedad de productos químicos, en parte de naturaleza terpénica o derivada; sobre el sesenta por ciento del aceite esencial de limón corresponde al hidrocarburo monoterpénico *d* limoneno, pero la mayor contribución al aroma de limón se debe a constituyentes minoritarios como aldehídos, esteres y alcoholes, siendo los isómeros *a* y *b* del citral los más significativos (Stanley, W.L., 1958; Laencina, J., 1970 y Di Giacomo, A., 1994). Más de un centenar de compuestos han sido identificados en el aroma del jugo de limón y en el aceite esencial extraído de la corteza. Tienen una gran relevancia desde el punto de vista de la valoración sensorial y de su aprovechamiento industrial, por lo que han sido objeto de innumerables investigaciones.

Los flavonoides son compuestos polifenólicos que se encuentran repartidos en las diferentes partes del fruto y en mayor cantidad en la corteza., en forma de glucósidos con moléculas de azúcares; tienen un elevado valor biológico. La hesperidina, descubierta en 1828, es muy significativa en la naranja y el limón, pero en este último se localizan otros compuestos interesantes en menor proporción como el eriodictiol.

Entre los constituyentes minerales se resalta el potasio- 60-70 por ciento del contenido de iones totales-, seguido del calcio y en menores cantidades sodio y magnesio con azufre, cloro, fósforo y hierro, principalmente.

Existe un amplia bibliografía sobre la composición de los frutos cítricos en general y refiriéndonos en concreto al limón podemos destacar el tratado de Sinclair (1994) titulado *The Lemon Fruit*, publicado por la Universidad de California (USA).

#### **I.5.4. Aspectos dietéticos y farmacológicos.**

Es obvio que el interés y aceptación de los frutos cítricos, en general, se basa en el papel que ocupa su valor nutritivo en la dieta humana, así como por la apetecibilidad debida a su sabor y aroma, junto con otras características de tipo estético como son su color y textura. Principalmente son una fuente primaria de nuestros requerimientos diarios de vitamina C, y este el origen de la usual incorporación a la dieta de los países desarrollados, unida a una dosis suplementaria de gran valor nutritivo y funcional por su contenido en aminoácidos, elementos minerales, bioflavonoides de elevado valor biológico

Las aplicaciones culinarias del limón son innumerables, destacando su papel como acidulante y por sus características aromáticas y saborizante. Podríamos considerarlo como uno de los principales condimentos. Por otro lado, desde un mero ingrediente en formulaciones diversas, en las que resulta un componente imprescindible, hasta productos donde supone el principal integrante en infinidad de elaborados de bebidas, helados, productos de confitería, licores, etc. Entre los frutos del género *Citrus*, el limón es indudablemente el más omnipresente en las diferentes áreas de aplicación, a sí que ha sido llamado “the fruit of many uses” (Swisher H.E et al., 1977).

Desde los albores de la historia de la medicina se encuentran referencias de la aplicación del limón en el *Arte de Curar*: Plinio, Teofrasto e Hipócrates lo usaban como “antiveneno, limpiador de la sangre y antitóxico”. Virgilio en las *Geórgicas* alaba los maravillosos efectos curativos y Galeno tiene una marcada afición a tratar a sus pacientes con zumo de limón. La civilización árabe, que extendió por todo el Mediterráneo el cultivo de los cítricos, resalta las propiedades dietéticas y curativas del

limón; Damasceno y Avicena, conocidos por sus conocimientos médicos, son ejemplos de la aplicación del limón.

Es significativo el papel de limón en el descubrimiento de la vitamina C y de los flavonoides. Ya en el siglo XVI el almirante inglés Hawkins reconoce las propiedades curativas frente al escorbuto, que diezma las tripulaciones embarcadas en largas travesías carentes de vegetales frescos y más tarde, en el siglo XVIII, el célebre James Cook, fue elegido miembro de la Royal Society, obteniendo la Medalla de esta Asociación Científica, no en reconocimiento a sus viajes de exploración alrededor del mundo, sino por el “descubrimiento” del zumo de limón como remedio de curación y prevención del escorbuto. Más recientemente (1936) el premio Nobel Szent-Gyorgyi encuentra que en el jugo de limón la “citrina” es una mezcla de glucósidos de flavonoides –hesperidina, anteriormente identificada por Lebreton en 1828 y eriodictiol, principalmente, que propone el nombre de “vitamina P” por su actividad en la protección de la permeabilidad capilar sanguínea; su carácter de vitamina fue desechado posteriormente, pero no sus efectos y sus propiedades farmacológicas que han sido demostradas en innumerables estudios y aplicaciones-. Como otros cítricos dentro del contenido mineral destaca el potasio cuyo metabolismo es tan significativo para el organismo humano. La pectina, como fibra natural presente en el limón cumple, una función nutricional significativa además de sus propiedades saludables. Este polisacárido es aplicado en casos de diarreas inespecíficas y tiene efectos inmunoregulatorios en el intestino; se ha demostrado que hace descender el nivel de colesterol en la sangre. Más recientemente se viene destacando la capacidad de bloquear células cancerígenas e incluso microorganismos patógenos para el hombre y el poder antioxidante de distintos principios repartidos por las diversas fracciones del fruto (Nogata, Y. *et al.*, 1996 y Ortega, 2000).

En Kefford, J.F., (1973) y Araujo, P.E (1977) se encuentran revisiones del papel que ocupan los frutos cítricos en la nutrición humana, detallando la actividad biológica de sus componentes principales.

La fruta de limón es transformada en la industria principalmente con el objetivo de la obtención de zumos, concentrados, pulpas y aceites esenciales. En la actualidad estas fracciones se utilizan en productos de alimentación, entre los que se encuentran desde bebidas con muy variada composición, hasta productos de bollería o helados, en

los que además se utilizan partes de pulpa o corteza. Así en la industria de productos acabados es conocida la bondad del limón en los procesos de transformación, debido a su resistencia térmica, la baja aparición de sabores extraños, y por el contrario su aporte de notas sensoriales de frescura. Desde el punto de vista mecánico estas fracciones aportan un aumento de la consistencia del producto y de su capacidad de hidratación.

#### **I.5.5. Industrialización del limón.**

Aunque podemos considerar que la utilización de derivados cítricos se remonta a tiempos muy primitivos con la preparación por curanderos y alquimistas de extractos de hojas, flores y frutos, es en 1776 cuando encontramos el primer documento que describe la extracción del aceite esencial de limón en Sicilia, que se puede considerar es la cuna de esta industria. Un siglo más tarde se tienen referencias de la preparación de otros derivados del limón, como ácido cítrico y cortezas. La industria siciliana experimenta a partir de entonces un gran desarrollo y se sitúa a la cabeza del mercado mundial de elaborados de limón, hasta que hacia 1930 se inicia el desarrollo de las zumos cítricos en Estados Unidos de América, especialmente en California; esta última alcanza la supremacía en la industrialización del limón seguida por Italia, Argentina y España.

La aparición de la transformación industrial del limón en la región murciana inicia su desarrollo industrial por los años cuarenta en incipientes factorías que comienzan con la principal finalidad de extraer el aceite esencial y, a veces, el ácido cítrico del zumo y cortezas secas (Laencina, J. y Carpena, M., 1974). El auge comercial del fruto en fresco, comercializado principalmente en los países europeos, potenció el desarrollo el cultivo de limón, cuya producción se ha visto multiplicada casi por veinte en nuestros días y la disponibilidad de materia prima se proyectó en este periodo con el crecimiento de las industrias hacia un aprovechamiento más integral de los subproductos derivados del limón, diversificando los elaborados en una amplia gama de elaborados (Laencina, J., 1983) y mejorando la utilización industrial de los frutos, para minimizar costos a la vez que ampliar la gama de productos derivados.

El principio básico en el planteamiento ideal de la industria de productos cítricos es la completa utilización de todo el fruto, aunque no todas las factorías alcanzan a

abarcarlo en su totalidad y, en algunos casos, este aprovechamiento se completa en industrias especializadas.

En España el limón prácticamente se elabora en la región de Murcia, donde pequeñas factorías que comenzaron con la sola finalidad de recuperar la esencia y, en algunos casos preparar citratos y ácido cítrico del zumo, han evolucionado hasta modernizarse con maquinaria y tecnología capaz de producir otros derivados, constituyendo en principal núcleo de transformación industrial de limón. El suministro de materia prima lo constituye en primer lugar los descartes de selección de limón en fresco para la comercialización en mercados nacionales y extranjeros, si bien en campañas de producciones elevadas o con dificultades en la comercialización de los frutos frescos aumentan los porcentajes de fruta industrializada.

#### **I.5.6. Productos derivados del limón.**

Un detallado esquema de la transformación industrial del limón se recoge en la Figura I.9., donde se detallan algunos procesos de peculiaridades específicas, aplicados a estos frutos dentro de los generales empleados en la industria de los cítricos.



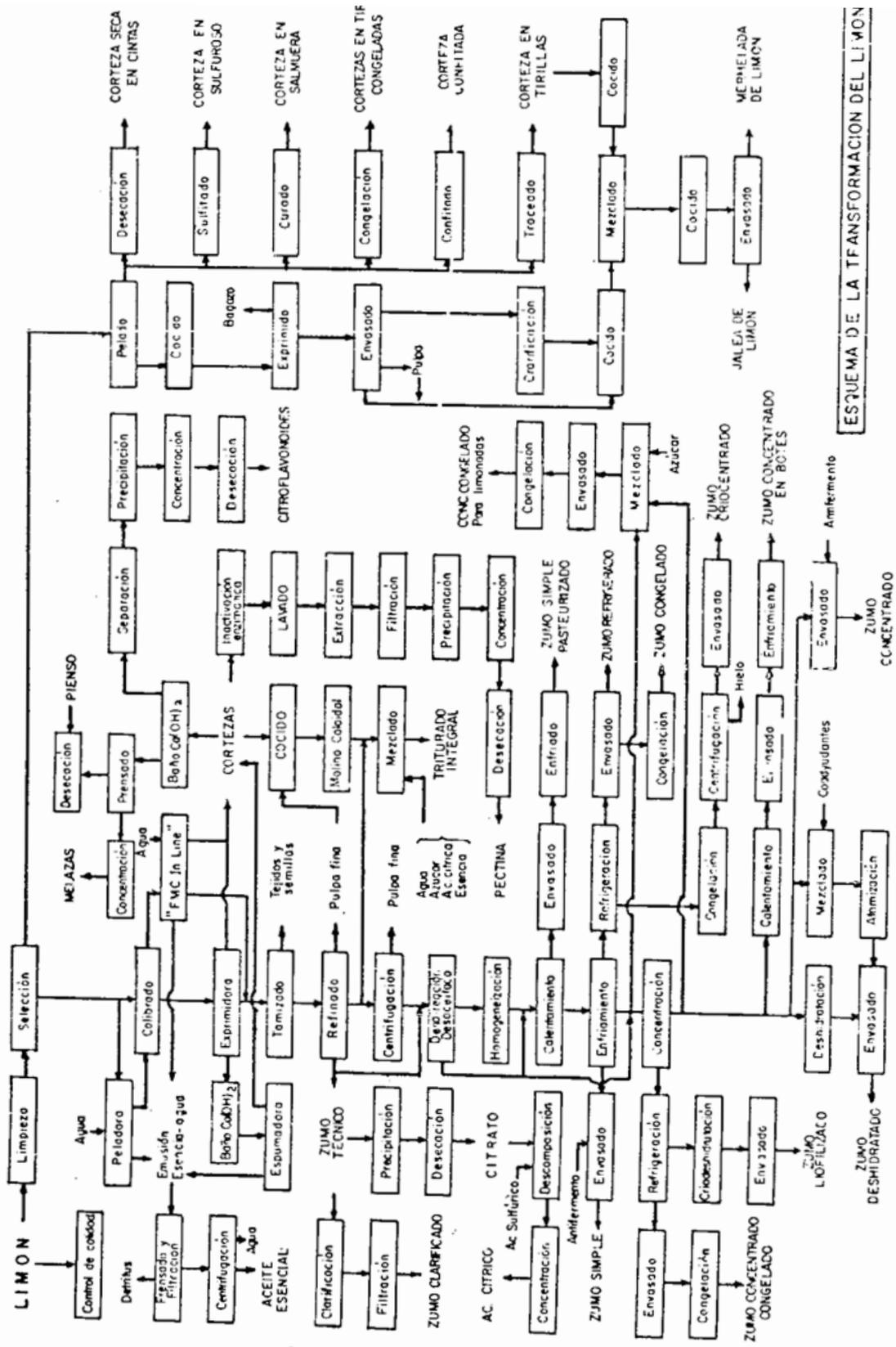


Figura I. 9. Elaboración industrial del limón.

Entre los diversos tratados científico-tecnológicos dedicados a la industria de los cítricos encontramos en primer lugar el conocido libro de Braverman, J.B.S., (1949), bajo el título *Citrus Products*, y que a pesar de antigüedad constituye un texto completamente válido en todo su contenido, si bien falto de los nuevos desarrollos que, especialmente en los últimos treinta años, ha llevado a esta tecnología a su estado más avanzado, incorporando nuevas tecnologías como los procesos de membrana, tratamientos de resinas, entre otros, aplicación de enzimas y desarrollo de técnicas analíticas instrumentales avanzadas que han permitido mejorar la calidad de los elaborados y ampliar la gama de productos.

En 1962 el Agricultural Research Service edita *Agriculture Handbook No. 98* dedicado a la transformación de los cítricos, basándose en la potente industria estadounidense ya muy floreciente en los estados de California y Florida (USA). La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) publica una revisión sobre esta industria (Berk, Z., 1962).

En Italia, con una industria preponderante en la elaboración del limón, se pueden encontrar infinidad de publicaciones. La Stazione Experimentale de Reggio Calabria, en su tradicional *Revista Essenze e Derivati Agrumari*, dedica una gran atención a la industria de los cítricos y sus elaborados; el Prof. Di Giacomo, Director de la Stazione, tiene diversas publicaciones sobre la industria de los cítricos (1971). Por otro lado, es muy conocido el texto del Profesor Safina, G., (1971) de la Universidad de Palermo, cuya versión castellana ha sido publicada en México.

Por lo que respecta a España, Viguera, J.M., y Royo, J (1953) y Royo, J., (1977) presentan una revisión del desarrollo y evolución de la elaboración de productos cítricos en nuestro país, señalando que las factorías de Murcia son las que procesan gran parte del limón.

Los productos obtenidos de los frutos cítricos en general se dividen en dos grupos, los elaborados tales como jugos y sus derivados, segmentos enlatados..., que se obtienen de la pulpa comestible, y los denominados genéricamente como subproductos que proceden principalmente de la corteza (flavedo y/o albedo) y pulpas que usualmente se obtienen después de que se ha extraído el jugo (Hendrickson, R., y Kesterson, J.W., 1965; Smith, E.H.G., *et al.*, 1960).

*Jugos.*- Constituyen el producto más importante y puede ser elaborado de muy diversas formas y presentaciones. En el caso de los otros cítricos la tendencia principal se centra en los jugos bebibles, pero este no es el caso del jugo de limón, que debido a su alta acidez se dedica mayoritariamente a la elaboración de diversas bebidas refrescantes y otros productos e, incluso, se aplica como acidulante natural en muchos campos alimenticios.

Los jugos de frutas cítricas tradicionalmente se encuadran dentro de los zumos turbios y, aunque esta constituye su presentación tradicional, en la actualidad se elabora en forma de jugo clarificado con la utilización de enzimas pectolíticas y filtros abrillantadores, más recientemente con el concurso de la filtración tangencial. Las operaciones más comunes de tratamiento de los zumos son exprimido, refinado o separación de pulpas mediante finishers y centrífugas automáticas, desaireación y pasterización a 95°C durante 30 segundos.

La desaireación trata de eliminar el oxígeno absorbido durante el procesado, responsable de la oxidación del ácido ascórbico, pero en el caso del jugo de limón esta operación trata además de eliminar los aceites esenciales procedentes de la corteza y que son transportados en el exprimido; a esta técnica se le conoce como desaceitado (Swisher, H.E. y Higby, W.K., 1961). La pasteurización se realiza a una temperatura de 95°C durante 30 segundos y tiene como objetivo principal la inactivación del enzima pectimetilesterasa, para mantener la turbidez del zumo.

En el caso de los zumos clarificados se emplean enzimas comerciales, filtrando el zumo del precipitado a través de filtros tradicionales con el recurso de ayuda filtros, e incluso se aplican filtros tangenciales a nivel de microfiltración. Los zumos así obtenidos, denominados simples por mantener la concentración de solutos solubles natural, se pueden destinar a envasado o a un proceso de concentración a vacío para producir los zumos concentrados. El grado de concentración puede variar según requerimientos, pero el más usual suele ser el cinco veces concentrado (5:1). En el caso de los concentrados de limón es muy usual referirse al contenido de ácido cítrico por litro de concentrado (g/L). Los jugos de limón deben conservarse en cámaras frigoríficas, más en concreto de congelación para enlentecer el proceso de alteración de la reacción de Maillard, con el consiguiente pardeamiento.

La elaboración de citrato cálcico y de ácido cítrico, una de las elaboraciones que dio origen a esta industria del limón hace años que no se práctica al haber sido desplazada por procesos de fermentación. Como el jugo de limón directo no se suele consumir como jugo bebible directamente, los elaborados más usuales son los jugos concentrados congelados enlatados en Estados Unidos y menores cantidades de jugo simple se embotellan, en ambos casos para diluir y endulzar en la preparación de limonadas domésticas y en otros casos para uso en cocina.

*Aceites esenciales y aromas.*- Aunque se obtienen aceites esenciales de frutos cítricos por métodos de destilación, las técnicas más generalizadas son las denominadas de extracción por presión o en frío (*cold pressed*) es decir métodos mecánicos-, dada la termolabilidad de los componentes de estas esencias.

Diferentes equipos se ha desarrollado para separar los constituyentes volátiles del epicarpio de la corteza, basándose en diversos principios de laceración o raspado y arrastre por agua para por centrifugación aislar la esencia del agua (Laencina, J. 1970, Kesterson, J.W., *et al.*, 1971)). Además de este aceite esencial se preparan aceites destilados, conocidos como Peratoner, por destilación por arrastre con vapor de agua y a vacío, con características organolépticas totalmente diferentes y de menor valor comercial. Por rectificación a vacío de los aceites esenciales se elimina parte de los terpenos y se obtienen los aceites esenciales concentrados en constituyentes oxigenados más aromáticos y por extracción con disolventes se preparan desterpenados y desesquiterpenados como los conocidos como solubles muy utilizados en la aromatización de bebidas refrescantes.

La extracción directa mediante destilación junto con etanol produce alcoholatos que unen junto a su elevada fragancia su mayor solubilidad en agua y su estabilidad frente a la oxidación. De otras partes del limonero se obtienen aceites esenciales particulares por; neroli a partir de flores y petit grain de hojas, tallos frescos y pequeños frutos. Estos últimos se aplican en perfumería y cosmética, así como el aceite esencial del fruto. Durante la concentración del zumo se recuperan esencias o aromas acuosos y aceites esenciales que son transportados en el zumo en el proceso de extracción.

*Pulpas.*- Se separan en la refinación del jugo como pulpa gruesa y pulpa fina. La demanda de las celdas o vesículas del jugo se ha instaurado para enriquecer los zumos bebibles con alto contenido de pulpa por su apetecibilidad y la sensación de naturalidad que aporta. Con este objetivo se llegan a elaborar celdas intactas y completas conteniendo su zumo original que alcanza precios interesantes.

*Cortezas.*- Cortezas en cintas desecadas han sido objeto de un producto de gran interés en el caso del limón como en la naranja. Se preparan completas o después de la extracción del aceite esencial y su aplicación principal son muy diversos elaborados alimentarios, confitería y licores principalmente.

Las cortezas en salmuera y con conservantes también se manufacturan desde los primeros tiempos de esta industria en nuestro país. Por su carácter artesanal, que requiere gran cantidad de mano de obra, ha disminuido su fabricación prácticamente hasta casi extinguirse en nuestra región. No obstante, elaborados de la corteza han supuesto nuevos desarrollos bajo distintas formas: tirillas, dados, tiras de corteza de limón, conservadas por congelación se destinan a variados elaborados, entre los más conocidos los productos escarchados y confituras. La más reciente de estas preparaciones son los cascos de la fruta entera, vacía de su interior, para ser rellena de helado, donde el limón es el fruto más extendido.

La aplicación más recurrente para las cáscaras de los cítricos pelletizada es la alimentación animal. Aunque considerada de poco interés desde el punto de vista nutricional por prácticamente nulos contenidos en proteínas y lípidos, calcio y fósforo, recientemente, y ante el aumento de los precios de ingredientes tradicionales para la fabricación de los piensos, se ha actualizado su demanda en las últimas campañas; pero se ha de tener en cuenta que, en el caso de las industrias murcianas, ya existen instalaciones de secado artificial y que la oferta de producto en fresco presenta problemas de manejo, conservación e incluso medioambientales. A este respecto el sector tiene pendiente el desafío de abordar la elaboración de pectinas. A partir de la corteza mediante tratamiento enzimático se elaboran turbioestables que se aplican como enturbiantes naturales en la fabricación de bebidas refrescantes.

No es usual la preparación de melazas con azúcares fermentables, muy utilizadas para pienso, aunque también tiene un uso potencial en la preparación de levaduras, ácido láctico, vinagre de citrus, ácido cítrico y otros productos como alcohol. La producción de metano para su aplicación como combustible es aplicada en algunas ocasiones.

*Conminuted.*- También conocidos como triturados integrales, aunque son unos elaborados indefinidos en cuanto a las proporciones en que las diferentes partes de fruto, jugos, pulpas y cortezas principalmente, entran a formar parte de los mismos. Son pastas, de mayor o menor fluidez, que se presentan siempre como semielaborados y se emplean en preparación de bases, para bebidas no alcohólicas como limonadas y bebidas refrescantes de bajo contenido en zumo, y como pastas más formuladas para productos horneados, helados... (Agricultural Research Service, 1962). De limón se prepara jaleas que son muy consumidas en países sajones.

*Pectinas.*- La recuperación de la pectina de la corteza (3% sobre materia fresca) constituye un proceso complicado y costoso. Las operaciones principales preparación de la piel (extracción de azúcares solubles, glucósidos amargos e inactivación enzimática, con abundantes cantidades de agua) y secado para su almacenamiento y tratamiento posterior, conversión de la protopectina en pectina soluble por hidrólisis ácida controlada y sucesivas y tediosas operaciones de precipitación, purificación y filtración para su posterior secado final. Aunque surgieron en España distintas instalaciones de secado de corteza, e incluso como tratamientos previos a la elaboración de pectina, este producto no ha llegado a constituir una realidad, a pesar de disponer de cantidades de corteza de limón que hubiesen justificado este proceso, tal vez debido a la complejidad del mercado internacional de las sustancias pécticas.

*Acido cítrico.*- Por su acidez natural el limón ha sido utilizado en nuestro país para la fabricación de citrato cálcico y ácido cítrico, que se obtiene por el método de Scheele. Hoy día este producto ha sido desplazado por el método de fermentación a partir de

melazas azucaradas y por la mayor demanda de zumos que se aplican como acidulante natural en muy variados productos.

*Citroflavonoides.*- Los flavonoides, entre los que destaca la hesperidina, son de interés tecnológico y económico porque tienen propiedades terapéuticas en el tratamiento de la fragilidad capilar. Se encuentran principalmente en la corteza y en las membranas carpelares y también en los jugos (Geissman, T.A., 1962; Harborne, J.B., 1967; Kunkar, A. y Bellomo, A. 1970).

“Lemon bioflavonoids complex” constituye un producto comercial ampliamente extendido; en su composición cuantitativa la hesperidina es el principal componente, pero tiene especial interés por la presencia de diosmina, glucósido flavonoideo (Horowitz, R.M., 1956) por su especial valor biológico. La hesperidina, eriocitrina y diosmina son los citroflavonoides más abundantes en la corteza de limón (Kefford. J.F y Chandler, B.V. 1970). Otra preparación comercial “Calcium flavonate glycoside, Lemon” presenta actividad como el eriodictiol, aglucón.

En los años setenta surgió en Murcia una industria dedicada a la obtención de diversas preparaciones flavonoideas, destacando la preparación de hesperidina de alta pureza y de diversos complejos de flavonoides de corteza de limón. La competencia de China ha reducido sensiblemente esta producción, habiendo evolucionado parte de esta industria hacia el sector de ingredientes naturales con carácter nutracéutico.

## **I.6. EL MELOCOTÓN.**

El melocotonero es originario de China, donde las referencias de su cultivo se remontan a 3000 años. Desde China fueron introducidos en Persia (actual Irán) a través de diversas rutas comerciales abiertas entre montañas. Hacia el año 330 a.c. los melocotoneros llegaron a Grecia, desde donde su cultivo se extendió por toda Europa. En el siglo XX se constata que el melocotonero aparece ya como cultivo en expansión. A principios del siglo XX se empezaron a seleccionar genotipos de melocotonero a partir de poblaciones procedentes de semilla y se fijaron por medio de injerto. El fruto es una drupa de gran tamaño con una

epidermis delgada, un mesocarpio carnoso y endocarpio de hueso que contiene la semilla. La aparición de huesos partidos es un carácter varietal. Existen dos grupos de melocotones según el tipo de fruto; los de pulpa blanda y sin adherencia al endocarpio, con destino a comercializar en fresco, y los de pulpa dura y fuertemente adherida, con destino en fresco e industria. En cuanto a las nectarinas son frutales derivados por mutación de los melocotoneros comunes. El fruto es una drupa (pericarpio membranoso, mesocarpio pulposo, endocarpio leñoso), de forma más o menos globosa con una línea de sutura y una cavidad alrededor del pedúnculo. Su piel es lisa, de coloración atrayente, pulpa muy sabrosa y el hueso no está adherido a la pulpa (Iglesias, I. y col, 2005).

Habitualmente los índices de calidad utilizados para determinar la fecha óptima de recolección en melocotones y nectarinas son: el calibre, el color de la piel, la firmeza de la pulpa, el contenido en sólidos solubles (CSS) y la acidez titulable (AT). La acidez del melocotón está controlada por varios factores tales como la variedad, las condiciones climáticas, la posición del fruto en la copa, la carga de cosecha, el estado de madurez (Crisosto y col., 1997) y el patrón de donde provengan (Infante, R. y col, 2009).

Diversos estudios realizados con melocotones, han asociado una mayor calidad del melocotón, y consecuentemente una superior aceptación sensorial por parte del consumidor, con un mayor CSS (Parker y col., 1991; Mitchell y col., 1990). Algunas de las nuevas variedades semi-precoces proporcionan valores superiores a los 13 °Brix y en algunos casos se superan los 16 °Brix (Hilaire y Mathieu, 2004). Es por ello que con el objetivo de incrementar el consumo se recomiendan valores de CSS >10°Brix y de firmeza <49 N (para variedades de recolección a partir de principios de julio), para no penalizar la calidad gustativa y satisfacer al consumidor (Hilaire y Giaucque, 1994; Hilaire y col., 2000). En cuanto a la relación de contenido en sólidos solubles-acidez titulable (CSS:AT), una opinión general es que cuanto más alta sea la relación CSS:AT mayor será la aceptación del consumidor. Sin embargo, la misma relación CSS:AT se puede alcanzar con un CSS alto o un CSS bajo pero con una AT más baja. Así, AT baja puede compensar un CSS bajo obteniéndose la misma CSS:TA.

En la fruta, el aroma es una compleja mezcla de un gran número de compuestos volátiles cuya composición es específica de cada especie y variedad (Sanz y col., 1997). La formación de estos compuestos es un proceso dinámico, ya que su biosíntesis es continua a lo largo del crecimiento y maduración del fruto, así la composición volátil cambia cuantitativa y cualitativamente. Las concentraciones de los compuestos volátiles en melocotones depende esencialmente del grado de madurez de los frutos (Bayonove, 1973; Bayonove, 1974; Engel y col., 1988., Meredith y col., 1989; Horvat y col., 1990; Chapman y col., 1991; Visai y col., 1997; Lavilla y col., 2001). Estudios realizados sobre los compuestos volátiles en distintas variedades de melocotón han identificado aproximadamente 100 compuestos, incluidos alcoholes, aldehídos, alcanos, ésteres, cetonas, lactonas y terpenos (Jennings y Sevenant, 1964; Sevenant y Jennings, 1971; Maga, 1976; Visai y Vano Ji, 1997; Derail y col., 1999; Aubert y col., 2003; Riu -Aumatell y col., 2004, 2005; Wang y col., 2009; Eduardo y col., 2010).

La calidad de melocotón se puede determinar mediante análisis químico y depende principalmente del contenido en compuestos tales como sacarosa, ácido cítrico y ácido málico, así como de carotenoides, lactonas, polifenoles y sustancias pécticas. Tal como se ha comentado, el contenido en sólidos solubles y ácidos puede inducir cambios en la calidad, ya que los cambios sensoriales están a menudo relacionados con los cambios en la concentración de ácidos y azúcares. La composición en azúcares puede influenciar el dulzor del fruto, pero altos contenidos de azúcares no son sinónimo de frutos dulces debido a que el contenido de ácidos orgánicos en el equilibrio del fruto es muy importante en la percepción final que se tenga de este, por esto se ha establecido que la aceptabilidad del consumidor está relacionada con los contenidos de ácidos y azúcares, y el ratio entre estos (Iglesias y Echeverria, 2009). Génard y col. (1994), notaron que la sacarosa estaba estrecha y positivamente correlacionada con el ácido málico, pero negativamente correlacionada con el ácido cítrico en melocotones. También determinaron una correlación negativa entre el ácido málico y el ácido cítrico. Génard y col. (1999) y Wu y col. (2003), establecieron que existe una elevada correlación entre la glucosa y la fructosa.

### I.6.1. Variedades.

El melocotonero es la especie de mayor dinamismo varietal dentro de los frutales, cada año aparecen numerosas novedades en el mercado y la renovación varietal es de las más rápidas. Debido a las características climáticas y de producción, la distribución varietal no solo varía con el tiempo sino también en las áreas de cultivo.

La elección de variedades tiene enormes posibilidades y no resulta sencilla. Los principales criterios de elección son: requerimientos edafoclimáticos, destino de la fruta (consumo industrial o en fresco), demanda del mercado, época de producción, vocación y área de producción y calidad de la fruta. (Distribución y Consumo, 2008).

- *Queen Crest*, Melocotón extratemprano, de piel rojo anaranjado con pintas amarillas y carne amarilla, dura, adherida al hueso y sabor medio.
- *Maycrest*. Otro extratemprano redondo, piel rojo intenso sobre fondo, amarillo anaranjado, pulpa amarilla, blanquecina, de buena calidad y de carne más blanda).
- *Tirrenia*. Extratemprano de piel amarilla con tonos rojos, carne amarilla, dura o semidura, buen paladar. Este es el primer melocotón de clase de la temporada con una conservación delicada.
- *Catherine*. Variedad temprana y de buen tamaño. Árbol muy vigoroso y muy productivo. Fruto medio, redondeado. Color amarillo-anaranjado, con un 10-30 por 100 de rojo luminoso. Pulpa amarilla, de textura bastante firme y de buena calidad gustativa. Su flor es rosácea.
- *Amarillo de Murcia*. Piel amarillenta con tonos verdes y rojos y carne amarilla blanquecina y buen grado gustativo.
- *Merryly*. Media estación, buen tamaño y calidad.
- *Elegant Lady*. Piel aterciopelada rojo intenso, carne amarilla, muy dulce. Con una buena resistencia y conservación.
- *Franciscano*. Esta variedad es de piel roja, carne blanquecina, jugoso y dulce.
- *Baby-Gold*. Buen tamaño en sus distintas variedades, ocupa gran parte de la campaña. De piel bicolor roja y amarilla, carne prieta, dura o semidura, de

color rojizo y un tanto adherida al hueso. Presenta un buen grado gustativo y jugoso. Resistente al transporte, aunque bastante perecedero. Los frutos en almíbar tienen unas óptimas características organolépticas. Las yemas poseen una excelente resistencia al frío: variedad adaptada sobre todo a las regiones septentrionales.

- *Royal Glory*. De buen tamaño y maduración tardía, piel aterciopelada color rojo intenso, carne amarilla consistente y jugosa, buen grado gustativo y dulce.
- *Calanda*. Con denominación de origen por su calidad excepcional, el auténtico es la variedad San Miguel de la zona de Calanda. Es un melocotón tardío grueso o muy grueso, piel fina y amarilla, de carne amarilla, consistente, jugosa y de sabor único y dulce.
- *Carson*. Árbol vigoroso y productivo. Fruto medio, redondo, de color amarillo-naranja de fondo brillante ligeramente difuminado de rojo. Pulpa amarillo-anaranjada, firme, de sabor agradable. Necesita poco aclareo, aunque algunas veces ha mostrado cierta tendencia a la aparición de huesos abiertos.
- *Andross*. Árbol vigoroso y productivo. Fruto grueso, redondo, de excelentes características organolépticas. Pulpa de color amarillo claro, que en el estado de plena madurez presenta unas ligeras vetas rojas.
- *Sudanell*. Árbol muy vigoroso y muy productivo. Fruto medio-grueso, redondo, de buen sabor, pulpa muy firme y hueso pequeño. En la precosecha los frutos sufren una ligera caída.
- *Pipas o Brasileño*. Por una producción irregular cada vez se produce menos. Presentan algunos frutos con el hueso abierto, árbol muy vigoroso, fruto puntiagudo, carne amarilla y aguanta bien en el árbol. Florece en marzo y se recolecta la última semana de junio y primera de julio.
- *Marujas*. Autóctono de Murcia (España). De reconocida calidad para industria y consumo en fresco, buen sabor, florece en marzo y se recolecta en la 2ª y 3ª semana de julio.
- *Marujas del Porvenir*. Una variante del Maruja. Fruto de buen tamaño, florece en marzo y se recolecta en la primera semana de julio; la industria lo

acepta pero es más rentable para consumo en fresco, por su buen tamaño. Tiene un sabor regular.

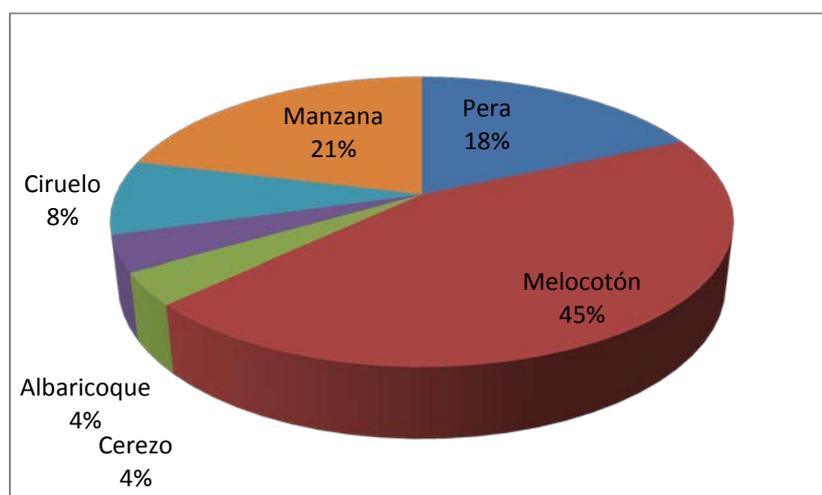
- *Vesubio*. Árbol vigoroso y productivo se adapta bien a todas las zonas, el fruto algo achatado y de pezón fuerte, el calibre mediano, por su color rojo-amarillento es muy atractivo, el hueso se abre con facilidad. Florece en marzo, y se recolecta la 2ª y la 3ª semana de julio.
- *Jerónimos*. Es originario de Murcia (España), árbol vigoroso, y buena productividad, tamaño medio, color amarillo-calabaza con salpicaduras rojas, muy resistente a la manipulación y transporte, excelente sabor muy apreciado por los conserveros. Florece en marzo y se recolecta a finales de julio.
- *Fortuna*. Árbol poco vigoroso, pero muy productivo, redondo, de color amarillo-rojizo, carne muy fuerte y bueno para la industria conservera. Florece en marzo, se recolecta la 3ª semana de julio.
- *Calabaceros*. Originario de Murcia (España). Muy parecido al Sudanell por su tamaño, forma y colorido, los frutos de coloración roja alrededor del hueso, el fruto es grueso de color amarillo-pálido, muy fino de piel y carne fuerte, aguanta bien el transporte y manipulación, madura por la 1ª - 2ª semana de agosto.

### **I.6.2. Cultivo y Producción.**

En el ámbito de la Unión Europea (UE), España es el segundo país productor después de Italia, seguido por Grecia y Francia. El melocotonero es actualmente la especie de fruta dulce más producida en España, seguida por el manzano y el peral. Su cultivo se localiza principalmente en las regiones del arco mediterráneo, Andalucía y Extremadura, siendo Cataluña, Aragón y Murcia las más importantes. Se trata de un frutal bien adaptado a zonas calurosas con escasas precipitaciones, lo que reduce la incidencia de enfermedades. A pesar de ello y por su floración precoz, el riesgo de heladas es mayor que en el manzano, peral o cerezo. Al igual que ha ocurrido en Italia, este cultivo se ha meridionalizado, es decir se ha ido desplazando hacia el sur, buscando la precocidad o extraprecocidad de la recolección,

lo cual ha sido posible gracias a la disponibilidad de numerosas variedades de bajo reposo invernal (“low chilling”).

El melocotonero es actualmente la especie de fruta dulce más producida en España. La superficie de melocotonero cultivada actualmente en España es de 78.000 ha. con una producción de 1.091.000 t en 2010, de la cual se exportó el 51%, principalmente a Alemania, Francia, Holanda y Polonia. En Cataluña la superficie total plantada de melocotonero (incluyendo melocotón, nectarina y pavía) es de 19.100 ha con producciones de 138.000 t para el melocotón y de 133.200 t para nectarina. Dichas producciones representan el 12 % de la producción final agraria catalana. De este modo los frutales de mayor importancia en Cataluña son los de hueso, con una producción estimada en 2009-2011 de 115.118 t de nectarina y melocotón por año. En cuanto a la tipología del fruto y en base a las producciones en España en el período 2008-2010, la nectarina es el grupo más importante con el 38% de la producción, seguida por la pavía (34%) y el melocotón rojo que junto al paraguayano representa el 28% (Cano, A., 2012). La evolución según tipología de fruto en el período 1991-2010, denota un notable incremento de la producción de nectarina y un aumento moderado del melocotón rojo (Europech'10, junio 2010).



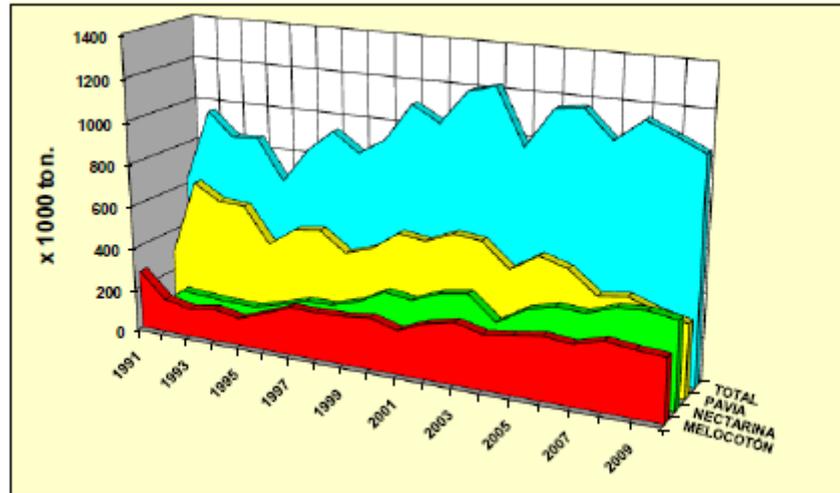
**Figura I.10.** Distribución de la producción de fruta dulce en España por especies. Valores medios del período 2008-2010 (*Europeach'10, junio 2010*).

La mejora tecnológica y la innovación varietal han propiciado un incremento progresivo y mayor de las producciones que de las superficies durante los últimos 15 años, que han permitido incrementar y diversificar la oferta notablemente. Además, está ampliamente documentado el efecto beneficioso del consumo de melocotón y nectarina en la salud al reducir el stress oxidativo (Wolfe et al., 2008) por su elevado contenido de carotenoides (Gil et al., 2002), por lo que el incremento de su consumo constituye una estrategia lógica y interesante para la mejora de la salud pública. Ambos aspectos contrastan con la disminución progresiva o estancamiento del consumo en los últimos años. Este bajo consumo es debido principalmente a una recolección demasiado anticipada, que conlleva a ofertar frutos con falta de sabor y excesiva firmeza, a la calidad irregular de la oferta y a la falta de identificación del producto según tipología de fruto (dulce-ácido), hecho constatado también en otros países como Estados Unidos y Francia (Crisosto, 2002; Clareton, 2000). Tampoco ha evitado crisis recurrentes de precios como las ocurridas en las campañas 2005 y 2009, que ponen en entredicho la viabilidad futura del sector (Iglesias I., 2011).

### **I.6.3. Producciones según tipología de fruto.**

La evolución en España de las producciones según tipología de fruto en el período 1991-2010, muestra un notable incremento de la producción de nectarina, un aumento moderado de la del melocotón rojo (Figura I.11) y un descenso muy significativo de la producción de durazno o “pavía”. En 2010, la nectarina aportó el 40% de la producción, de la cual el 76% corresponde a variedades de carne amarilla y el 24% carne blanca, el melocotón rojo representó el 27% y la “pavía” el 33%. En Italia las nectarinas representan el 49% de la producción y en Estados Unidos el 36%. En el caso del melocotón plano o “paraguayo” las producciones se han incluido en el grupo del melocotón (Figura I.11). Según datos de 2008 la producción fue de 51.000 t. (Iglesias y Carbó, 2009a), y una superficie plantada de 3.400 ha. Las últimas estimaciones realizadas evidencian un fuerte incremento de las producciones a lo largo de los últimos 5 años, situándose para el año 2010 en 1.091.000 t, procedentes principalmente de Murcia, Cataluña y Aragón. En base a lo expuesto puede preverse que los grupos que en el futuro seguirán incrementándose son la nectarina y el

“paraguayo”, de amplia aceptación en los mercados de exportación, en detrimento del melocotón rojo y principalmente de las pavías.



**Figura I.11.** Evolución de la producción de los principales grupos varietales en España en el período 1991-2010 (*Fuente: Europeach'10*).

#### I.6.4. Recolección.

En España, la distribución varietal y los calendarios de recolección se pueden resumir en dos tipos:

##### *Regiones de producción precoz.*

En las regiones Comunidad Valenciana, Andalucía occidental incluyendo la provincia de Almería y la región de Murcia aproximadamente el 80% de la producción se basa en melocotón y nectarina de carne blanda tipo ‘americano’. La campaña se inicia a mediados o finales de Abril, según años, con variedades muy precoces del tipo Florida, continúa en Mayo con variedades del grupo ‘Crest’. A finales de Mayo encontramos Spring Crest, que continua siendo una variedad muy cultivada. La producción de estas regiones se destina principalmente a la exportación para su consumo en fresco, siendo los países de la Unión Europea los principales destinos. Dos

de los principales receptores de melocotón producido en España son Francia e Italia, dos países que son a su vez, principales productores a nivel mundial de melocotonero.

Por ello la tendencia actual se dirige a incrementar la producción de variedades precoces con el fin de que éstas lleguen al mercado antes del inicio de la campaña en Italia y Francia.

#### *Regiones productoras de melocotón de media estación y tardía:*

En este grupo se incluiría la producción de Cataluña, Aragón, La Rioja, Navarra, Andalucía Oriental excepto Almería, Extremadura y Castilla- La Mancha. En estas regiones predomina la producción de melocotón de carne dura (70-80 % según regiones), están muy implantadas variedades autóctonas, aunque la penetración de variedades americanas también está siendo importante en la época de maduración estival. En cambio, a partir de mediados de Septiembre la producción de melocotonero se basa solamente en variedades autóctonas. Cataluña y Aragón en este tipo de variedades tienen un patrimonio varietal muy importante a seleccionar y conservar (Badenes, L., 2009).

#### **I.6.5. Elaborados.**

La aplicación del melocotón como materia prima en la elaboración de conservas vegetales, presenta una gama de productos muy extensa. Estas aplicaciones están condicionadas al tamaño del fruto, textura, color, estado de la madurez e integridad de la fruta cortada. También las operaciones a que se somete en el proceso de elaboración (calibrado, partido y deshuesado, pelado químico, lavado, clasificación, cortado, selección ... (Cruess W.V, 2011)) determina a qué tipo de elaborados se destina la fruta:

- Mitades de melocotón con líquido de gobierno, que puede ser almíbar, zumo de frutas y al agua.
- Fruta cortada en cuartos, rodajas y cubitos, con líquido de gobierno, o como componente de cocktail de frutas, ensalada de frutas y pastelería.
- Pulpa de melocotón, de troceados irregulares que no mantienen la forma y de textura blanda, envasados en solid pack o en aséptico. Esta pulpa se destina fundamentalmente en la elaboración de confituras, mermeladas,

preparados de frutas, postres lácteos, pastelería,... Las confituras y mermeladas de melocotón son las más consumidas en España, alrededor del 40% del total de consumo de estos productos

- Purés de melocotón, clarificados o no, con destino: a zumos, zumos o purés concentrados, bebidas de frutas y lácteas.

En resumen, el melocotón es una fruta que en conserva se distingue por presentar la gama más amplia de aplicaciones presentes en el mercado.

## **II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**



El objetivo concreto de este trabajo es la aplicación de productos derivados del limón como zumos, pulpas cortezas y aceites esenciales- en la elaboración de confituras de frutas con distintos niveles de contenido energético, ampliando las posibilidades de consumo de esta fruta de gran interés por sus excelentes propiedades sensoriales y funcionales.

En este proyecto se ha investigado, exclusivamente, al producto o productos obtenidos por cocción de una mezcla de fruta (melocotón), azúcar y componentes del limón como ingredientes, para la obtención de confituras de frutas, denominación regulada por la legislación vigentes según R.D. 863/2003 de 4 de julio sobre confituras et al. y Reglamento (CE) nº 1924/2006 del parlamento Europeo de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos”.

Para la consecución de este objetivo se han realizado las siguientes actividades:

Estudio de las características de los diferentes derivados del limón para examinar sus posibles aplicaciones en la fabricación de confituras y otros posibles elaborados y con el fin de aprovechar las características principales de estas fracciones para utilizarlos como ingredientes en diferentes formulaciones.

Realización de modificaciones para adaptarlas a las formulaciones de las confituras, como deshidratación parcial del ingrediente, para enriquecer así la concentración de ciertas sustancias; eliminación o reducción de fracciones que aporten características menos deseables y/o, en su caso, la realización de tratamientos que adecúen la aplicación de los derivados del limón conocidos a las condiciones más favorables para su potencial utilización como ingredientes y para prolongar la vida comercial del elaborado final, manteniendo su características sensoriales y nutritivas.

Elaboración de diferentes formulaciones de confituras a nivel de planta piloto, considerando las etapas de mezcla, cocción, pasteurización, envasado y acondicionamiento final. Para ello se emplean los equipos existentes en la Planta Piloto del Centro Tecnológico de la Conserva (CTC). Y se desarrollan distintas formulaciones de confituras conteniendo exclusivamente limón y otras con aditivos para su comparación a nivel sensorial y físico-químico.

Caracterización físico-química, nutricional, sensorial y microbiológica de las distintas confituras elaboradas.

## JUSTIFICACIÓN.

La originalidad que presenta la realización de esta tesis con respecto a los sectores industriales del limón y las confituras, queda reflejado como una novedad desde distintos puntos de vista.

**Novedad con respecto al uso del limón.** Si bien, en un principio se trataba de una preparación culinaria casera y artesanal, que empleando unos conocimientos totalmente empíricos pretendía alargar la vida útil de unos alimentos perecederos, como las frutas, en la actualidad con la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos sobre conservación de alimentos y nutrición, el desarrollo social y cultural de los pueblos, además de los cambios producidos por el comercio y en los hábitos de consumo, ha propiciado un progreso espectacular de la tecnología y la industria alimentaria y con ella la elaboración de confituras de frutas. Hoy en día la composición de estos productos se ha enriquecido sustancialmente de forma que ya no son componentes exclusivos la fruta y el azúcar, sino que hay que considerar la adición de pectinas comerciales específicas para cada confitura particular con objeto de uniformar su textura, ácidos orgánicos comestibles permitidos en alimentación para regular el pH, antioxidantes... También otros ingredientes autorizados pueden añadirse opcionalmente al producto cuando las condiciones de preparación, envasado y consumo lo requieran. Dadas las cualidades, propiedades excepcionales y composición del limón, este fruto o parte de él, puede sustituir a los ingredientes citados anteriormente (pectinas, ácidos antioxidantes, ...) en la elaboración de confituras de frutas con los consiguientes logros:

1. Se da un paso adelante en el aprovechamiento integral del limón.
2. Se obtiene un elaborado más natural, con más valor añadido y mejora de sus propiedades nutricionales y funcionales.
3. Se oferta al consumidor un producto diferenciado con excelentes perspectivas de consumo.
4. La sustitución total o parcial de los aditivos químicos utilizados en la elaboración de confituras de frutas por limón (gelificantes, acidificantes, antioxidantes,...).

**Novedad con respecto a la formulación de la confitura.** Como consecuencia de la tendencia moderna a reducir el contenido energético de los alimentos como fuente de salud y bienestar -prevención de ciertas enfermedades, diabetes, obesidad, cardiovasculares y por motivos de estética, como mejora de la silueta- se estudia la preparación de confituras con niveles decrecientes de contenido de azúcar y el comportamiento del limón en cada una de ellas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **III.1. DETERMINACIÓN DEL PH.**

La medida del pH consiste en el cálculo de la concentración de iones hidrógeno libres de la muestra a través de una medida potenciométrica y su posterior conversión a una escala logarítmica. El equipo utilizado fue un pH metro Crison basic 20 (Barcelona), con una precisión de 0,01 unidades de pH (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985).

La verificación se efectuó antes de comenzar el ensayo, siguiendo las instrucciones del fabricante

### III.2. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ.

Se define la acidez valorable como la medida del contenido en ácidos minerales y orgánicos determinada por valoración potenciométrica con solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio hasta viraje del indicador fenolftaleína. Los reactivos utilizados fueron una solución valorada de hidróxido sódico 0,1N, y una solución indicadora de fenolftaleína (1% m/v) (Norma EN 1133, 1994).

---

Donde: V es el volumen consumido en la valoración, en ml; M es el peso equivalente del ácido cítrico; N es la normalidad de la disolución de NaOH utilizada y P es el peso de la muestra, en gramos.

### III.3. DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA.

Para determinar la consistencia se utilizó un consistómetro Bostwick que se caracteriza por ser un instrumento sencillo y fiable y que se basa en la medición de la distancia que una muestra fluye bajo su propio peso. El Consistómetro Bostwick se utiliza ampliamente en la industria de alimentos para medir la consistencia, caudal y la viscosidad de confituras, jaleas y otros productos altamente viscosos como pasta de tomate, puré de frutas, mayonesa, batidos, pasteles, etc.

El consistómetro Bostwick Estándar, de 24cm, cuenta con 48 graduaciones de 0,5 cm, mientras que el consistómetro Bostwick Extra Largo, de 30cm, tiene 60 graduaciones. Está fabricado en acero inoxidable y está equipado con dos tornillos niveladores y un nivel. La puerta es de resorte y posee un mecanismo de liberación positiva que permite el flujo instantáneo de la muestra. El canal del consistómetro está graduado en divisiones de 0,5 cm para permitir la medición exacta del flujo y el habitáculo donde se sitúa la muestra inicialmente tiene una capacidad de 75 ml. (Sánchez-Campillo, P, 2008).

### III.4. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA.

Se utilizó un Texturómetro TA.XT2i TEXTURE ANALYSER con una sonda cilíndrica Delrin 0.5R con 50 mm de diámetro. Durante el funcionamiento, la sonda está firmemente sujeta por medio de un sustentador enroscado directamente al Texturómetro. (Mars, M., 1997).

El objetivo es medir el punto de ruptura del gel de la confitura.

La tabla III.1 muestra los parámetros de programación del ensayo del texturómetro.

**Tabla III.1.** Parámetros de ensayo del texturómetro.

<b>Parámetros de Medida</b>	<b>Fuerza de compresión</b>
Velocidad de preensayo	2,0 mm/s
Velocidad de ensayo	2,0 mm/s
Velocidad de post-ensayo	5,0 mm/s
Distancia	25 mm/s
Célula de carga	5 kg

### III.5. DETERMINACIÓN DEL COLOR.

La evaluación del color se realizó mediante un colorímetro modelo Minolta CR-200 que expresa los resultados analíticos en unidades CIELAB según los parámetros  $L$ , que varía de 0 a 100 (negro a blanco),  $a$ , que varía de -50 a +50 (verde a rojo) y  $b$ , que varía de -50 a +50 (azul a amarillo).  $a^*$  y  $b^*$  se conocen como coordenadas de cromaticidad y  $L$  indica la luminosidad, propiedad según la cual cada color puede ser considerado como equivalente a un miembro de la escala de grises (Pérez-López y col., 2007).

### **III.6. DETERMINACIÓN DE °BRIX.**

Para determinar los grados Brix se utilizaron refractómetros manuales con diferentes graduaciones en función del contenido en sólidos solubles (Norma EN 12143, 1996). En este caso el refractómetro indica los grados Brix que presenta una muestra basándose en la medida del índice de refracción de los sólidos solubles presentes en ésta.

### **III.7. ANÁLISIS SENSORIAL.**

En este estudio se evaluaron las propiedades organolépticas de las diferentes confituras elaboradas según el procedimiento descrito por la norma UNE 87-020-93 “Evaluación de los productos alimentarios por métodos que utilizan escalas”.

El análisis realizado fue de tipo hedónico, evaluando la aceptación y/o rechazo ante un panel de catas, con una prueba de “aceptación y preferencias”, que se realizó en las cabinas de una sala de cata de acuerdo a lo especificado en la norma (ISO 8589:1988), igualando las condiciones externas que rodean a los catadores.

El panel se compuso de 30 catadores, para minimizar en lo posible la variabilidad asociada a este tipo de pruebas hedónicas no descriptivas. Los cuales constituían un grupo homogéneo de consumidores habituales de este tipo de productos. Las muestras se presentaron codificadas, en cantidad suficiente, a temperatura adecuada.

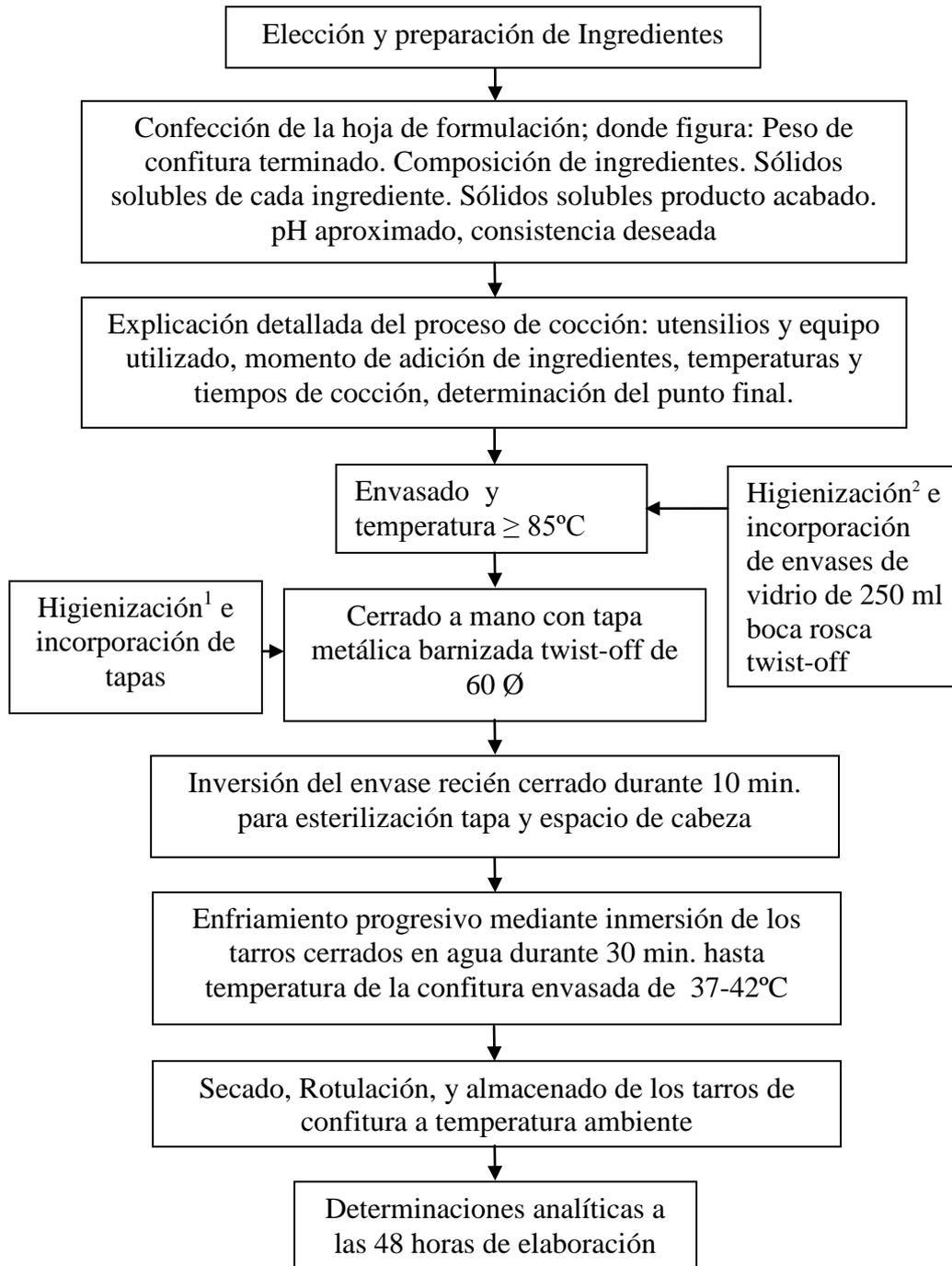
El cuestionario a rellenar contenía una evaluación de los parámetros: color, olor, sabor, textura, sinéresis y valoración global del producto utilizando una escala hedónica de intervalo de cinco puntos en la que 1 se correspondía con desagradable, 2 con ligeramente desagradable, 3 con ni agradable ni desagradable, 4 con agradable y 5 con muy agradable; igualmente se sugirió al catador que exprese las apreciaciones que considere oportunas una vez realizada la cata del producto.

### **III.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CORTEZA.**

La corteza del limón utilizada se obtiene después de someter el fruto a un proceso de extracción del zumo y aceite. La transformación del limón en las fábricas de zumo, se inicia con un lavado en húmedo mediante rodillos, con los que se retira la suciedad y parte de la cutícula exterior, sin dañar las células de aceite del flavedo; tras la calibración por tamaño. el zumo, el aceite y la corteza (peel) se separan en una extractora in line tipo FMC, que proporciona cada una de estas fracciones por separado. Siguiendo la línea de zumo, este se regula en pulpa mediante un filtro-tamiz en continuo (finisher) el cual separa la pulpa más gruesa y fibrosa, que es incorporada ya escurrida a la corteza. Etapas posteriores de centrifugación, filtrado o decantación permiten obtener jugos de distinto contenido en pulpa o transparente. De la línea de aceite, se separan las porciones gruesas de corteza (frit) mediante otro filtro-tamiz (finisher) que es igualmente incorporado a la porción de corteza. Así por tanto lo que llamamos corteza contiene la parte principal de flavedo y albedo, tiras de corteza procedentes de la línea de aceite y la parte interna escurrida del zumo en torno a un 5% de la corteza. En total se obtiene un producto entre un 80-85% de humedad que contiene el 26% del aceite esencial del fruto y que supone en torno al 60% del peso de la fruta transformada. Existen fábricas que agotan más esta corteza con procesos de obtención de turbios y que la someten a transformaciones para solubilizar la pectina y fabricar los llamados Cloudies ( Agricultural Research Service, 1962).

### **III.9. ELABORACIÓN DE CONFITURAS DE MELOCOTÓN Y LIMÓN A ESCALA DE LABORATORIO.**

La figura III.1 muestra el diagrama de flujo seguido para la elaboración de las confituras de melocotón y limón.



**Figura III.1.** Diagrama de flujo confituras melocotón y limón.

### III.9.1. Proceso de elaboración de confitura alto contenido de azúcar (63°Brix).

1. Se fijaron los ingredientes de esta confitura: pulpa de melocotón envasado en bolsas asépticas, puré de corteza de limón, zumo o concentrado de limón y azúcar.
2. Se realizó la composición cuantitativa de ingredientes en el producto acabado: pulpa de melocotón 50%, puré de corteza de limón suficiente para gelificación, zumo de limón o concentrado de 400 g/L de ácido cítrico para regular pH 3,00 a 3,30, azúcar necesaria para conseguir 63° Brix. Masa final después de la cocción 1000 gramos.
3. Se confeccionó la hoja de formulación con el siguiente esquema:

**Tabla III.2.** Hoja de formulación de la confitura de alto contenido en azúcar.

Producto: <b>confitura de melocotón de alto contenido de azúcar</b>			Código:
Consistencia < 3 ° Bostwick	pH 3,00-3,30		°Brix: 63
Porcentaje de fruta: 50%			Formulación: 1000g
<b>Ingredientes</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>°Brix</b>	<b>Sólidos solubles totales (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	10	50,00
Azúcar	569,13	100	569,13
Puré corteza de limón Ref. (100503B)(9)	105,00	0,5	0,53
Concentrado limón 400 g/L	22,00	47	10,34
<b>Total</b>	<b>1188,30</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
Evaporación	-188,13	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63,0</b>	<b>630,00</b>

#### 4. Proceso de elaboración:

En una olla de acero inoxidable con difusor de aluminio en la parte exterior del fondo para uniformar el calentamiento y evitar sobrecalentamiento puntuales, se introdujo la pulpa de melocotón, el puré de corteza tratada de limón y el agua en los casos que la llevase formulada. El contenido se calentó con calentador de llama de butano (con agitación continua durante todo el proceso de cocción) a ebullición durante

3 minutos, transcurrido este tiempo se añadió el azúcar. Se llevó de nuevo a ebullición hasta que se alcanzó un peso de producto de 1050 gramos, momento en el que se añadió el zumo o concentrado de limón. De nuevo se llevó a ebullición hasta que se alcanzó un peso final de 1000 gramos. A continuación se desespumó, se llenaron los tarros de vidrio en caliente a una temperatura mayor de 85°C, se cerró a mano con tapa metálica “*twist-off*” y se invirtieron durante 10 minutos para la esterilización de la tapa. Por último se enfriaron mediante inmersión durante 30 minutos en agua templada y fría, se secaron y almacenaron, y tras 48 horas se realizaron las determinaciones analíticas.

### III.9.2. Proceso de elaboración de confitura de reducido contenido energético (40°Brix).

Los apartados 1, 2 y 4 son iguales al proceso de elaboración de confitura de 63°Brix.

#### 3. Confección de la hoja de formulación.

**Tabla III.3.** Hoja de formulación de la confitura de reducido contenido energético.

Producto: <b>confitura de melocotón de reducido contenido energético.</b>			Código:
Consistencia < 3 ° Bostwick	pH: 3,40-3,60		°Brix: 40
Porcentaje de fruta: 50%			Formulación: 1000g
<b>Ingredientes</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>°Brix</b>	<b>Sólidos solubles totales (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	10	50,00
Azúcar	345,15	100	345,15
Puré corteza de limón Ref(100503B)(9)	270,00	0,5	1,35
Concentrado limón 400 g/L	7,45	47	3,50
Agua	80,00	-	-
<b>Total</b>	<b>1194,60</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
Evaporación	-194,60	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40,0</b>	<b>400,00</b>

### III.9.3. Proceso de elaboración de confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix).

1. Se fijaron los ingredientes de esta confitura: pulpa de melocotón envasado en bolsa aséptica, puré de corteza de limón, zumo o concentrado de limón, jarabe de sorbitol, sucralosa, aspartamo y agua evaporación.
2. Se realizó la composición cuantitativa de ingredientes en el producto acabado (1000g): pulpa de melocotón 60-80%, puré de corteza de limón suficiente para gelificación, zumo de limón o concentrado de limón de 400 g/L de ácido cítrico para regulación de pH 3,60-4,00, edulcorantes: 57,5g de jarabe de sorbitol, 0,4g de sucralosa, 1g de aspartamo y agua de cocción que se evapora.
3. Se confeccionó la hoja de formulación con el siguiente esquema:

**Tabla III.4.** Hoja de formulación de las confituras sin azúcar añadida.

Producto: <b>Confitura sin azúcar añadida</b>			Código:
Consistencia < 3 ° Bostwick	pH 3,60-4,00		°Brix: 12-14
Porcentaje de fruta: 80%			Formulación: 1000g
<b>Ingredientes</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>°Brix</b>	<b>Sólidos solubles totales (g)</b>
Pulpa de melocotón	800,00	10	80,00
Puré corteza de limón Ref. (100503B)(9)	270,00	0,5	1,40
Concentrado limón 400 g/L	8,10	47	3,81
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,25
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Agua de cocción	40,00	-	-
<b>Total</b>	<b>1186,40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Evaporación	186,40	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>12,7</b>	<b>126,57</b>

**Nota:** En los últimos ensayos se suprimió el lactato cálcico porque se ha comprobado que funciona bien la gelificación de la confitura sin su adición.

## 4. Proceso de elaboración:

El recipiente, la manipulación, el proceso de cocción, envasado, cerrado y enfriamiento fueron similares a la preparación de la confitura con azúcar añadido. La diferencia fue la siguiente: después de la primera ebullición de 3 minutos y transcurrido este tiempo, se añadió el sorbitol, la sucralosa, el aspartamo, el zumo o concentrado de limón diluido en agua. Se calentó a ebullición, se añadió el lactato cálcico (en el caso que forme parte de la fórmula) mezclado previamente con 100 ml de agua caliente para facilitar su disolución. De nuevo se calentó a ebullición hasta alcanzar un peso final de 1000 gramos. Se sigue como se ha descrito la preparación con azúcar añadido.

### III.10. DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD DE CIERRE DE LOS ENVASES DE VIDRIO.

Se utilizaron frascos de vidrio, como indica la figura III.2., con rosca continua en la boca y tapas metálicas barnizadas de uñas para cierre por torsión (*twist off*). La línea de la costura del molde es importante como referencia para el control de enganche, (Gavin, A. y Wedding, L.M, 1990c).

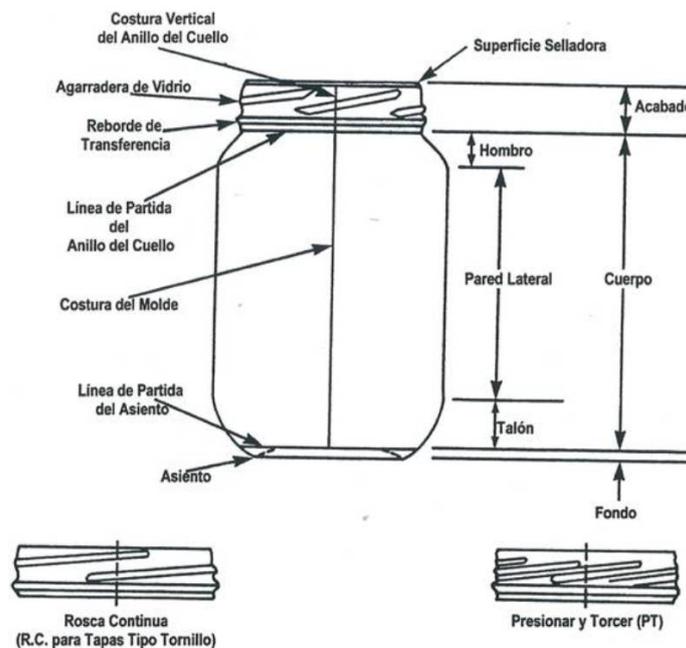
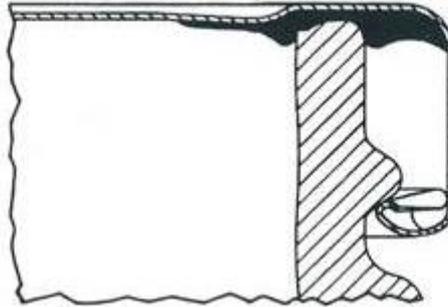


Figura III.2. Partes básicas de un envase de vidrio

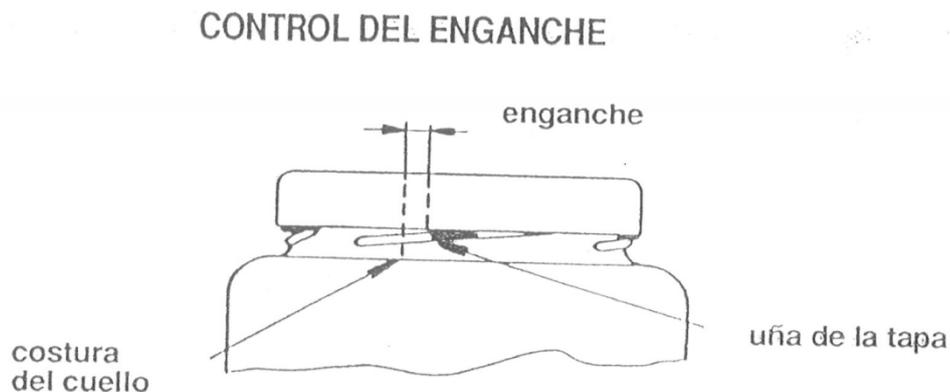
La figura III.3 muestra que el cierre se efectúa por compresión del material plástico de la tapa sobre el borde y la boca.



**Figura III.3.** Tapa regular de agarradera o torsión.

### III.10.1. Sugerencias sobre operaciones de cierre.

1. La primera regla fundamental a la hora de cerrar un frasco es que las uñas no deberán sobrepasar nunca la línea de unión de la boca del frasco (junta del molde).

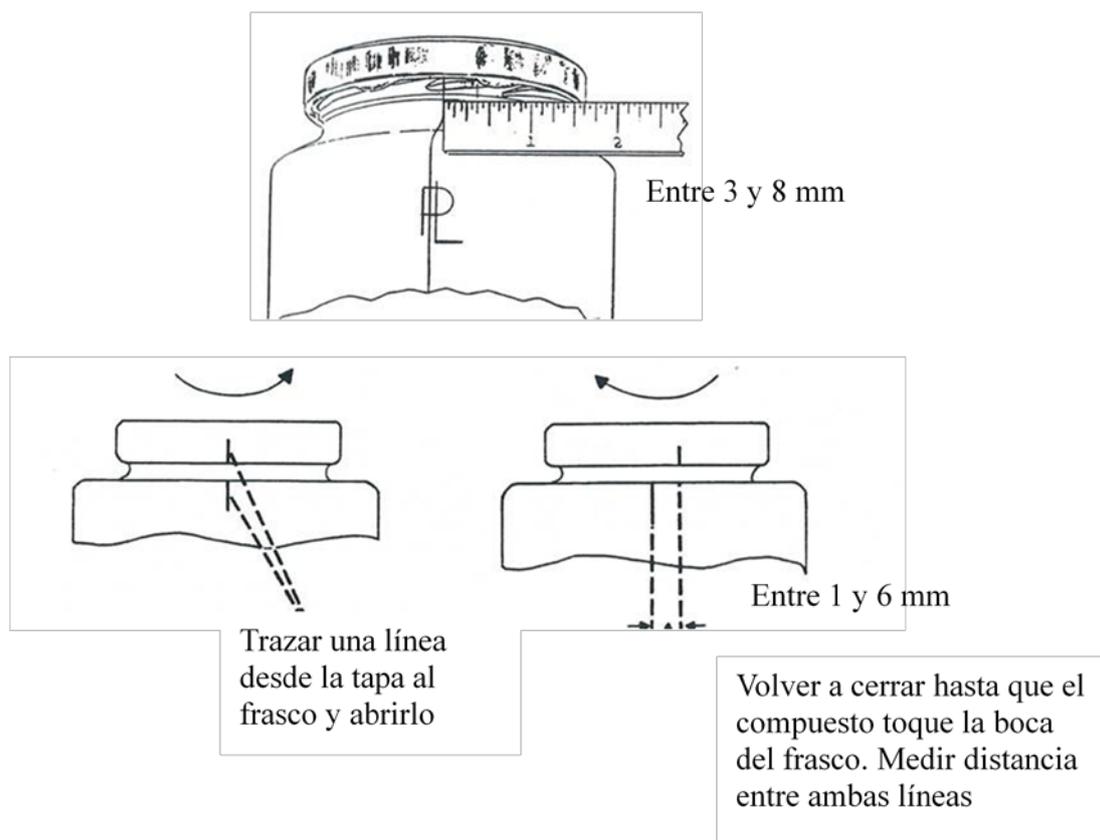


Medida de la distancia existente entre la marca vertical dejada por el molde en el cuello del tarro y el inicio de la uña de la tapa.

**Figura III.4.** Control del enganche de los tarros

2. Dada la importancia de la operación de cerrado para una correcta conservación del producto envasado, se definen una serie de parámetros para el control del mismo.

- a. Cierre o posición de uñas. Consiste en medir en un frasco cerrado la distancia desde inicio de uña hasta la línea vertical de unión de la boca del frasco (Figura III.5.). Los valores del cierre deben ser siempre positivos (uña a la derecha de la línea) y se consideran normales entre 3 y 8 mm y extremos entre 0 y 13 mm. Su valor óptimo vendrá condicionado por los valores recomendables del resto de parámetros.
- b. Seguridad de cierre. Consiste en medir la distancia de la posición inicial de la tapa (frasco cerrado) hasta la que nuevamente adquiere si lo abrimos y volvemos a cerrar sin aplicar presión. Esta medida ha de ser positiva y nos da una indicación del grado de memoria del compuesto sellante. Si la tapa se puede llevar a la posición inicial no habrá memoria y no sería aceptable.



**Figura III.5.** Seguridad del cierre.

### III.11. DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD MICROBIOLÓGICA Y ENZIMÁTICA DE LA CONFITURA

Es preciso también determinar el valor de esterilización mínimo durante la cocción, el cual es el siguiente.

El valor aplicado será 16 veces superior al recomendado (1min).

Durante el llenado:

Fuente: Recomendaciones del FDA para productos ácidos o acidificados.

**Tabla III.5.** Valores de esterilización según el pH.

pH (máximo equilibrio)	Valor de esterilización (min)	T <sup>a</sup> mínima centro envase (°C)
3,6	-	77
3,7	-	79
3,8	-	81
<3,9	0,1	85
3,9-4,1	1	87
4,10-4,20	2,5	88
4,20-4,30	5,0	91
4,30-4,40	10,0	96
4,40-4,50	20,0	99

Suficiente para un producto con pH inferior a 4.

### **III.12. MÉTODOS ANÁLISIS NUTRICIONAL.**

#### **III.12.1. Determinación de cenizas totales.**

Las cenizas se determinaron por gravimetría después de la calcinación de la muestra en un horno de mufla. El método seguido para la determinación de cenizas fue el descrito por la AOAC (1980) aplicado a vegetales.

Se incineró la cápsula de porcelana en la mufla a  $650 \pm 50^\circ \text{C}$  durante una hora. Se dejó enfriar en el desecador y seguidamente se pesó. Se pesaron entre 5 y 10 g de muestra en la cápsula. Se colocó la cápsula sobre la placa calefactora dentro de la campana de extracción de humos y se calentó hasta que la mayor parte de los compuestos orgánicos se hubieron quemado, permaneció en la placa encendida hasta que deja de desprender humo, después se apagó la placa y la cápsula se dejó reposar unos minutos.

Se pasó la cápsula a la mufla caliente, se calcinó a  $600 \pm 50^\circ \text{C}$  hasta que los componentes orgánicos desaparecieron totalmente y quedó un residuo libre de restos negros de carbón. Se puso la cápsula con el residuo en el desecador para que se enfríe y se pesó seguidamente.

El resultado se expresa en % con dos cifras decimales según la fórmula que sigue:

---

Peso final = peso de la cápsula conteniendo las cenizas.

#### **III.12.2. Determinación de grasa.**

Se desecaron los vasos en la estufa a  $105 \pm 2^\circ \text{C}$  durante una hora, se dejó enfriar en el desecador y se pesaron. Se colocó un poco de algodón en el fondo del cartucho (encajado en el adaptador magnético sobre el dedal). Se taró todo el conjunto, se pesaron de 2 a 5 g de muestra (según el contenido en grasa esperado) en el cartucho y se tapó la muestra con algodón.

Con la ayuda de los soportes de dedales y la gradilla niveladora se introdujo cada dedal de extracción provisto del adaptador magnético en una columna de destilación de la unidad de extracción. Se abrió el circuito de refrigeración y se adicionaron 60 mL de éter dietílico por la parte superior de cada columna de extracción. Se puso en marcha la unidad de calefacción. Después de 1 hora de extracción los cartuchos fueron elevados sobre el nivel del disolvente en ebullición de forma que el condensado caiga sobre la muestra produciendo el arrastre de la grasa remanente. Mantener así durante 2 horas.

Se cerró la válvula de recuperación. El condensado quedó retenido por ésta y en unos 5 minutos todo el disolvente fue recuperado. Para favorecer la total eliminación del disolvente de los vasos se agita en el sentido inverso a las agujas del reloj y a la vez introduce aire en la unidad de calefacción. A continuación se apagó la calefacción y se elevó la batería de columnas de destilación desbloqueando y accionando la unidad de extracción. Se retiraron los vasos y desecó en la estufa a  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ ; se dejó enfriar en el desecador y se pesó. (Bligh y Dyer, 1959).

El contenido en grasa bruta de la muestra se calcula de la forma siguiente:

\_\_\_\_\_

Donde:

Pf = peso final del vaso con la grasa extraída.

Po = peso inicial del vaso vacío.

Pm = peso de la muestra.

### **III.12.3. Determinación de humedad y extracto seco.**

La determinación del contenido de humedad se realizó en un analizador halógeno. El instrumento trabaja según el principio termogravimétrico. El equipo dispone de una balanza de precisión-integrada en el instrumento que mide el peso continuamente. Se pesaron 2g de muestra en un portamuestra y se extendió lo máximo

posible. Se introdujo en el equipo y se secó mediante un radiador halógeno hasta peso estable. (Horwith, W., 1984).

#### **III.12.4. Determinación de proteínas.**

La cantidad de proteínas totales se cuantificó por el método de Kjeldahl, calculada como nitrógeno Kjeldahl multiplicado por 6,25 (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985). En un matraz de digestión Kjeldahl se adicionó de 1 a 3 g de mermelada. Se añadió 1 g de catalizador y 15 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Se calentó suavemente al principio y enérgicamente cuando transcurrieron 15 minutos. Se hirvió hasta que la disolución se aclaró y se quedó transparente. Se enfrió y se añadió agua desionizada hasta llegar a unos 100 mL. Se colocó el matraz en el destilador, se añadió 50 mL de hidróxido sódico al 30% para neutralizar, se destiló la mezcla hasta recoger el destilado en un matraz de 250 mL donde se pusieron 30 mL de ácido bórico al 2% con un 1% de indicador llevados a 100 mL aproximadamente con agua. Se consideró terminada la destilación cuando el volumen en el erlenmeyer es de 200 mL. A continuación se procedió a la valoración de la muestra con HCl 0,05N ó 0,1N.

El resultado se expresa en g/100g de proteínas con dos cifras decimales y se calcula con la siguiente fórmula:

---

Donde:

N = normalidad del HCl empleado.

V = volumen en mL de valorante consumido

Vb = volumen de mL consumido por un blanco que se hará con todos los reactivos pero sin muestra.

Pm = peso en gramos de la muestra.

Vm = volumen en litros de la muestra

El ensayo se realizó por duplicado y se aceptó dicho valor cuando la diferencia entre los resultados sea inferior al 5%.

### III.12.5. Hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono los constituyen principalmente dos grupos de sustancias:

- Los azúcares simples, monosacáricos y disacáridos: glucosa, sacarosa, fructosa, lactosa.
- Polisacáridos como el almidón.

Se usa el término “hidratos de carbono por diferencia” o “hidratos de carbono totales” para referirnos al valor obtenido restando de 100 la suma de los porcentajes de la grasa, la proteína, las cenizas y el agua (RD. 930/92, de 17-07, BOE 5-08-92).

### III.12.6. Valor energético.

El valor energético se define como la cantidad de energía que se origina cuando el alimento es totalmente oxidado o metabolizado (RD 930/1992).

Se expresa por 100 g de producto y se calculó mediante los siguientes factores de conversión que se muestran en la tabla III.6.

**Tabla III.6.** Factores de conversión

	Kcal/g	KJ/g
Hidratos de carbono	4	17
Proteínas	4	17
Grasas	9	37

Los cálculos se realizaron de la siguiente forma:

—

—

### **III.12.7. Determinación de azúcares.**

La extracción de los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa se realiza a temperatura ambiente con agua desionizada y se mantiene en agitación durante 30 minutos. Posteriormente, se filtra con microfiltros de 0.45  $\mu\text{m}$  tipo Whatman NYL ó Millipore HATF y se inyecta (Norma EN 12630, 1999).

Los reactivos necesarios para esta determinación son agua desionizada, estándar analítico de sacarosa 99.9%, (Supelco 4-7289); estándar analítico de glucosa 99,9%, (Supelco 4-7249) y estándar analítico de fructosa 99,6%, (Supelco 4-7247).

Se preparará una solución madre de fructosa, glucosa y sacarosa en agua desionizada de aproximadamente 2 g/L. Con estas soluciones se procederá a la elaboración de la curva de calibración. Las soluciones madres se conservarán en congelación a menos de -20 °C.

La calibración se realizará sobre cinco puntos, como mínimo, para lo cual se prepararán diluciones a partir de las disoluciones madres en un intervalo óptimo, teniendo en cuenta el contenido en azúcares de la muestra problema.

Las soluciones anteriores serán analizadas por un cromatógrafo líquido de alta resolución, modelo HP serie 1100 (EEUU) equipado con detector de índice de refracción y columna polimérica de iones calcio, el cual incluye el software apropiado para introducir la recta de calibración y obtener la concentración correspondiente de las muestras una vez registrada el área de cada pico, con desgasificador de vacío, automostrador-sistema de inyección automático y compartimento termostataado de columnas.

La fase móvil es agua desionizada, el flujo 0,5 mL/min o similar y el volumen de inyección normal es de 20  $\mu$ L.

Las concentraciones de los azúcares en la muestra problema, serán calculadas por introducción de las áreas obtenidas en la recta de calibrado grabada en el software del ordenador que controla el equipo y se obtendrá un valor de concentración. En el cálculo final de los resultados, que se expresarán en g/kg (ó g/L) y g/100 g (ó g/100 mL), se tendrán en cuenta los factores de dilución en la preparación de la muestra y se realizará según la expresión:

Donde:

C.=concentración que obtenemos al introducir el área problema en la calibración.

$P_T$  =.peso total ó final de la dilución.

P =.peso de muestra.

### **III.12.8. Determinación de fibra alimentaria.**

Se incineraron los crisoles en la mufla a una temperatura de  $520\pm 20^\circ$  durante 1 hora y se dejaron enfriar en el desecador y pesar. Si fuera necesario poner en remojo durante 1h en mezcla crómica al 2%, aclarar con agua y acetona. Se secaron al aire. Se añadieron 0,5g de celite, se secaron 1h a  $105^\circ\text{C}$ , se enfriaron y se pesaron ( $P_1$ ) (AOAC, 2000).

Previamente a la pesada de la muestra se desazucaró y se desecó. Para ello se tomaron 10 g de muestra y se disolvieron en 150 ml de EtOH del 85%. Dicha disolución se agitó en caliente ( $30-40^\circ\text{C}$ ) durante 10 min. A continuación se decantó la muestra y se repitió el proceso descrito. Después se añaden 15 de EtOH, se centrifuga y se elimina el sobrenadante. El sólido recogido se mantiene en una estufa a  $70^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

A continuación se pesaron de 0,1 a 1g de muestra con resolución de 0,1mg (Pm) en los frascos de incubación y se cerraron.

Se añadieron 40 mL de Tamon MES-TRIS y se agitaron en una placa para evitar la formación de grumos. Se añadieron 100 $\mu$ L de  $\alpha$ -amilasa mientras se agitaba despacio, lo tapamos con papel de aluminio.

Se incubó durante 15 min a 95-100°C en un baño termostatzado con agitación.

Se enfriaron hasta 60°C y se deshicieron los grumos que se formaron lavando las paredes y la espátula con agua.

Se añadió 100  $\mu$ L de proteasa y se tapó el frasco. A continuación se incubó durante 30 minutos a 60°C en un baño termostático con agitación. Se añadió en el mismo baño 5 ml de HCl 0,561M. Después se añadieron 100 $\mu$ L de amiloglucosidasa y tapar el frasco. Se incubó durante 30 min a 60°C en un baño termostatzado con agitación. A continuación se pusieron los crisoles con celite homogenizandolo con 15 mL de etanol 78% en vacío y se colocaron en el equipo de fibra en la posición de filtración inferior. Se pusieron los frascos con las muestras en la posición superior y unos vacíos en la inferior.

Se lavaron las paredes de los frascos con 225 mL de etanol al 95% a 60°C, tapar y dejar precipitar la muestra al menos 1 hora.

Se filtró usando etanol del 78% para limpiar las paredes

Se lavó filtrando al menos dos veces con 1 m de etanol al 78%, 15 mL de etanol al 95%. Se pusieron los crisoles en la posición superior y se lavaron con 15 mL de acetona.

Se dejaron los crisoles durante toda la noche a 105°C en la estufa, se dejaron enfriar y se pesaron.

El contenido de los crisoles se pasó a tubos kjeldahl para determinar el residuo de proteína.

Donde:

$P_0$  = peso en gramos de muestra inicial

$f_c$  = factor de corrección de la humedad y grasa.

Residuo fibra =  $P_2 - P_1$

Donde:

$P_2$  = peso en gramos del crisol con celite más fibra.

$P_1$  = peso en gramos del crisol con celite.

---

Donde:

$V_g$  = volumen gastado para la muestra.

$V_{b1}$  = volumen gastado para el blanco.

---

Cuando se desecó o desengrasó la muestra, se corrigió el resultado multiplicandolo por el siguiente factor de corrección

---

### III.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los cálculos estadísticos, como las medias y desviaciones estándar se realizaron usando en programa Microsoft Excel 2007 para Windows<sup>®</sup>. Los gráficos fueron realizados con el programa SigmaPlot Graph.

## **IV. ENSAYOS PREVIOS A LA ELABORACIÓN**



Se pretende la obtención de una confitura de fruta (mezcla gelificada de fruta, azúcar, pectina y ácido cítrico como regulador del pH). Se ha elegido el melocotón como fruta principal por ser la de mayor producción en la Región de Murcia, siendo además la “confitura de melocotón” de las más consumidas por los mercados.

La pectina se ha sustituido por corteza de limón obtenida como subproducto en la industrialización del limón y que constituye el fundamento y objetivo de esta tesis: revalorización del limón elevando un subproducto a la categoría de ingrediente y que lleva implícito un aumento del valor añadido, mejora y protección del medio ambiente y ahorro energético, en definitiva, una transformación más sostenible.

Para los ajustes de acidez y pH se utiliza zumo del propio limón, que unido a lo anterior determina una mejora nutricional del producto obtenido.

En sintonía con la demanda, muy sujeta al trinomio salud-silueta-obesidad, se ha planteado la formulación de 3 productos: Confitura convencional (63% de azúcares), confitura de valor energético reducido (40% de azúcares) y confitura sin azúcar añadido (12-14% de azúcares aportados exclusivamente por los azúcares naturales de los ingredientes).

#### **IV.1. INGREDIENTES.**

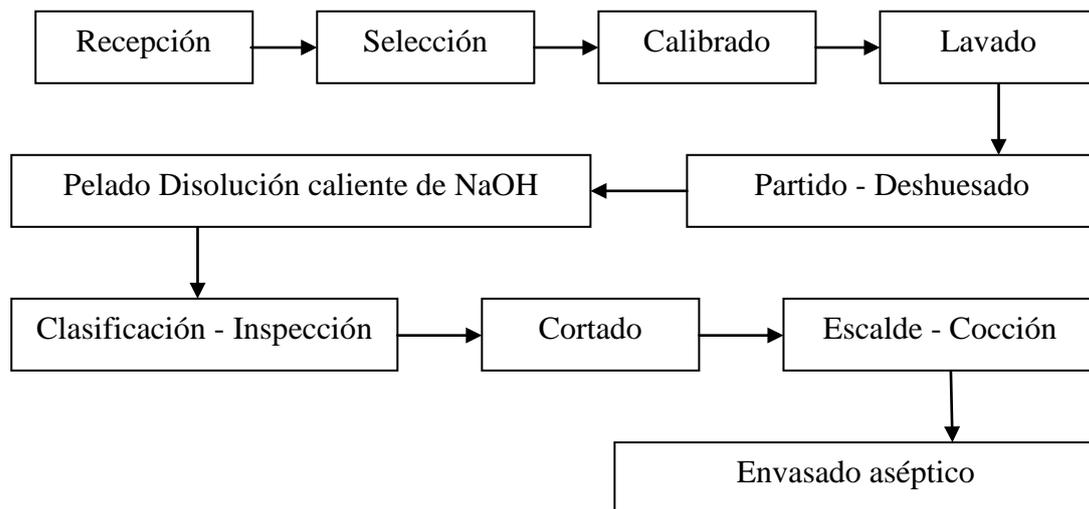
Esta primera etapa del trabajo experimental consiste en una toma de contacto con los ingredientes disponibles, tomando como base para la formulación y elaboración de las confituras la experiencia industrial adquirida y las tendencias de consumo.

Los ingredientes disponibles son:

1. Pulpa de melocotón (Ref.: envasado aséptico)
2. Azúcar
3. Zumo de limón (Ref.: ZLP 080408)
4. Corteza de limón inicial
5. Agua
6. Jarabe de sorbitol
7. Sucralosa
8. Aspartamo
9. Lactato cálcico

#### IV.1.1. Pulpa de melocotón.

Disponible en bolsas asépticas de 5 Kg refrigeradas. Melocotón variedad Catherine del campo de Cieza (Murcia).



**Figura IV.1.** Diagrama de flujo preparación pulpa de melocotón.

Abierta la bolsa, los trozos de fruta se someten a una reducción de tamaño pasándola por una cortadora pulpadora con placa perforada de 12 milímetros de diámetro. En la tabla VI.1 se muestra la caracterización físico-química de la pulpa empleada.

**Tabla IV.1.** Caracterización de la pulpa de melocotón.

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	11,60	11,80	11,7	11,7	0,100
pH	3,93	3,86	3,90	3,90	0,035
Acidez (% ácido cítrico)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,000
Textura (Fuerza/g)	214,1	198,1	229,3	213,8	15,60

**IV.1.2. Azúcar.**

Blanquilla para uso alimentario

**IV.1.3. Zumo de limón (Ref.: ZLP 080408).**

Procedente de línea de extracción, acabado y clarificado que ha sido sometido a pasterización relámpago y enfriamiento inmediato, mantenido refrigerado hasta su utilización durante un corto periodo de tiempo. Para la caracterización físico-química de este ingrediente se analiza el pH, sólidos solubles, acidez y % de pulpa, cuyos resultados se muestran en la tabla IV.2.

**Tabla IV.2.** Caracterización del zumo de limón.

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	8,9	9,1	9,0	9,0	0,100
pH	2,72	2,75	2,75	2,73	0,017
Acidez (% ácido cítrico)	5,44	5,30	5,57	5,44	0,135
% Pulpa	8,79			8,79	0,000

**IV.1.4. Preparación de puré de corteza de limón con tratamiento enzimático (1).**

- *Puré de corteza de limón Ref.: 081015(1).*

*No se efectúan lavados con agua de la corteza, solo dilución.*

El proceso de elaboración ha consistido en pasar por la cortadora-pulpadora con orificio (4,5 mm) 1586 g de corteza de limón descongelada (CIMUSA 080226) mezclada con 400 g de agua, obteniéndose un peso final de 1856 g (Rto.: 93.45%). El producto obtenido se mezcla con 200 g de agua y 0.185 g de enzima pectinmetilesterasa (DSM, Holanda) durante 90 minutos a temperatura ambiente. El peso final de la mezcla es de 2056 g. A continuación se calienta en microondas en etapas de 3 y 5 minutos hasta alcanzar una temperatura mayor de 90°C y se deja enfriar. El peso obtenido después de calentar es de 1836 g con un contenido de corteza de limón tratada para su utilización de

72,09%. Por último se congela para su conservación. La caracterización físico-química de la corteza de limón obtenida se muestra en la tabla IV.3.

**Tabla IV.3.**Caracterización Corteza de Limón (Ref.: 081015)(1).

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	7,0	7,1	7,0	7,03	0,058
PH	3,56	3,61	3,62	3,60	0,032
Acidez (% ácido cítrico)	0,77	0,77	0,83	0,79	0,034
Textura (Fuerza / g)	282,9	313,6	242,4	279,6	35,71
Color	Máx.	Min.	Media	SD	
L	63,21	63,11	63,16	0,05	
a*	-2,42	-2,47	-2,45	0,02	
b*	20,57	20,45	20,51	0,06	

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia 081015 (1).*

Corteza bruta de limón descongelada (b)	1586 g (79,86%)
Agua añadida	400 g (20,14%)
Peso total	1986 g
Merms en cortadora	-130 g
Peso después de cortadora	1856 g (1)

Composición de la masa obtenida	
79,86% de Corteza de limón	1482,20 g
20,14 % Agua	373,80 g
Nueva adición de agua	200 g
Peso total nueva mezcla: Peso (1) +agua añadida	2056,00 g (2)

Composición de 2	
Corteza de limón	1482,20 g (72,09 % )
Agua (373,80 +200)	573,80 g (27,91 %)
Merma calentamiento del puré	-220,0 g
Peso final puré de corteza de limón ((2)-220g)	1836 g (3)
Composición final del puré de corteza de limón (3)	
72,09% de Corteza de limón tratada (t)	1325,57 g
27,91 % Agua	512,43 g
Consumo de corteza bruta (b) de limón en la obtención de corteza tratada (t)	_____
Rendimiento de transformación de corteza bruta de limón (b) en corteza tratada (t) para su utilización	_____

(b) Corteza bruta, sin ningún tipo de tratamiento

(t) Corteza tratada, que implica reducción de tamaño, lavada, escurrida y triturada dispuesta para su utilización sola o mezclada con agua.

Ese mismo día se realiza otro puré de corteza (Ref.: 081015(2)); para la preparación del puré se mezclan misma cantidad en peso de corteza de limón (Ref.: 081015(1)) y de agua y se trituran en una picadora modelo “Thermomix”. La caracterización físico-química de este producto se presenta en la tabla IV.4.

**Tabla IV.4.** Caracterización Corteza de Limón (Ref.: 081015) (2).

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	4,1	4,1	4,0	4,07	0,058
pH	3,65	3,66	3,67	3,66	0,010
Acidez (% ácido cítrico)	0,51	0,45	0,51	0,49	0,035

#### IV.2 CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 211008CML40.

A continuación se describe el procedimiento para elaborar las diferentes confituras utilizando corteza de limón Ref.: 081015(1) o su variación como puré de corteza de limón (2), y los resultados analíticos de los elaborados.

Los ingredientes de esta primera formulación se muestran en la tabla IV.5.

**Tabla IV.5.** Formulación de la confitura de melocotón de reducido contenido energético 211008CML40.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 211008CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11	55,00
Azúcar	329,60	100	329,60
Puré de corteza de limón ref. 081015 (1)	200,00 <sup>1</sup>	7	14,00
Zumo de limón	20,00	7	1,40
Agua evaporación	100	-	-
<b>Total</b>	<b>1149,60</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-149,60	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

(<sup>1</sup>)La corteza de limón se moltura en un mortero antes de la adición al resto de ingredientes.

A la confitura obtenida se le realiza un control físico-químico y los resultados se presentan en la tabla IV.6.

**Tabla IV.6.** Caracterización físico-química de la confitura 211008CML40.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	42,0	41,9	41,8	41,9	0,100
pH	3,80	3,80	3,81	3,80	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,45	0,38	0,32	0,38	0,065
Bostwick 60 seg	2,5			2,5	0,000
Sinéresis	0,3			0,3	0,000
Textura (Fuerza / g)	51,02	50,75	49,58	50,45	0,765
<b>Color.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	49,69	48,31	48,86		0,54
a*	0,31	0,12	0,13		0,23
b*	17,91	16,77	17,49		0,62

<sup>1</sup> Contiene 72,09% de corteza (t) de limón:  $200 \times 0,7209 = 144,18$  g de corteza (t)/1000 g de confitura; que supone un consumo de  $144,17 \times 1,20 = 173,02$  g de corteza bruta de limón/1000g de confitura.

A estas muestras se les realiza un test sensorial según el procedimiento descrito por la norma UNE - ISO 4121:2006. “Evaluación de los productos alimentarios por métodos que utilizan escalas”. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla IV.7. Se evalúa cada parámetro del producto teniendo en cuenta la siguiente asociación: 1- Desagradable, 2-Ligeramente desagradable, 3-Ni agradable, ni desagradable, 4-Agradable y 5-Muy agradable.

**Tabla IV.7.** Resultado del análisis sensorial de la confitura 211008CML40.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global.</b>	4,0	0,707
<b>Color.</b>	3,6	0,548
<b>Sabor.</b>	3,8	1,096
<b>Textura.</b>	3,2	1,095
<b>Sinéresis.</b>	2,8	0,837
<b>Olor.</b>	3,2	0,447

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

Las conclusiones de esta confitura fueron que tenía demasiado sabor a limón, aparecían bastantes restos de la corteza que aportaban una textura crujiente por el tamaño excesivo de esta, que provoca un aumento del valor de la fuerza (g) medido en texturómetro. En relación al sabor era aceptable.

### **IV.3 CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 051108CML63A, 051108CML63B.**

Para mejorar la textura y aspecto de la confitura se ha sustituido el puré de la corteza de limón (1) por puré (2), elaborando una confitura según la formulación que se presenta en la tabla IV.8.

(2) El puré de corteza de limón Ref.: 081015(2) se obtiene mediante trituración de puré Ref.: 081015(1) y agua a partes iguales, con un contenido de corteza de limón tratada (t) de 36,05%.

**Tabla IV.8.** Formulación de la confitura de alto contenido en azúcar 051108CML63A.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 051108CML63A		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	559,60	100	559,60
Puré de corteza de limón (Ref.: 081015) (2) 36,05% corteza (t)	200,00 <sup>2</sup>	4	8,00
Zumo de limón	120,00	9	10,80
<b>Total</b>	<b>1379,60</b>	<b>-</b>	<b>636,40</b>
-Evaporación	-379,60	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63,6</b>	<b>636,40</b>

Los resultados del análisis físico-químico se muestran en la tabla IV.9.

**Tabla IV.9.** Caracterización físico-química de la confitura 051108CML63A.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	66,0	66,1	66,1	66,07	0,058
pH	3,32	3,32	3,33	3,32	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	1,41	1,28	1,22	1,30	0,097
Bostwick 60 seg	1,0			1,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	68,80	69,53	71,84	70,06	1,59
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	47,23	46,98	47,12	0,12	
a*	2,75	2,58	2,64	0,09	
b*	12,36	12,07	12,23	0,14	

<sup>2</sup>Contiene 36,05% de corteza (t) de limón:  $200,00 \times 0,3605 = 72,1$  g de corteza (t)/ 1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $72,1 \times 1,20 = 86,52$  g /1000 g de corteza.

Los resultados del análisis sensorial, mostrados en la tabla IV. 10, indican que en general para todos los parámetros la confitura con 63°Brix son aceptables aunque se sigue percibiendo restos de corteza de limón. Los sólidos solubles (66 °Brix) se han desviado del valor pretendido (63 °Brix) por un mal ajuste del punto final de cocción.

**Tabla IV.10.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 051108CML63A.

	<b>Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,4	0,548
<b>Color</b>	3,8	0,447
<b>Sabor</b>	3,0	0,707
<b>Textura</b>	3,8	1,095
<b>Sinéresis</b>	3,8	1,095
<b>Olor</b>	3,4	0,548

Se elabora una nueva confitura de 63 °Brix pero se reduce a la mitad la corteza de limón, para mejorar la formulación anterior y se codifica como 051108CML63B. Los ingredientes de esta nueva formulación se muestran en la tabla IV.11

**Tabla IV.11.** Formulación de la confitura de alto contenido en azúcar 051108CML63B.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 051108CML63B		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	557,20	100	557,20
Puré de corteza de limón (Ref.: 081015) 36,1% de corteza (t)	100,00 <sup>3</sup>	4	4,00
Zumo de limón	120,00	9	10,80
<b>Total</b>	<b>1277,20</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
-Evaporación	-277,20	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63</b>	<b>630,00</b>

<sup>3</sup>Contiene 36,05% de corteza (t) de limón:  $100 \times 0,3605$  g de corteza t / 1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $36,05 \times 1,20 = 43,26$  g/1000g de confitura.

Los resultados del análisis físico-químico se muestran en la tabla IV.12.

**Tabla IV.12.** Caracterización físico-química de la confitura 051108CML63B.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	64	64	64	64	0,000
pH	3,14	3,14	3,14	3,14	0,000
Acidez (% ácido cítrico)	1,21	1,08	1,02	1,10	0,097
Bostwick 60 seg	4			4	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	39,57	47,62	31,57	39,59	8,03
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	44,22	44,06	44,12		0,08
a*	2,68	2,53	2,59		0,08
b*	6,24	5,79	6,00		0,02

Los resultados del análisis sensorial se muestran en la tabla IV.13.

**Tabla IV.13.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 051108CML63B.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,0	0,000
<b>Color</b>	4,4	0,584
<b>Sabor</b>	3,6	0,584
<b>Textura</b>	4,4	0,584
<b>Sinéresis</b>	4,2	0,447
<b>Olor</b>	4,0	0,000

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

La valoración de la textura (entre agradable a muy agradable) ha mejorado a pesar de ser la confitura más fluida.

#### IV.4 CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 061108CMLSAA, 171108CMLSAAB.

En esta cuarta formulación se elabora una confitura sin azúcar de acuerdo a la demanda actual de los consumidores por alimentos Light.

En la tabla IV.14 aparece la formulación de la confitura sin azúcar que se ha codificado como 061108CMLSAA.

**Tabla IV.14.** Formulación de la confitura sin melocotón 061108CMLSAA.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido.	<b>Código:</b> 061108CMLSAA		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón (Ref.: 081015) (2) 36,05% de corteza (t)	400,00 <sup>4</sup>	4	16,00
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,39
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Zumo de limón	20,00	7	1,40
Lactato cálcico	23,00	100	23,00
Agua evaporación	150	-	-
<b>Total</b>	<b>1251,90</b>	<b>-</b>	<b>151,79</b>
-Evaporación	-251,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>15,2</b>	<b>151,79</b>

Los resultados del análisis físico-químico se muestran en la tabla IV.15.

<sup>4</sup>Contiene 36,05% de corteza (t) de limón :  $400 \times 0,3605 = 144,18$  g de corteza t/1000g de confitura; supone un consumo de corteza (b) de limón:  $144,18 \times 120 = 173,02$ g /1000g de confitura.

**Tabla IV.15.** Caracterización físico-química de la confitura 061108CMLSAA.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	15	15	15	15	0,000
pH	4,02	4,01	4,01	4,01	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,64	0,70	0,83	0,72	0,097
Bostwick 60 seg	3,5			3,5	0,000
Sinéresis	0,5			0,5	0,000
Textura (Fuerza / g)	24,47	15,48	14,69	18,21	5,43
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	51,33	51,29	51,31	0,02	
a*	-0,26	-0,27	-0,27	0,01	
b*	30,93	30,82	30,89	0,06	

Se obtiene una confitura que no supera los límites de aceptabilidad, tal como demuestran los resultados del análisis sensorial (tabla IV.16), se pierde la textura de confitura y el sabor a melocotón.

**Tabla IV.16.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 061108CMLSAA.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	2,0	0,707
<b>Color</b>	2,4	0,584
<b>Sabor</b>	2,0	0,707
<b>Textura</b>	2,0	0,707
<b>Sinéresis</b>	2,0	1,225
<b>Olor</b>	3,0	0,000

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

Debido a los malos resultados obtenidos en la confitura sin azúcar añadido se modifica la formulación de la misma, con el objetivo sobre todo de mejorar la textura y el sabor, a esta nueva confitura se la referencia como 061108CMLSAB y su formulación se describe en la tabla IV.17.

**Tabla IV.17.** Formulación de la confitura sin azúcar añadido 171108CMLSAB.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido	<b>Código:</b> 171108CMLSAB		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón (Ref.: 081015) (2) <sup>(*)</sup> 36,05% de corteza (t)	200,00 <sup>5</sup>	4	8,00
Zumo de limón	20,00	7	1,40
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,39
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Lactato cálcico	23,00	100	23,00
Agua evaporación	350	-	-
<b>Total</b>	<b>1251,90</b>	<b>-</b>	<b>143,79</b>
Evaporación	-251,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>14,38</b>	<b>143,79</b>

(\*) Se ha formulado con la mitad del puré de corteza de limón que la muestra 061108CMLSAA para ver si mejora el sabor de la confitura ,que en la análisis sensorial ha dado un valor muy bajo.

Los resultados del análisis físico-químico y sensorial se muestran en las tablas IV.18. y IV.19.

A pesar de los cambios en esta segunda formulación de la confitura sin azúcar añadidos no se ha conseguido la consistencia de esta, tal como demuestran los altos valores de Bostwick y la presencia de sinéresis. Estos resultados se corroboran con los valores obtenidos en el análisis sensorial realizado, en el que ninguno de los parámetros evaluados, consigue una valoración por encima del límite de aceptabilidad de 3.

<sup>5</sup>Contiene 36,05% de corteza (t) de limón:  $200 \times 0,3605 = 72,1$  g de corteza t/1000g de confitura; supone un consumo de corteza b de limón:  $72,1 \times 1,20 = 86,2$  /1000g de confitura.

**Tabla IV.18.** Caracterización físico-química de la confitura 171108CMLSAb.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	14	14	14	14	0,000
pH	4,18	4,17	4,18	4,18	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,51	0,64	0,58	0,58	0,065
Bostwick 60 seg	6			6	0,000
Sinéresis	1,5			1,5	0,000
Textura (Fuerza / g)	8,42	10,23	11,00	9,88	1,32
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	49,55	49,43	49,50		0,06
a*	0,92	0,90	0,91		0,01
b*	34,90	34,72	34,82		0,09

**Tabla IV.19.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 171108CMLSAB.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	2,0	0,000
<b>Color</b>	2,6	0,894
<b>Sabor</b>	2,0	0,707
<b>Textura</b>	2,0	0,707
<b>Sinéresis</b>	1,2	0,447
<b>Olor</b>	3,0	0,000

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

**V. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE  
LIMÓN TRATADA ENZIMÁTICAMENTE**

Se pretende con estos ensayos introducir variaciones en la preparación de la corteza de limón que modifiquen el aspecto y presentación de las confituras obtenidas en el capítulo IV, incidiendo en mejorar: sabor, amargor, el refinado de la corteza para eliminar corpúsculos blancos detectables a simple vista y en la masticación y la consecución de un producto más homogéneo.

## **V.1. INGREDIENTES.**

Los ingredientes son los ya definidos anteriormente excepto la corteza de limón.

1. Pulpa de melocotón (Ref.: envasado aséptico)
2. Azúcar
3. Zumo de limón (Ref.: ZLP 080408)
4. Corteza de limón (Ref.: 081112)
5. Agua
6. Jarabe de sorbitol
7. Sucralosa
8. Aspartamo
9. Lactato cálcico

### **V.1.1. Preparación de corteza de limón (Ref.:081112).**

Se utilizan dos tipos de corteza de limón, tomadas de la producción de mitad de la campaña y conservadas por congelación.

A: 1,3 kg tratada enzimáticamente.

B: 1,7 kg sin tratar.

Esta mezcla (3 kg) se somete a tres lavados con agua a temperatura ambiente (20-30°C) en una proporción 1:1,5 en peso (4,5 kg de agua) en cada uno de ellos, con el objetivo de eliminar sustancias que aporten amargor.

En primer lugar se descongela la corteza con el mismo agua con la que se realiza el primer lavado, calentando suavemente y evitando evaporaciones. Seguidamente se deja en contacto con el agua durante 2 horas y por último se procede a la separación del

agua, exprimiendo fuertemente a mano la mezcla pulpa/agua envuelta en una tela resistente y porosa. El segundo y tercer lavado se realizan de la misma forma (sin calentar y con la misma cantidad de agua) pero el contacto entre corteza y agua se lleva a cabo durante 24 y 2 horas respectivamente.

El análisis de aguas de lavado después del escurrido se muestra en la tabla V.1.

**Tabla V.1.** Caracterización de las aguas de lavado.

	<b>pH</b>	<b>° Brix</b>
1 <sup>er</sup> agua de lavado	3,73	2,8
2 <sup>a</sup> agua de lavado	3,86	1,8
3 <sup>er</sup> agua de lavado	4,03	1,0

Después del tercer lavado se observa una bajada importante de la acidez y sólidos solubles en el agua de lavado, de 2,8 a 1°Brix, prácticamente los reducimos a la tercera parte.

La corteza exprimida se tritura con una trituradora (modelo “Thermomix”) obteniéndose un peso de 2,467 kg (Rendimiento 82,23% con respecto a la masa de corteza congelada inicial).

### **V.1.2. Preparación del puré de corteza de limón (Ref.: 081112)(3).**

La corteza de limón exprimida y triturada obtenida tras el tercer lavado (visto en V.1.1.), se mezcla a partes iguales con agua y se vuelve a triturar, obteniéndose un puré (en el que aun se aprecian pequeñas partículas de corteza) con el que se elaboran las confituras de este capítulo V. Contenido de corteza tratada (t) en el puré igual al 50%.

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia 081112 (3).*

Corteza bruta de limón congelada (b)	1300 g+ 1700g =3000 g
Peso corteza tratada (t) (Lavada, exprimida y triturada)	2467 g

**Mezcla con agua:**

Corteza tratada (t)	2467 g (50%)
Agua añadida	2467 g (50%)
Peso final puré	4934 g

Composición final del puré de corteza de limón ref. 081112 (3)	_____
Consumo de corteza bruta (b) de limón para la obtención de corteza tratada (t) en el puré	_____
Rendimiento de transformación de corteza bruta (b) de limón en corteza tratada (t) para su utilización	_____

**V.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 201108CML40.**

Con los ingredientes descritos en el apartado anterior se elabora una confitura de melocotón de reducido contenido energético cuya formulación se describe en la tabla V.2 codificada como 201108CML40.

A continuación, los resultados del análisis físico-químico y sensorial se muestran en las tablas V.3. y V.4.

**Tabla V.2.** Formulación de confitura 201108CML40.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 201108CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11	55,00
Azúcar	339,20	100	339,20
Puré de corteza de limón (Ref.: 081112) (3) 50% de corteza (t)	400,00 <sup>1</sup>	1	4,00
Zumo de limón	20,00	9	1,80
<b>Total</b>	<b>1259,20</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-259,20	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400</b>

**Tabla V.3.** Caracterización físico-química de la confitura 201108CML40.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	41,8	41,6	41,6	41,7	0,115
pH	3,68	3,66	3,66	3,67	0,012
Acidez (% ácido cítrico)	0,45	0,51	0,45	0,47	0,035
Bostwick 60 seg	0,5			0,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	41,8	41,6	41,6	41,7	0,115
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	51,26	50,29	50,83		0,49
a*	-0,51	-0,78	-0,63		0,15
b*	23,76	23,39	23,59		0,18

<sup>1</sup>Contiene 50% de corteza (t) de limón:  $400 \times 0,50 = 200,0$  g de corteza t de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $200 \times 1,22 = 244,00$  g/1000 g de confitura.

**Tabla V.4.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 201108CML40.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,0	0,000
<b>Color</b>	3,0	0,707
<b>Sabor</b>	2,8	0,837
<b>Textura</b>	2,6	0,894
<b>Sinéresis</b>	4,2	0,836
<b>Olor</b>	3,8	1,095

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

Los resultados del análisis sensorial demuestran con respecto al sabor y la textura que no se ha conseguido mejorar con respecto a la confitura de reducido contenido energético descrita en el apartado IV.2, aunque esta última es más homogénea.

### **V.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 201108CML63.**

Se repite la elaboración de confitura de alto contenido en azúcar descrito en el apartado IV.3 pero utilizando los ingredientes y cantidades descritos en la tabla V.5.

Los resultados analíticos de esta muestra se encuentran en las tablas V.6 y V.7.

Con esta nueva elaboración se obtiene una confitura en la que se consigue una importante mejora comparando con el ensayo IV.3. Desaparece la sinéresis y la valoración global es superior al límite de aceptabilidad de 3. Tal como se muestra en la tabla V.7.

**Tabla V.5.** Formulación de confitura 201108CML63.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 201108CML63		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	559,70	100	559,70
Puré de corteza de limón (Ref.: 081112) (3) 50% de corteza (t)	150,00 <sup>2</sup>	1	1,5
Zumo de limón	120,00	9	10,80
<b>Total</b>	<b>1329,70</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
-Evaporación	-329,70	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63,6</b>	<b>630,00</b>

**Tabla V.6.** Caracterización físico-química de la confitura 201108CML63.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	62,8	64,0	63,4	63,4	0,600
pH	3,20	3,23	3,19	3,21	0,021
Acidez (% ácido cítrico)	0,83	0,90	0,96	0,90	0,065
Bostwick 60 seg	2,5			2,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	56,09	65,81	39,96	53,95	13,06
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	52,18	48,80	50,08		1,83
a*	2,08	1,95	2,04		0,73
b*	7,22	6,65	6,87		0,35

<sup>2</sup>Contiene 50% de corteza (t) de limón: 150, x 0,50 =75 g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón :75x1,22 = 91,50 g/1000 g de confitura.

**Tabla V.7.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 201108CML63.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,447
<b>Color</b>	4,6	0,548
<b>Sabor</b>	3,6	0,548
<b>Textura</b>	4,4	0,894
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	3,8	1,095

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

#### V.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 211108CMLSA.

En la tabla V.8. se muestra la nueva formulación.

**Tabla V.8.** Formulación de la confitura 211108CMLSA

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido	<b>Código:</b> 211108CMLSA		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón (Ref.: 081112) (3) 50% de corteza (t)	400,00 <sup>3</sup>	1	4,00
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,39
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Zumo de limón	20,00	9	1,80
Lactato cálcico	23,00	100	23,00
Agua evaporación	350	-	-
<b>Total</b>	<b>1451,90</b>	<b>-</b>	<b>140,19</b>
-Evaporación	-451,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>14</b>	<b>140,19</b>

El objeto de esta prueba es mejorar las características de la confitura sin azúcar añadido, que no se consiguieron en la confitura descrita en el apartado IV.4, utilizando

<sup>3</sup>Contiene 50% de corteza (t) de limón:  $400 \times 0,50 = 200,0$  g de corteza t de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $200 \times 1,22 = 244,00$  g/1000 g de confitura.

los ingredientes indicados en el apartado V.1 y según la formulación de la tabla V.8. En la tabla V.9. se muestran los resultados analíticos.

**Tabla V.9.** Caracterización físico-química de la confitura 211108CMLSA.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	13,6	13,6	13,6	13,6	0,000
pH	4,10	4,10	4,10	4,10	0,000
Acidez (% ácido cítrico)	0,51	0,51	0,58	0,53	0,040
Bostwick 60 seg	1,0			1,0	0,000
Sinéresis	0,0			0,0	0,000
Textura (Fuerza / g)	32,45	32,44	38,79	34,56	3,66
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	52,55	51,95	52,25		0,32
a*	-0,55	-0,59	-0,55		0,04
b*	25,35	25,11	25,24		0,12

Esta nueva fórmula no mejora la confitura sin azúcar descrita en el apartado IV.4, al contrario los atributos sensoriales (tabla V.10) están por debajo del límite de aceptabilidad y de la anterior formulación.

**Tabla V.10.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 211108CMLSA.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	1,6	0,548
<b>Color</b>	1,6	0,548
<b>Sabor</b>	2,0	0,707
<b>Textura</b>	2,2	0,837
<b>Sinéresis</b>	2,4	0,548
<b>Olor</b>	3,2	0,447

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

**VI. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE  
LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE**

En estos ensayos se utiliza corteza de limón suministrada por CIMUSA con un contenido de humedad de 81.11% y su referencia 080226.

El objetivo es conseguir mejorar los parámetros del análisis sensorial de los ensayos precedentes, sobretodo en la confitura sin azúcar añadido que no presenta niveles de puntuación aceptables. También se introduce la utilización de concentrado de limón refinado como acidificante (más uniforme y con menor aporte de sabor y aroma).

## **VI.1 INGREDIENTES.**

Los ingredientes empleados para la realización de esta prueba son:

1. Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico)
2. Azúcar
3. Zumo de limón (Ref.: ZLP 080408)
4. Concentrado de limón (Ref.: 081128 de 400 g/L (de ácido cítrico))
5. Corteza de limón no tratada enzimáticamente (Ref.: NTE (4) 38,05%)
6. Agua
7. Jarabe de sorbitol
8. Sucralosa
9. Aspartamo
10. Lactato cálcico.

### **VI.1.1. Preparación del puré de corteza de limón NTE (4) (38,05% de corteza).**

Se parte de corteza congelada CIMUSA 080226 que no ha sido tratada con enzima (Humedad: 81,11%). Se mezclan 3500 g de ésta con 3500 g de agua en un calderín calentando suavemente ( $T^a < 35^{\circ}\text{C}$ ). Una vez descongelada la corteza, la mezcla agua/corteza se pasa por una picadora con una placa con orificios de 13 mm de diámetro. Para evitar pérdidas se arrastra con 1750 g de agua. A continuación se procede a la separación del líquido, exprimiendo fuertemente a mano la mezcla pulpa/agua envuelta en una tela resistente y porosa, obteniéndose un peso de corteza escurrida de 2840 g (Rto: 81,14%). Se vuelve a poner en remojo la corteza con 1,5 partes de agua (4260 g), se agita, se deja reposar durante 20 horas en una cámara frigorífica (0-2 °C) y por último se procede a la separación del líquido repitiendo el procedimiento anteriormente descrito, obteniéndose un peso de corteza de 2547 g, consiguiendo un rendimiento del 72,77%; sobre los 3,5 Kg iniciales.

El análisis de aguas de lavado muestra los siguientes resultados:

**Tabla VI.1.** Caracterización de las aguas de lavado.

	<b>pH</b>	<b>°Brix</b>
1 <sup>er</sup> agua de lavado	3,93	3,6
2 <sup>a</sup> agua de lavado	3,92	2,0

Seguidamente, la corteza escurrida se mezcla a partes iguales con agua y se pasa de nuevo por la picadora, esta vez con un diámetro de orificio de 4,5 mm. Por último, la mezcla obtenida se pasa por un molino coloidal en 3 etapas en las que se va reduciendo el espacio entre las muelas de dicho molino. Para evitar pérdidas, se arrastra con 1600 g más de agua. El producto obtenido es el puré que se va a utilizar en la elaboración de la siguiente serie de confituras (4) con un 38,05% de corteza tratada (t) (lavada y escurrida). A este puré se le referencia como puré corteza limón NTE 38,05% de corteza (4).

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia NTE (4) 38,05%.*

Corteza bruta de limón congelada (b)	3500 g
Peso corteza de limón tratada (t) (lavada, exprimida y triturada)	2547g
1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup> adición de agua (2547g+1600g)	4147g
Peso total de puré de corteza de limón	6694 g
Composición final del puré de corteza de limón ref. NTE (4)	—
Consumo de corteza bruta (b) de limón para la obtención de corteza tratada (t) en el puré	————— —————
Rendimiento de transformación de corteza bruta (b) de limón en corteza tratada (t) para su utilización	———

## VI.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 041208CML40CL.

La formulación y caracterización de esta confitura se muestran en las tablas VI.2. y VI.3.

**Tabla VI.2.** Formulación de la confitura de reducido contenido energético.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 041208CML40CL		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11	55,00
Azúcar	331,40	100	331,40
Puré de corteza de limón NTE (4) 38,05% corteza (t)	600,00 <sup>1</sup>	2	12,00
Concentrado de limón 081128 400 g/L	3,24	47	1,52
Agua evaporación	16,76	-	-
<b>Total</b>	<b>1451,40</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-451,40	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

**Tabla VI.3.** Caracterización físico-química de la confitura 041208CML40CL.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	41	41	41	41	0,000
pH	3,61	3,64	3,64	3,63	0,017
Acidez (% ácido cítrico)	0,51	0,58	0,70	0,60	0,096
Bostwick 60 seg	1,0			1,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	43,79	43,63	45,53	44,32	1,054
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>	<b>SD</b>	
L	62,58	62,56	62,57	0,01	
a*	-1,60	-1,64	-1,61	0,02	
b*	8,78	8,69	8,74	0,04	

<sup>1</sup>Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $600 \times 0,3805 = 228,30$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $228,30 \times 1,37 = 312,77$  g/1000 g de confitura.

Los resultados de la tabla VI.3 del análisis físico-químico, muestran unos valores acordes a una confitura de bajo contenido calórico, no apareciendo sinéresis. En relación a los parámetros sensoriales todos muestran un valor superior al límite de aceptabilidad de 3 (tabla VI.4). Es una confitura con buen sabor y textura y olor a melocotón.

**Tabla VI.4.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 041208CML40CL.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,0	0,707
<b>Color</b>	4,0	0,707
<b>Sabor</b>	3,8	0,447
<b>Textura</b>	3,8	1,095
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,0	0,000

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

### **VI.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 041208CML57ZL, 091208CML63CL.**

La elaboración y formulación de esta confitura, que se ha codificado como, 041208CML57ZL, es equivalente a las descritas en epígrafes anteriores pero en su formulación se ha utilizado la corteza de limón (NTE (4) 38,05%) procesado según el procedimiento descrito en el apartado VI.1, los ingredientes se muestran en la tabla VI.5.

Se obtiene una confitura con 57° Brix en lugar de 60° Brix, con lo cual las características sensoriales son inferiores a las obtenidas en formulaciones anteriores. Presenta un sabor muy fuerte a limón por lo que se descarta este ensayo. Los resultados se muestran en las tablas VI.6 y VI.7.

**Tabla VI.5.** Formulación de la confitura 041208CML57ZL.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 041208CML57ZL		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	498,90	100,0	498,90
Puré de corteza de limón NTE (4) 38,05% corteza (t)	225,00 <sup>2</sup>	2,0	4,50
Zumo de limón	120,00	8,0	10,60
<b>Total</b>	<b>1343,90</b>	<b>-</b>	<b>572,00</b>
-Evaporación	-343,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>57,0</b>	<b>572,00</b>

**Tabla VI.6.** Caracterización físico-química de la confitura 041208CML57ZL.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	58,0	58,0	58,0	58,0	0,000
pH	3,28	3,27	3,25	3,27	0,015
Acidez (% ácido cítrico)	1,15	1,09	1,15	1,13	0,035
Bostwick 60 seg	4,5			4,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	19,47	18,80	17,36	18,54	1,078
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	58,68	58,67	58,67		0,01
a*	-0,83	-0,87	-0,84		0,02
b*	3,56	3,52	3,54		0,02

<sup>2</sup>Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $225 \times 0,3805 = 85,61$  g de corteza t de limón/1000g de confitura; que supone un consumo de de corteza (b) de limón:  $85,61 \times 1,37 = 117,29$  g/1000 g de confitura.

**Tabla VI.7.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 041208CML57ZL.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,8	0,837
<b>Color</b>	4,4	0,894
<b>Sabor</b>	3,6	1,140
<b>Textura</b>	4,0	0,707
<b>Sinéresis</b>	4,2	0,447
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

Se realiza un nuevo ensayo de confitura de alto contenido en azúcar utilizando el puré de corteza de limón NTE 38,05% (4). Se pretende conseguir una confitura de 63°Brix y mejorar las características sensoriales, para bajar el tiempo de cocción se sustituye como acidulante el zumo de limón por zumo concentrado de limón. La formulación se muestra en la tabla VI.8.

**Tabla VI.8.** Formulación de la confitura 091208CML63CL.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 091208CML63CL		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	557,16	100,0	557,16
Puré de corteza de limón NTE (4) 38,05% de corteza (t)	225,0 <sup>3</sup>	2,0	4,50
Concentrado de limón	22	47,0	10,34
<b>Total</b>	<b>1304,16</b>		<b>630,00</b>
-Evaporación	-304,16		
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63,0</b>	<b>630,00</b>

<sup>3</sup> Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $225 \times 0,3805 = 85,61$  g de corteza t / 1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $85,61 \times 1,37 = 117,29$  g/1000g de confitura.

Al aumentar los °Brix de 57 a 63 (tabla VI.9) y sustituir el zumo por zumo concentrado refinado de limón, mejora sensiblemente el análisis y la valoración global del producto (tabla VI.10).

**Tabla VI.9.** Caracterización físico-química de la confitura 091208CML63CL.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	62,3	62,6	63,0	62,63	0,351
pH	3,16	3,18	3,18	3,17	0,011
Acidez (% ácido cítrico)	1,15	1,34	1,28	1,26	0,097
Bostwick 60 seg	1,5			1,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	82,99	90,61	88,12	87,24	3,885
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>	<b>SD</b>	
L	58,70	58,68	58,69	0,01	
a*	-0,83	-0,95	-0,91	0,06	
b*	3,44	3,35	3,39	0,04	

**Tabla VI.10.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 091208CML63CL.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,837
<b>Color</b>	4,6	0,548
<b>Sabor</b>	3,6	1,140
<b>Textura</b>	4,6	0,548
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

#### VI.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 051208CMLSACL.

En este último ensayo, se pretende ver el efecto del puré de corteza de limón no tratado enzimáticamente (NTE 38,05%) (4), en la elaboración de confitura sin azúcar añadido, codificada como 051208CMLSACL.

Los ingredientes utilizados en la elaboración de esta confitura se muestran en la tabla VI.11.

**Tabla VI.11.** Formulación de la confitura 051208CMLSACL.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido.	<b>Código:</b> 051208CMLSACL		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón NTE (4) 38,05% de corteza (t)	600,00 <sup>4</sup>	2,0	12,00
Jarabe de sorbitol	57,50	70,0	40,39
Sucralosa	0,40	100,0	0,40
Aspartamo	1,00	100,0	1,00
Concentrado de limón	3,24	47,0	1,52
Lactato cálcico	23,00	100,0	2,00
Agua evaporación	166,76	-	-
<b>Total</b>	<b>1451,90</b>	<b>-</b>	<b>147,90</b>
-Evaporación	-451,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>14,8</b>	<b>147,90</b>

Se consiguen mejorar en general todos los parámetros físico-químicos y sensoriales, como muestran los resultados de las tablas VI.12 y VI.13, siendo los valores

<sup>4</sup> Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $600 \times 0,3805 = 228,30$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de de corteza (b) de limón:  $228,30 \times 1,37 = 312,77$ g/1000 g de confitura

sensoriales superiores a 3, aunque la textura todavía no es la típica de este tipo de elaborados, por primera vez tenemos niveles aceptables en el análisis sensorial.

**Tabla VI.12.** Caracterización físico-química de la confitura 051208CMLSACL.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	14,0	14,2	13,8	14,0	0,200
pH	4,13	4,13	4,12	4,13	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,70	0,77	0,70	0,72	0,040
Bostwick 60 seg	2,0			2,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	27,25	24,90	24,53	25,56	1,475
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	67,16	67,14	67,15		0,01
a*	-1,68	-1,76	-1,71		0,04
b*	14,06	13,88	13,96		0,09

**Tabla VI.13.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 051208MLSACL

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,6	0,548
<b>Color</b>	3,0	0,707
<b>Sabor</b>	3,4	0,894
<b>Textura</b>	3,2	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,0	1,414
<b>Olor</b>	4,4	0,894

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

**VII. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA LA CORTEZA  
DE LIMÓN DEL CAPÍTULO VI CON  
TRATAMIENTO ENZIMÁTICO POSTERIOR**

En los ensayos precedentes correspondientes al capítulo VI se han obtenido las distintas confituras, por primera vez, con un nivel aceptable de calidad en cuanto a la valoración sensorial. Se constata que es posible la elaboración de confituras de frutas utilizando como gelificante los residuos de corteza que se generan en la industrialización del limón aplicando tratamientos sencillos y no agresivos para el mantenimiento de la sostenibilidad medioambiental.

No obstante, las posibilidades de mejora del producto son evidentes, por ello en el presente capítulo y en los siguientes se introducen variaciones en la elaboración y se valora su influencia en el producto obtenido.

### **VII.1. INGREDIENTES.**

En esta serie de ensayos los ingredientes utilizados son:

1. Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico)
2. Azúcar
3. Concentrado de limón (Ref.: 081128 de 400 g/L (de ácido cítrico))
4. Corteza de limón tratada enzimáticamente (Ref.: TE 38,05% (5))
5. Agua
6. Jarabe de sorbitol
7. Sucralosa
8. Aspartamo
9. Lactato cálcico

#### **VII.1.1. Preparación del puré de corteza de limón Ref. TE 38,05% (5).**

A 2 Kg de puré de corteza de limón (Ref.: NTE 38,05% (4)) se añaden 0,1 g/Kg de enzima pectinmetilesterasa (total 0,2 g) y se mezcla bien agitando durante sesenta minutos. Para facilitar una mejor acción de la enzima se puede mezclar, en primer lugar, una pequeña porción del puré con toda la enzima en un vaso de 100mL, para posteriormente añadirlo al resto de puré. Este puré tratado se utiliza en la elaboración de las siguientes confituras y se codifica como “Puré corteza de limón TE 38,05% (5)”.

Los cálculos son los mismos que aparecen en el apartado VI.1.1.

## VII.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 041208CML40E.

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 331,48 g de azúcar, 600 g de puré de corteza de limón y 3,24 g de concentrado de limón.

La receta seguida en la elaboración de esta formulación se muestra en la tabla VII.1.

**Tabla VII.1.** Formulación de la confitura 041208CML40E.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 041208CML40E		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11	55,00
Azúcar	331,48	100	331,40
Puré de corteza de limón TE 38,05% (5) 38,05% de corteza (t)	600,00 <sup>1</sup>	2	12,00
Concentrado de limón 081128 400g/L	3,24	47	1,52
<b>Total</b>	<b>1434,40</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-434,40	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

Los resultados del análisis físico-químico y sensorial se muestran en las tablas VII.2 y VII.3.

<sup>1</sup>Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $600 \times 0,3805 = 228,30$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón :  $228,30 \times 1,37 = 312,77$ g/1000 g de confitura.

**Tabla VII.2.** Caracterización físico-química de la confitura 041208CML40E.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	40,8	40,2	40,6	40,53	0,306
pH	3,73	3,63	3,62	3,66	0,060
Acidez (% ácido cítrico)	0,70	0,77	0,64	0,70	0,065
Bostwick 60 seg	0,5			0,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	44,77	36,02	41,08	40,62	4,393
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	67,16	67,14	67,15		0,01
a*	-1,68	-1,76	-1,71		0,04
b*	14,06	13,88	13,96		0,09

Los cambios introducidos en esta formulación mejora la valoración global y ligeramente el sabor, la textura sigue obteniendo una valoración por encima del límite de aceptabilidad.

**Tabla VII.3.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 041208CML40E.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,447
<b>Color</b>	3,8	0,447
<b>Sabor</b>	3,6	1,140
<b>Textura</b>	3,4	0,894
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

### VII.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO ENERGÉTICO EN AZÚCAR 051208CML63E.

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 557,16 g de azúcar, 225 g de puré de corteza de limón y 22 g de concentrado de limón.

**Tabla VII.4.** Formulación de la confitura 051208CML63E.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 051208CML63E		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Azúcar	557,16	100,0	557,16
Puré de corteza de limón TE 38,05 % corteza (5) 38,05% de corteza (t)	225,00 <sup>2</sup>	2,0	4,50
Concentrado de limón 081128 400g/L	22,00	47,0	10,34
<b>Total</b>	<b>1304,16</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
Evaporación	-304,16	-	-
<b>Peso final.</b>	<b>1000</b>	<b>63,0</b>	<b>630,00</b>

El proceso de elaboración es equivalente al descrito anteriormente para confitura de alto contenido energético. Los resultados del análisis físico-químico se muestran en la tabla VII.5.

**Tabla VII.5.** Caracterización físico química de la confitura 051208CML63E.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	65,4	64,0	64,8	64,73	0,702
pH	3,19	3,25	3,22	3,22	0,030
Acidez (% ácido cítrico)	1,6	1,28	1,54	1,47	0,170
Bostwick 60 seg	1,5			1,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	63,98	67,07	55,22	62,09	6,147
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	58,24	58,24	58,24		0,00
a*	-0,85	-0,91	-0,88		0,03
b*	3,67	3,65	3,66		0,01

<sup>2</sup>Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $225 \times 0,3805 = 85,61$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de de corteza (b) de limón :  $85,61 \times 1,37 = 117,29$ g/1000 g de confitura.

Los resultados del análisis sensorial demuestran que hasta ahora esta es la formulación de confitura que mejor puntuación obtiene en todos los parámetros sensoriales (tabla VII.6).

**Tabla VII.6.** Resultado del análisis sensorial de la confitura 051208CML63E.

	<b>Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,4	0,89
<b>Color</b>	5,0	0,00
<b>Sabor</b>	4,2	0,83
<b>Textura</b>	4,8	0,44
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,44
<b>Olor</b>	4,4	0,54

#### **VII.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 091208CMLSAE**

Ingredientes: 600 g pulpa melocotón, 600 g de puré de corteza de limón (Ref.: TE 38,05% (5)), 3,24 g de concentrado de limón, 57,50 g de jarabe de Sorbitol, 0,40 g de Sucralosa, 1 g de Aspartamo, 23 g de lactato cálcico y 166,76 g de agua.

En la tabla VII.7 se muestra la formulación y en las tablas VII.8 y VII.9 los resultados analíticos.

**Tabla VII.7.** Formulación de la confitura 091208CMLSAE.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido	<b>Código:</b> 091208CMLSAE		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón Ref.: TE 38,05% (5) 38,05% de corteza (t)	600,00 <sup>3</sup>	2	12,00
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,39
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Concentrado de limón 081128 400g/L	3,24	47	1,52
Lactato cálcico	23,00	100	23,00
Agua evaporación	166,76	-	-
<b>Total</b>	<b>1451,90</b>	<b>-</b>	<b>147,90</b>
-Evaporación	-451,90	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>14,8</b>	<b>147,90</b>

**Tabla VII.8.** Caracterización fisicoquímica de la confitura 091208CMLSAE.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	13,4	13,4	13,4	13,4	0,000
pH	4,04	4,05	4,06	4,05	0,010
Acidez (% ácido cítrico)	0,90	0,96	0,90	0,92	0,035
Bostwick 60 seg	0,5			0,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	43,73	40,53	41,14	41,80	1,699
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media.</b>		<b>SD</b>
L	66,90	66,90	66,90		0,00
a*	-1,79	-1,81	-1,80		0,01
b*	13,63	13,58	13,61		0,02

<sup>3</sup>Contiene 38,05% de corteza (t) de limón:  $600 \times 0,3805 = 228,30$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $228,30 \times 1,37 = 312,77$ g/1000 g de confitura.

**Tabla VII.9.** Resultado sensorial de la confitura 091208CMLSAE.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,0	0,707
<b>Color</b>	2,6	0,548
<b>Sabor</b>	3,0	0,707
<b>Textura</b>	3,8	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,4	0,894
<b>Olor</b>	4,0	1,000

\*1-Desagradable, 5-Muy Agradable.

La característica sensorial más destacable en esta formulación por los catadores fue el sabor ácido.

**VIII. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE  
LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y  
REFINADA EN PASADORA**

En los ensayos correspondientes a los capítulos VI y VII se ha aplicado corteza de limón sin tratamiento enzimático (VI) y con tratamiento enzimático (VII), observando que no hay diferencias significativas en la calidad del producto obtenido por uno u otro procedimiento, salvo en el caso de la confitura sin azúcar añadido: que mejora cuando se utiliza corteza de limón no tratada enzimáticamente.

En consecuencia, se ha optado, para los sucesivos ensayos, utilizar exclusivamente corteza de limón no tratada con enzimas y de esta forma el

procedimiento de preparación de la corteza se simplifica y no se incorporan materias extrañas al producto.

En este capítulo se ha elaborado solo confituras de reducido contenido energético (40°Brix) a modo de ensayo orientativo para conocer los problemas y dificultades que presenta la nueva forma de preparación y los resultados analíticos y de calidad del producto obtenido, que permita así establecer el “modus operandi” aplicable a las distintas clases de confituras.

### **VIII.1. INGREDIENTES.**

Las materias primas utilizadas para la elaboración de diferentes mermeladas son:

- Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico campaña 2008).
- Azúcar.
- Concentrado de limón (Ref.: 08112 de 400 g/L (de ácido cítrico)).
- Corteza de limón no tratada enzimáticamente (Ref.: NTE 081211 (6)).
- Agua.

#### **VIII.1.1. Preparación del puré de la corteza de limón Ref.: NTE 081211 (6).**

Se parte de una cantidad de 4693 g de corteza de limón congelada CIMUSA Ref.: 080226 (ref.: NTE) a la que se añade la misma cantidad de agua. Para facilitar la descongelación se calienta esta mezcla suavemente, a temperatura inferior a 35°C para evitar incrementar los sabores amargos, en un calderín. Seguidamente se pasa por una picadora con placa de poro de 13 mm de diámetro y se arrastra con 2 litros de agua. A continuación se procede a la separación del líquido, exprimiendo fuertemente a mano la mezcla pulpa/agua envuelta en una tela resistente y porosa obteniéndose un parte sólida cuyo peso es de 3271 g (Rto.: 70%). Seguidamente, la parte sólida se mezcla con una parte y media de agua (4907 g), se mezcla durante unos minutos y se deja en reposo en

cámara frigorífica durante 20 horas. Transcurrido este tiempo se procede a separar de nuevo el líquido según el procedimiento antes descrito, obteniéndose un peso de la parte sólida de 3118,1 g (Rto.: 95,32%; Rto. respecto al peso inicial: 66.4%).

Una vez realizados los lavados se procede a la preparación de la mezcla que constará de un 33% de extracto sólido (corteza) (3118,1 g) y un 66% de agua (6236,2 g). Esta mezcla se pasa por la picadora con placa de diámetro de orificio de 4,5 mm y seguidamente se agita durante 1 hora. A continuación se escalda a ebullición en un calderín durante 15 minutos con objeto de extraer compuestos pectínicos solubles y blandear la corteza para facilitar el tamizado en la pasadora, y se repone el peso de agua caliente que se ha evaporado (1890 g). Se intenta pasar la mezcla por un tamiz de 0,6 mm de orificio pero el rechazo de pulpa es tan elevado que se desestima. Por último la mezcla se pasa por la pasadora con tamiz de 1,5 mm de diámetro de orificio, obteniéndose así por un lado 2088 g de residuo de corteza que no pasan por el tamiz y 5502 g de puré de corteza de limón pasado por el tamiz que se utiliza para la elaboración de la confitura. Al ser el rechazo tan importante (2088 g) disminuye de forma sensible el contenido pectínico del puré, como se comprobará al medir la consistencia Bostwick de la confitura acabada.

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia NTE 081211 (6).*

Corteza bruta de limón congelada (b)	4693 g
Peso corteza limón tratada (t) (lavada, exprimida y triturada)	3118,1 g (1)
Adición de agua (después cocción)	6236,2g (3)
Peso total mezcla	9354,3 g
Rechazo corteza (t) en pasadora 1,5 mm $\Phi$	2088 g (2)
Corteza que atraviesa la pasadora 1,5 mm $\Phi$ (1)-(2)	$3118,1 - 2088 = 1030,1$ g (P)
Agua que atraviesa la pasadora 1,5 mm $\Phi$ (3)	6236,2 g
Peso puré corteza limón	$1030,1 + 6236,2 = 7266,3$ g

Composición del puré de corteza de limón ref. NTE 081211 (6).	_____
Consumo de corteza (b) para obtener (P = t)	_____
Rendimiento de transformación de corteza bruta (b) de limón en corteza tratada (t) para su utilización	_____

**Tabla VIII.1.** Caracterización de las aguas de lavado.

	<b>pH</b>	<b>° Brix</b>
1 <sup>er</sup> agua de lavado	3,86	4,0
2 <sup>a</sup> agua de lavado	3,84	2,0

### **VIII.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 151208CML40PAS.**

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 331,48 g de azúcar, 600 g de puré de corteza de limón y 3,24 g de concentrado de limón.

En la tabla VIII.2 se recoge la formulación de la confitura y en las tablas VIII.3 y VIII.4 se muestran los resultados analíticos obtenidos.

**Tabla VIII.2.** Composición de la formulación 151208CML40PAS.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón	<b>Código:</b> 151208CML40PAS		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11	55,00
Azúcar	331,48	100	331,40
Puré de corteza de limón Ref.: NTE 081211 (6) 14,18% corteza (t)	600,00 <sup>1</sup>	2	12,00
Concentrado de limón de limón 081128 400g/L	3,24	47	1,52
<b>Total</b>	<b>1434,40</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-434,40	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

**Tabla VIII.3.** Caracterización físico-química de la confitura 151208CML40PAS.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles	41,6	41,8	41,4	41,6	0,200
pH	3,63	3,63	3,63	3,63	0,000
Acidez (% ácido)	0,45	0,51	0,51	0,49	0,035
Bostwick (60 seg)	6,5			6,5	0,000
Sinéresis	1			1	0,000
Textura (Fuerza / g)	3,60	4,36	3,07	3,68	0,648
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación</b>	
L	60,47	60,46	60,46	0,01	
a*	-1,13	-1,20	-1,16	0,03	
b*	6,45	6,38	6,43	0,04	

<sup>1</sup>Contiene 14,18% de corteza (t) de limón:  $600 \times 0,1418 = 85,08$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $85,08 \times 4,56 = 387,96$  g/1000 g de confitura.

**Tabla VIII.4.** Resultado del análisis sensorial de la confitura 151208CML40PAS.

	<b>*Media</b>	<b>DS</b>
<b>Valoración global</b>	4,6	0,548
<b>Color</b>	5,0	0,000
<b>Sabor</b>	4,6	0,894
<b>Textura</b>	3,6	0,894
<b>Sinéresis</b>	3,2	0,447
<b>Olor</b>	4,6	0,58

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable

Tal como se esperaba a esta confitura le falta consistencia y presenta bastante fluidez.

Se desestima este ensayo (VIII), por la enorme cantidad de corteza de limón rechazada en la pasadora, con un rendimiento de transformación, de corteza bruta (b) en corteza tratada (t) lista para su uso, muy bajo: son necesarios 4,56 Kg de corteza bruta (b) para obtener 1Kg de corteza tratada (t). Además el contenido de corteza (t) en el puré es tan bajo (14,18%) que hay que evaporar una cantidad excesiva de agua, (es decir cocción muy prolongada) en la elaboración de la confitura, con una pérdida sensible de calidad.

**IX. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE  
LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y  
SOMETIDA A UNA REDUCCIÓN DE TAMAÑO  
POR TRITURACIÓN**

En esta serie de ensayos se utiliza un puré de corteza de limón sin tratamiento enzimático, puesto que se ha visto que no es necesario para la obtención de las distintas formulaciones de confitura. También se valora la absoluta necesidad de eliminar las semillas de limón mezcladas con la corteza para evitar un sabor amargo muy desagradable en el producto terminado.

En la preparación del puré de corteza de limón se utilizan cuchillas de acero inoxidable para su trituración.

## **IX.1. INGREDIENTES.**

Materias primas utilizadas para la elaboración de diferentes mermeladas:

1. Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico campaña 2008)
2. Azúcar
3. Concentrado de limón (Ref.: 081128 de 400 g/L (de ácido cítrico))
4. Corteza de limón (Cimusa 090225)
5. Aspartamo
6. Sorbitol
7. Sucralosa
8. Agua

### **IX.1.1. Preparación del puré de la corteza de limón.**

Siguiendo la determinación adoptada en el capítulo VIII se utiliza exclusivamente corteza de limón no tratada con enzimas para la preparación del puré, que se realiza en dos etapas:

En una primera etapa se descongela la corteza, se eliminan principios amargos y semillas mediante sucesivos lavados con agua fría (en nuestro caso 11°C), se efectúa una reducción grosera de tamaño, se escalda, se enfría y se guarda congelado para su utilización en sucesivos ensayos.

En una segunda etapa se descongela el puré y se somete a un refinado aplicando dos alternativas:

- A) Reducción de tamaño por trituración de cuchillas de acero
- B) Reducción de tamaño por trituración en molino coloidal de piedras corindón (capítulo X).

En este capítulo (IX) se utiliza puré de corteza de limón A.

### **IX.1.2. Preparación del puré de corteza de limón (Ref: 100121).**

Se mezclan 10 kg de corteza congelada de limón (cimusa 25-02-09) con 10 Kg de agua para su descongelación mediante calentamiento suave por debajo de 30°C en el calderín. Esta mezcla se pasa por una picadora con un tamiz de 13 mm de diámetro de poro y a continuación se mantiene en agitación durante 2 horas. Seguidamente se escurre el agua por presión sobre una malla de 2 mm recogiendo por otro lado el líquido que contiene 3,2Brix y un pH de 3,5. La fracción sólida se vuelve a mezclar con 1,5 partes de agua, esta vez durante 20 horas en refrigeración a 4°C, y se repite el proceso de escurrido. En esta ocasión el agua de lavado contiene 1°Brix y un pH de 3,69. Por último, se repite de nuevo el proceso, esta vez durante sólo una hora, obteniendo un tercera agua de lavado con 0,2 °Brix y un pH de 4,05. A continuación se prepara una mezcla de 1,5 partes de agua por 1 de corteza y se pasa por la picadora, esta vez con un diámetro de poro de 4,5 mm, para después escaldar a ebullición durante 20 min. La masa resultante se pasa por la pasadora con tamiz de poro de 1,5 mm obteniéndose así una fracción semisólida constituida por una parte de corteza de limón y 1,5 partes de agua.

**Observaciones:** El producto obtenido sale muy amargo y no puede utilizarse para la elaboración de confitura. También está muy espeso. Se mantiene en refrigeración entre 1 y 3°C. Se desecha este ensayo por salir el puré muy amargo debido al contenido en huesos y al no haberlos separado en la preparación.

### **IX.1.3. Preparación del puré de corteza de limón (Ref: 100125)(7).**

Se mezclan 7 kg de corteza congelada de limón (cimusa 25-02-09) con 14 Kg de agua para su descongelación mediante calentamiento suave por debajo de 20°C en el calderín. Tras 2 horas se escurre el agua por presión sobre una tela de algodón recogiendo por otro lado el líquido para realizarle medidas de pH y grados Brix. Esta

mezcla se mantiene en agitación durante 2 horas. Seguidamente se escurre el agua por decantación para separar las semillas, seguido de presión sobre la tela de algodón recogiendo por otro lado el líquido que contiene 3.54 °Brix y un pH=2. La fracción sólida (4664 g) se vuelve a mezclar con 2 partes de agua (9303 g), esta vez durante 20 horas en refrigeración a 4°C, y se repite el proceso de escurrido por prensado con tela de algodón, precedidas de decantando en el líquido de remojo de las semillas antes de realizar el prensado (peso semillas = 65 g, 1.3%. peso corteza escurrida = 5946 g). El agua de este segundo lavado contiene 0.6°Brix y un pH=4.15. Por último, se repite de nuevo el proceso durante 22 horas, mezclando la corteza escurrida con 10000 g de agua, observándose una disminución considerable del amargor de la corteza. Transcurrido este tiempo se separa la corteza del líquido con la tela de algodón a temperatura ambiente (11°C). Esta última agua de lavado no contiene sólidos solubles (°Brix=0) y un pH=4.46. La corteza escurrida se tritura por picadora con tamiz de 4,5 mm de diámetro, obteniéndose un peso de corteza triturada de 5796 g (82.8-5 Rto.). La masa resultante se mezcla con 3 Kg de agua para evaporación en la cocción. Se hierve en el calderín durante 20 minutos con agitación continua y seguidamente se deja enfriar hasta Temperatura ambiente (11°C). Esta pulpa, con 0,5 °Brix y un pH igual a 4.65, es la que se utiliza en los siguientes ensayos de confituras.

#### **IX.1.4. Preparación del puré de corteza de limón segunda etapa. Alternativa A Ref.:100204A (8).**

El puré de corteza de limón Ref.:100125 (7) congelado y almacenado en bolsas de plástico a vacío se descongela por inmersión de las bolsas en baño de agua caliente (70-8°C) añadiendo agua hasta 30% (700 g de puré + 300 g de agua) y posterior molido en molino de cuchillas rotativas.

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia 100204A (8).*

Corteza bruta de limón congelada (b)	7000g
Peso mínimo de corteza tratada (t) (lavada y escurrida)	4664 g (80,47 %)
Agua añadida durante lavado, escurrido y cocción (5796g-4664g)	1132 g (19,53)
Puré corteza limón (Ref: 100125 (7))	5796 g (1)
Hidratación puré corteza limón Ref. 100125 (7)	
Relación final, 7 Puré:3 Agua Puré hidratado	_____
Puré corteza limón Ref 100204 A (8):	
Contenido corteza (t)	4664 g (56,33%)
Contenido agua	3616 g (43,67%)
Composición del puré Ref 100201 A (8) (en la hipótesis de que toda la masa (1) se hubiese hidratado y molido)	8280g
Composición del puré de corteza de limón ref. 100204A (8)	_____
Consumo de corteza bruta (b) para obtener corteza tratada (t)	_____
Rendimiento de transformación de corteza bruta (b) de limón en corteza tratada (t) para su utilización	_____

## **IX.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 040210CML40, 230210CML40.**

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 285 g de puré de corteza de limón Ref.: 100204A(8), 16 g de concentrado de limón, 335g de azúcar y 65 g de agua (tabla IX.1).

En las tablas IX.2 y IX.3 se muestran los resultados analíticos obtenidos.

**Tabla IX.1.** Formulación de la confitura 040210CML40.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de reducido contenido energético	<b>Código:</b> 040210CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Puré de corteza de limón Ref.: 100204A (8) 56,33% de corteza (t)	285 <sup>1</sup>	0.5	1,43
Concentrado de limón Ref.: 081128 400g/L	16	47	2,82
Azúcar	337,75	100	337,75
Agua	65	-	-
<b>Total</b>	<b>1203,75</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-203,75	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

**Tabla IX.2.** Caracterización físico-química de la confitura 040210CML40.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	40,8	40,8	40,8	40,8	0,000
pH	3,38	3,38	3,36	3,37	0,012
Acidez (% ácido cítrico)	0,84	0,84	0,85	0,84	0,006
Bostwick 60 seg	5			5	0,000
Sinéresis	1,5			1,5	0,000
Textura (Fuerza / g)	16,26	11,80	15,32	14,46	2,35
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	58,29	58,28	58,29		0,01
a*	-1,19	-1,25	-1,22		0,03
b*	10,48	10,44	10,46		0,02

<sup>1</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $285 \times 0,5633 = 160,54$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón :  $160,54 \times 1,5 = 240,81$ g/1000 g de confitura.

**Tabla IX.3.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 040210CML40.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3	1,414
<b>Color</b>	3	0,707
<b>Sabor</b>	2,8	1,304
<b>Textura</b>	2,6	1,342
<b>Sinéresis</b>	1,8	0,837
<b>Olor</b>	4,2	0,837

\*1 Desagradable, 5- Muy agradable

En las muestras se aprecia demasiado el gránulo.

A los 4 meses se repite el análisis sensorial a esta muestra, concluyendo según los resultados (Tabla IX.4), que el tiempo de almacenamiento no ha afectado a las cualidades sensoriales de la confitura.

**Tabla IX.4.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 040210CML40 a los 4 meses.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,0	0,000
<b>Color</b>	3,6	0,548
<b>Sabor</b>	3,0	1,000
<b>Textura</b>	2,0	0,707
<b>Sinéresis</b>	1,8	0,837
<b>Olor</b>	3,0	0,707

\*1 Desagradable, 5- Muy agradable

Se repite esta confitura según la formulación que aparece en la tabla IX.5 y se codifica como 230210CML40.

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 385 g de puré de corteza de limón Ref.: 100204A(8), 14 g de concentrado de limón, 333,49 g de azúcar y 65 g de agua.

**Tabla IX.5.** Formulación de la confitura 230210CML40

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de reducido contenido energético	<b>Código:</b> 230210CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Puré de corteza de limón Ref.: 100204A(8) 56,33% de corteza (t)	385 <sup>2</sup>	0,5	1,93
Concentrado de limón 081128 400g/L	14	47	6,58
Azúcar	333,49	100	333,44
<b>Total</b>	<b>1232,49</b>	<b>-</b>	<b>400</b>
-Evaporación	-232,49	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400</b>

En las tablas IX.6 y IX.7 se muestran los resultados analíticos.

**Tabla IX.6.** Caracterización físico-química de la confitura. 230210CML40

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	41	41	41	41	0,000
pH	3,31	3,32	3,33	3,32	0,010
Acidez (% ácido cítrico)	0,69	0,71	0,69	0,70	0,012
Bostwick 60 seg	2,5			2,5	0,000
Sinéresis	0,2			0,2	0,000
Textura (Fuerza / g)	29,28	30,15	31,28	30,28	1,003
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	79,84	79,71	79,77		0,06
a*	-1,07	-1,21	-1,12		0,07
b*	9,45	8,72	9,00		0,39

<sup>2</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $385 \times 0,5633 = 216,87$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $216,87 \times 1,5 = 325,3$ g/1000 g de confitura.

**Tabla IX.7.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 230210CML40.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,447
<b>Color</b>	4,3	0,447
<b>Sabor</b>	3,8	0,837
<b>Textura</b>	4,0	0,707
<b>Sinéresis</b>	4,6	0,837
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1 Desagradable, 5- Muy agradable

La textura de esta formulación es granulosa y se aprecia un sabor amargo.

Con el objeto de comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento a los 4 meses se repite el análisis sensorial, Tabla IX.8, observando que no se ven modificados los parámetros sensoriales evaluados, para un nivel de significación del 95%.

**Tabla IX.8.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 230210CML40 a los 4 meses de almacenamiento.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,6	0,548
<b>Color</b>	4,4	0,548
<b>Sabor</b>	3,4	0,548
<b>Textura</b>	3,6	0,894
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	4,0	0,000

\*1 Desagradable, 5- Muy agradable

Tras 4 meses de almacenamiento se sigue apreciando el gránulo y el sabor amargo.

### IX.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 040210CML63, 230210CML63.

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 178,6 g de puré de corteza de limón 100204A(8), 30 g de concentrado de limón y 557,27 g de azúcar.

En la tabla IX.9 se recoge la formulación de la confitura y en las tablas IX.10 y IX.11 se muestran los resultados analíticos obtenidos.

**Tabla IX.9.** Formulación de la confitura 040210CML63.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de alto contenido en azúcar	<b>Código:</b> 040210CML63		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Puré de corteza de limón ref.100204A (8) 56,33 % de corteza (t)	178,60 <sup>3</sup>	0,5	0,63
Concentrado de limón 081128 400g/L	30	47	14,10
Azúcar	557,27	100	557,27
<b>Total</b>	<b>1265,87</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
-Evaporación	-265,87	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63</b>	<b>630,00</b>

<sup>3</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $178 \times 0,5633 = 100,61$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón :  $100,61 \times 1,5 = 150,92$ g/1000 g de confitura.

**Tabla IX.10.** Caracterización físico-química de la confitura. 040210CML63.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	64	64	64	64	0,000
pH	2,89	2,89	2,88	2,89	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	1,86	1,85	1,88	1,86	0,015
Bostwick 60 seg	0,3			0,3	0,000
Sinéresis	0			0	-
Textura (Fuerza/g)	122,50	112,65	115,50	116,88	5,07
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	59,36	59,36	59,36		0,00
a*	1,79	1,71	1,75		0,04
b*	5,19	5,13	5,17		0,03

Tal como se observa en los valores físico-químicos esta formulación presenta una acidez y dureza elevadas.

**Tabla IX.11.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 040210CML63

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,8	0,447
<b>Color</b>	4,2	0,447
<b>Sabor</b>	3,4	0,548
<b>Textura</b>	3,4	0,548
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	3,6	1,140

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable

Realizando un segundo análisis sensorial a los 4 meses de elaboración y comparando con el realizado a la confitura recién elaborada no se observan diferencias significativas (tabla IX.11).

**Tabla IX.12.** Resultados del análisis sensorial de la confitura 040210CML63 a los 4 meses de almacenamiento.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,6	0,548
<b>Color</b>	3,6	0,548
<b>Sabor</b>	3,2	0,447
<b>Textura</b>	3,4	0,548
<b>Sinéresis</b>	4,2	0,447
<b>Olor</b>	3,4	0,548

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable

Con el objetivo de mejorar las características de esta formulación se repite la confitura con los ingredientes que se muestran en la tabla IX.13 y se codifica como 230210CML63.

**Tabla IX.12.** Formulación de la confitura 230210CML63.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de alto contenido en azúcar	<b>Código:</b> 230210CML63		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	11,6	58,00
Puré de corteza de limón ref. 100204A (8) 56,33 % de corteza (t)	150,00 <sup>4</sup>	0,5	0,75
Concentrado de limón 081128 400g/L	22,00	47	10,4
Azúcar	560,91	100	560,91
<b>Total</b>	<b>1232,91</b>	<b>-</b>	<b>630</b>
-Evaporación	-232,91	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63</b>	<b>630</b>

<sup>4</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $150 \times 0,5633 = 84,50$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $84,50 \times 1,5 = 126,75$ g/1000 g de confitura.

La elaboración es análoga a la descrita en los capítulos anteriores, utilizando para esta formulación puré de corteza de limón 100204A (8).

Los resultados analíticos se muestran en las tablas IX.14 y IX.15.

**Tabla IX.13.** Caracterización físico-química de la confitura. 230210CML63.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	64	64	64	64	0,000
pH	3,12	3,12	3,12	3,12	0,000
Acidez (% ácido cítrico)	0,88	0,82	0,85	0,85	0,003
Bostwick 60 seg	1,5			1,5	0,000
Sinéresis	0,0			0,0	0,000
Textura (Fuerza/g)	82,25	86,72	87,65	85,54	2,87
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	61,68	61,21	61,38	0,26	
a*	1,55	1,28	1,42	0,13	
b*	10,61	10,00	10,36	0,31	

**Tabla IX.14.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 230210CML63.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,3	0,707
<b>Color</b>	4,4	0,548
<b>Sabor</b>	4,1	0,837
<b>Textura</b>	4,0	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1-Desagradable 5-Muy agradable

A los 4 meses de elaboración se repite el análisis sensorial cuyos resultados se muestran en la tabla IX.16, no se observan diferencias significativas, con los resultados obtenidos de la misma muestra tras 48 horas de su elaboración (para un nivel de significación del 95%).

**Tabla IX.15.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 230210CML63 a los 4 meses.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,6	0,548
<b>Color</b>	3,6	0,548
<b>Sabor</b>	4,2	0,447
<b>Textura</b>	3,2	0,447
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	3,8	0,447

\*1-Desagradable 5-Muy agradable

#### **IX.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 280110CMLSA.**

Ingredientes: 600 g pulpa melocotón, 300 g de puré de corteza de limón 100204A(8), 10 g de concentrado de limón, 57.5 g de jarabe de sorbitol, 0.4 g de Sucralosa y 1 g de Aspartamo, 23 g de lactato cálcico.

La formulación se muestra en la tabla IX.17 y los resultados analíticos se muestran en las tablas IX.18 y IX.19.

**Tabla IX.16.** Formulación de la confitura 280110CMLSA

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadida.	<b>Código:</b> 280110CMLSA		
	°Brix: 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600,00	11,6	69,60
Puré de corteza de limón 100204A (8) 56,33 % de corteza (t)	300,00 <sup>5</sup>	0,5	1,5
Concentrado de limón	10	48	4,8
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,39
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Lactato cálcico	23,00	100	23,00
Agua de evaporación	200	-	-
<b>Total</b>	<b>1191,9</b>	<b>-</b>	<b>140,69</b>
-Evaporación	-191,9	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>14</b>	<b>140,69</b>

**Tabla IX.17.** Caracterización físico-química de la confitura. 280110CMLSA

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	14	14	14	14	0,000
pH	4,02	4,01	4,01	4,01	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,75	0,81	0,79	0,78	0,031
Bostwick 60 seg	2			2	0,000
Sinéresis	0,1			0,1	0,000
Textura (Fuerza / g)	34,62	33,45	35,67	34,58	1,11
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	50,90	50,78	50,82	0,06	
a*	-0,16	-0,47	-0,27	0,17	
b*	9,78	8,63	9,36	0,63	

<sup>5</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $300 \times 0,5633 = 169,00$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $169,00 \times 1,5 = 235,5$ g/1000 g de confitura.

**Tabla IX.18.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 289110CMLSA

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,837
<b>Color</b>	4,0	0,707
<b>Sabor</b>	4,2	0,837
<b>Textura</b>	4,2	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,0	0,707

\*1-Desagradable 5-Muy agradable

El sabor es bueno, la textura es aceptable, pero se notan los trocitos de corteza.

**X. ENSAYOS DE ELABORACIÓN  
APLICANDO A LA CONFITURA CORTEZA DE  
LIMÓN NO TRATADA ENZIMÁTICAMENTE Y  
SOMETIDA A UNA REDUCCIÓN DE TAMAÑO  
POR MOLINO COLOIDAL**

En estos ensayos se sigue utilizando corteza de limón sin tratamiento enzimático. En la trituración del puré se utiliza un molino coloidal con muelas de corindón, mejorando la textura.

En la formulación de la confitura sin azúcar añadido, se prescinde de la adición de lactato de calcio y se sube el contenido de pulpa de melocotón al 80% con una mejora importante en la valoración sensorial, con un nivel de aceptación notable.

## **X.1. INGREDIENTES.**

Se utiliza en todos los ensayos puré de corteza de limón como se ha descrito en el capítulo VIII, mediante reducción de tamaño de la corteza de limón por trituración en molino coloidal de piedras de corindón.

No se utiliza en ninguno de los casos  $\text{Ca}^{2+}$  (lactato cálcico) con objeto de determinar si no es necesario incluirlo como ingrediente para obtener una confitura de textura satisfactoria (que satisfaga los requerimientos de calidad de una elaboración convencional), siendo los ingredientes utilizados en las distintas confituras:

- Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico campaña 2008)
- Azúcar
- Concentrado de limón (ref.: 081128 de 400 g/L (de ácido cítrico))
- Corteza de limón (Cimusa 090225)
- Aspartamo
- Sorbitol
- Sucralosa
- Agua

### **X.1.1. Preparación del puré de corteza de limón. Alternativa B, Ref: 100503B(9).**

El puré de corteza de limón Ref.: 100125 (7) congelado y almacenado en bolsas de plástico al vacío, se descongela por inmersión de las bolsas en baño de agua caliente (70-80°C); a continuación se pasa varias veces por molino coloidal de piedras de corindón, hasta obtener un puré relativamente fino, esto constituye el puré de corteza de limón ref. 100503B(9). No se consigue un grado de tamizado óptimo debido a la dureza residual de algunas partículas de la corteza de limón.

El puré de referencia 100503B(9) tiene un contenido en corteza tratada del 80,47%, y un consumo de 1,50 Kg de corteza bruta b/Kg de corteza tratada (t), debido a

que partimos del puré de corteza con ref. 100125 (7) que tiene este mismo porcentaje en corteza tratada y consumo de corteza bruta, tal y como se describe en los cálculos realizados en el capítulo IX. 1.4.

## **X.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 030510CML40.**

Ingredientes: 500 g pulpa melocotón, 270 g de puré de corteza de limón 100503B(9), 7.45 g de concentrado de limón, 345.15g de azúcar y 80 g de agua.

La formulación se indica en la tabla X.1 y los resultados analíticos se muestran en las tablas X.2 y X.3.

**Tabla X.1.** Formulación de la confitura 030510CML40

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de reducido contenido energético	<b>Código:</b> 030510CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	10	50,00
Puré de corteza de limón Ref.: 100503B(9) 80,47 % de corteza (t)	270,00 <sup>1</sup>	0,5	1,35
Concentrado de limón 081128 400g/L	7,45	47	3,50
Azúcar	345,15	100	345,50
Agua	80	-	-
<b>Total</b>	<b>1194,6</b>	<b>-</b>	<b>400,00</b>
-Evaporación	-194,6	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

<sup>1</sup>Contiene 80,47% de corteza (t) de limón:  $270 \times 0,8047 = 217,27$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $217,27 \times 1,5 = 325,91$ g/1000 g de confitura

**Tabla X.2.** Caracterización físico-química de la confitura. 030510CML40

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	44	44	44	44	0,000
pH	3,56	3,55	3,55	3,55	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,56	0,59	0,53	0,56	0,030
Bostwick 60 seg	2,0			2.0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	31,25	33,48	32,13	32,60	1,123
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	77,79	76,35	76,86	0,80	
a*	-1,63	-2,18	-1,81	0,31	
b*	4,87	1,11	2,80	1,90	

**Tabla X.3.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CML40

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,8	0,447
<b>Color</b>	4,2	0,447
<b>Sabor</b>	3,7	0,707
<b>Textura</b>	4,2	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,548
<b>Olor</b>	4,0	0,707

\*1-Desagradable 5-Muy agradable

Se aprecia un sabor a limón y la textura granulosa.

A continuación, en la tabla X.4, se muestran los resultados del análisis sensorial de la confitura a los 30 días de su almacenamiento.

**Tabla X.4.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CML40 a los 30 días de almacenamiento.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,8	0,447
<b>Color</b>	4,2	0,837
<b>Sabor</b>	3,6	0,548
<b>Textura</b>	4,2	0,837
<b>Sinéresis</b>	5	0.000
<b>Olor</b>	3,6	0,548

\*1-Desagradable 5-Muy agradable

Los resultados del segundo análisis sensorial a los 30 días de elaboración, demuestra que no se observan diferencias significativas ( $p>95\%$ ).

### **X.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 030510CML63.**

Los ingredientes utilizados se muestran en la tabla X.5.: 500 g pulpa melocotón, 105 g de puré de corteza de limón 100503B(9), 22 g de concentrado de limón REF.: 081128 400g/L y 569,13g de azúcar.

**Tabla X.5.** Formulación de la confitura 030510CML63

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de alto contenido en azúcar	<b>Código:</b> 030510CML63		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500	10	50
Puré de corteza de limón Ref.: 100503B (9) 80,47 % de corteza (t)	105 <sup>2</sup>	0,5	0,53
Concentrado de limón 081128 400 g/L	22	47	10,34
Azúcar	569,13	100	569,13
<b>Total</b>	<b>1188,13</b>	<b>-</b>	<b>630,00</b>
-Evaporación	-188,13	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>63</b>	<b>630,00</b>

<sup>2</sup> Contiene 80,47% de corteza (t) de limón:  $105 \times 0,8047 = 84,50$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón :  $84,50 \times 1,5 = 126,75$ g/1000 g de confitura

Los resultados analíticos se muestran en las tablas X.61 y X.7.

**Tabla X.6.** Caracterización físico-química de la confitura. 030510CML63

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	62,5	62,5	62,5	62,5	0,000
pH	3,28	3,22	3,29	3,23	0,046
Acidez (% ácido cítrico)	0,64	0,83	0,95	0,81	0,156
Bostwick 60 seg	2,0			2,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	96,71	83,18	81,46	87,12	8,35
<b>Color.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	64,93	60,21	62,29		2,41
a*	1,78	0,12	1,00		0,83
b*	12,47	6,21	9,16		3,14

**Tabla X.7.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CML63

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,837
<b>Color</b>	4,8	0,447
<b>Sabor</b>	4,6	0,707
<b>Textura</b>	4,0	0,837
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,4	0,548

\*1-Desagradable 5-Muy agradable.

Los resultados obtenidos en esta formulación desde el punto de vista sensorial superan el umbral de aceptabilidad de 3, para todos los parámetros evaluados, teniendo sin embargo que mejorar la textura con respecto a formulaciones anteriores. Destacar el sabor, muy bien valorado.

A los 30 días de elaboración se repite el análisis sensorial de esta muestra, observándose en los resultados (tabla X.9), que no existen diferencias significativas entre ambas muestras (para un nivel de significación del 95%), en ninguno de los parámetros evaluados.

**Tabla X.8.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CML63

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,6	0,548
<b>Color</b>	4,0	0,000
<b>Sabor</b>	4,6	0,548
<b>Textura</b>	3,8	0,447
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	4,0	0,707

\*1- Desagradable 5-Muy Agradable.

#### **X.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 030510CMLSA, 070510CMLSA.**

Ingredientes: 600 g pulpa melocotón, 280 g de puré de corteza de limón Ref.: 100503B(9), 8.93 g de concentrado de limón, 57,5 g de jarabe de sorbitol, 0,4 g de Sucralosa, 1 g de Aspartamo y 240 g de agua (tabla X.9)

**Tabla X.9.** Formulación de la confitura 030510CMLSA

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido	<b>Código:</b> 030510CMLSA		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 60%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	600	11,6	69,6
Puré de corteza de limón Ref.100503B(9) 80,47 % de corteza (t)	280 <sup>3</sup>	0,5	1,4
Concentrado de limón 081128 400 g/L	8,93	47	4,2
Jarabe de sorbitol	57,5	70	40,25
Sucralosa	0,4	100	0,4
Aspartamo	1,00	100	1,00
Agua de evaporación	240	-	-
<b>Total</b>	<b>1187,83</b>	<b>-</b>	<b>116,85</b>
-Evaporación	-187,83	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>11,7</b>	<b>116,85</b>

<sup>3</sup>Contiene 80,47% de corteza (t) de limón:  $280 \times 0,8047 = 225,32$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $225,32 \times 1,5 = 337,98$ g/1000 g de confitura.

Los resultados analíticos se muestran en las tablas X.10 y X.11. Y los resultados del análisis sensorial a los 30 días en la tabla X.12.

**Tabla X.10.** Caracterización físico-química de la confitura. 030510CMLSA

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	12	12	12	12	0,000
pH	3,67	3,64	3,64	3,65	0,017
Acidez (% ácido cítrico)	0,65	0,59	0,56	0,60	0,046
Bostwick 60 seg	2,0			2,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	37,14	41,66	40,81	39,87	2,40
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	65,18	64,96	65,10		0,12
a*	-3,47	-3,77	-3,66		0,16
b*	11,93	0,83	6,96		5,64

**Tabla X.11.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CMLSA

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,8	0,447
<b>Color</b>	3	0,000
<b>Sabor</b>	3	1,000
<b>Textura</b>	3,4	0,548
<b>Sinéresis</b>	4	0,000
<b>Olor</b>	4	0,707

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable.

La textura es granulosa, no homogénea y el color muy claro.

**Tabla X.12.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 030510CMLSA a los 30 días.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	3,4	1,140
<b>Color</b>	3,8	1,095
<b>Sabor</b>	2,6	1,342
<b>Textura</b>	3,0	1,095
<b>Sinéresis</b>	4,4	0,548
<b>Olor</b>	3,2	1,095

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable.

Con el segundo análisis sensorial no se observan diferencias significativas.

Con objeto de mejorar los resultados obtenidos en el análisis sensorial de la formulación 030510CMLSA, se modifica la formulación incrementando el contenido de pulpa de melocotón del 60 al 80%, siendo las otras modificaciones consecuencia de este incremento. La tabla X.13 muestra la formulación modificada.

**Tabla X.13.** Formulación de la confitura 070510CMLSA

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón sin azúcar añadido	<b>Código:</b> 070510CMLSA		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 80%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	800	10	80
Puré de corteza de limón Ref.: 100503B(9) 80,47% de corteza (t)	270 <sup>4</sup>	0,5	1,40
Concentrado de limón 081128 400 g/L	8,10	47	3,81
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,25
Sucralosa	0,40	100	0,40
Aspartamo	1,00	100	1,00
Agua de evaporación	40	-	-
<b>Total</b>	<b>1186,40</b>	<b>-</b>	<b>126,57</b>
-Evaporación	-186,40	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>12,7</b>	<b>126,57</b>

<sup>4</sup>Contiene 56,33% de corteza (t) de limón:  $270 \times 0,5633 = 217,27$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $217,27 \times 1,5 = 325,91$ g/1000 g de confitura.

Los resultados analíticos se muestran en las tablas X.14 y X.15.

**Tabla X.14.** Caracterización físico-química de la confitura. 070510CMLSA

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	14	14	14	14	0,000
pH	3,68	3,67	3,66	3,66	0,010
Acidez (% ácido cítrico)	0,69	0,75	0,85	0,76	0,081
Bostwick 60 seg	2.0			2,0	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	35,83	37,75	39,20	37,59	1,69
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>		<b>SD</b>
L	66,49	66,28	66,38		0,11
a*	2,25	0,33	0,82		1,31
b*	5,23	4,33	4,75		0,50

**Tabla X.15.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 070510CMLSA

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,548
<b>Color</b>	4,0	0,447
<b>Sabor</b>	4,0	0,548
<b>Textura</b>	4,1	0,548
<b>Sinéresis</b>	4,8	0,447
<b>Olor</b>	4,0	0,707

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable.

Se ha mejorado el color, olor, sabor y textura comparada con la muestra que lleva menos melocotón.

A los 30 días de almacenamiento se realiza de nuevo un análisis sensorial, demostrando que no hay cambios significativos en los parámetros ensayados (tabla X.16).

**Tabla X.16.** Resultados del análisis sensorial de la confitura. 070510CMLSA a los 30 días de su elaboración.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4	0,707
<b>Color</b>	4	0,707
<b>Sabor</b>	4	1,000
<b>Textura</b>	4,3	0,707
<b>Sinéresis</b>	5	0,000
<b>Olor</b>	3,8	0,837

\*1-Desagradable, 5-Muy agradable.

**XI. REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE  
ELABORACIÓN IX CON UNA CORTEZA DE  
LIMÓN DISTINTA PARA COMPROBAR SI SE  
REPITEN LOS RESULTADOS**

Estos ensayos son repetición de los descritos en el capítulo X para comparación de resultados, habiendo preparado nuevo puré de corteza de limón, añadiendo analíticas no incluidas en los ensayos anteriores (análisis nutricional y plaguicidas).

**XI.1. INGREDIENTES.**

Se utiliza en todos los ensayos puré de corteza de limón descrito en XI.1.1

- Pulpa de melocotón (Ref: envasado aséptico campaña 2008)
- Azúcar
- Concentrado de limón (Ref.: 120528 de 400 g/L (de ácido cítrico))
- Corteza de limón (Cimusa 122006)
- Aspartamo
- Sorbitol
- Sucralosa
- Agua

**XI.1.1. Preparación del puré de corteza de limón.**

Para la elaboración del puré de corteza de limón se parte de corteza de limón congelada (epicarpo y mesocarpo). Las características de ésta son:

- °Brix=5.
- pH=3,24
- Acidez=1,05% de ácido cítrico.
- Fibra=10,2 g/100g
- Presencia de residuos=Imazazil 2,72 ppm.

Se toman 10 kg de la corteza de limón congelada, se mezclan con 15 kg de agua y se descongela a una temperatura entre 10 y 20 °C. Tras dos horas en las que se mantiene en contacto el agua con el limón (lavado), se separan las semillas de forma manual y se escurre exprimiendo con ayuda de telas que actúan como filtros para eliminar la parte acuosa, arrastrando así parte de los aceites esenciales que aportan mal sabor a la corteza.

El agua de extracción presenta las siguientes características:

- pH: 3,70.
- °Brix: 2,0.

A continuación, se vuelve a añadir 15 kg de agua a la corteza de limón, dejándola reposar en refrigeración durante 18 horas. De nuevo se escurre con ayuda de telas. Obteniéndose un agua de extracción con las siguientes características.

Segunda agua de extracción:

- pH: 3,82.
- °Brix: 0,5.

Este proceso se repite hasta dos veces más durante 3 y 17 horas respectivamente.

Tercera agua de extracción.

- pH: 4,00.
- °Brix: 0,4.

Cuarta agua de extracción:

- pH:4,13.
- °Brix: 0,2.

Peso de corteza lavada = 6 kg.

Una vez lavada completamente y escurrida, la corteza de limón se pasa por la picadora de frutas a través de una placa perforada de 12 mm de diámetro de orificio, arrastrando los restos de corteza adheridos a las paredes con 3 litros de agua. Seguidamente se cuece hirviendo en calderín durante 20 minutos, con agitación continua, hasta eliminar el agua añadida y se deja a temperatura ambiente. La corteza de limón tras este proceso presenta las siguientes características.

- °Brix = 0,5.
- pH=3,5
- Acidez= 0,51 % ácido cítrico.
- Fibra alimentaria=10,2 g/100 g.
- Grasa = 0,2 g/100g
- Humedad 88,5 g/100g

También se realizó un análisis multiresiduos de la corteza sin lavar y lavada. La tabla XI.1 muestra los resultados obtenidos.

**Tabla XI.2:** Analítica multiresiduos de la corteza de limón.

<b>Determinación</b>	<b>Corteza limón sin lavar (mg/Kg)</b>	<b>Corteza limón sin lavar (mg/Kg)</b>	<b>LQ (mg/Kg)</b>
HEXITIAZOX	0.03	0.03	0,010
IMAZALIL	2.72	1.27	0,010
PIRIPROXIFEN	0.03	0.04	0,010
PROCLORAZ	0.20	0.09	0,050
PROPARGITA	0.05	0.05	0,010

Los análisis de multiresiduos realizados en las tres confituras elaboradas con esta corteza de limón han mostrado cantidades de plaguicidas por debajo del límite de cuantificación.

Finalizado este proceso la corteza de limón pasa por un triturador inoxidable de corteza giratoria para reducir el tamaño de partícula.

- *Cálculos para la determinación del contenido de corteza en el puré de corteza de limón referencia 122006 (10):*

Corteza de limón congelada (corteza bruta (b))	10000 g
Puré de corteza tratada (t) ( lavada, escurrida, cocida y triturada)	6000 g
Consumo de corteza bruta (b) para obtener corteza tratada (t)	_____
Rendimiento de transformación de corteza (b) de limón en corteza (t) (lista para su uso).	_____

## **XI.2. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 130612CML63.**

La formulación se muestra en la tabla XI.2 y a continuación se detalla la elaboración.

**Tabla XI.2.** Formulación de la confitura 130612CML63.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de alto contenido en azúcar.	<b>Código:</b> 130612CML63		
	<b>°Brix:</b> 63		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	10	50,00
Puré de corteza de limón Ref.: 122006 (10) 100% corteza (t)	84,00 <sup>1</sup>	0,5	0,42
Concentrado de limón 081128 400g/L	22,00	47,4	10,43
Azúcar	569,15	100	569,15
Agua de evaporación	60,00	-	-
<b>Total</b>	<b>1235,15</b>	<b>-</b>	<b>630,0</b>
-Evaporación	-235,15	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000</b>	<b>63</b>	<b>630</b>

<sup>1</sup>Contiene 100% de corteza (t) de limón:  $84 \times 1 = 84$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $84 \times 1,67 = 140,28$  g/1000 g de confitura.

1. Se mezclan 336 g (49,7%) de puré de corteza de limón con 240 g (35,5%) de agua y 100 g (14,8%) de azúcar. A continuación se tritura finamente en trituradora Thermomix. Tras 2 minutos de trituración se pasa el contenido a un vaso limpio y seco y se separa con cuidado toda la espuma.
2. En la olla de cocción (tarada) se agregan 500 g de pulpa de melocotón descongelada y 169 g de la mezcla triturada en Thermomix de composición: 84,01 g de puré de corteza de limón, 60,0 g de agua y 25,0 g de azúcar (que previamente se habrá removido para que toda la masa esté uniformemente repartida).
3. Se calienta a ebullición 4 minutos, se añaden 544,15 g de azúcar (569,1g de azúcar total -25,0 g añadidos en el punto anterior) y los 22 g de concentrada de limón y se calienta a ebullición hasta peso final de confitura de 1000 g.
4. Se desespuma, se llenan tarros en caliente (Temperatura > 85 °C), tarro de 250 mL sin espacio de cabeza, se tapa inmediatamente, se invierten 10 minutos (tapa boca abajo) y se enfrían 30 minutos. Se secan y rotulan con el código correspondiente.
5. A las 48 horas se analiza.

Los resultados analíticos se muestran en las tablas XI.3 y XI.4.

**Tabla XI.3.** Caracterización fisicoquímica de la confitura 130612CML63.

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	64,0	64,5	64,5	64,3	0,289
pH	3,15	3,16	3,16	3,16	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,88	0,94	0,87	0,90	0,038
Bostwick 60 seg	2			2	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	100,17	78,62	80,92	86,57	11,83
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	57,76	55,09	56,33	1,34	
a*	1,63	0,79	1,23	0,42	
b*	11,30	8,86	10,36	1,31	

**Tabla XI.4.** Análisis sensorial de la confitura 130612CML63.

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,6	0,548
<b>Color</b>	4,6	0,548
<b>Sabor</b>	4,8	0,447
<b>Textura</b>	5,0	0,000
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	4,6	0,548

\*1 Desagradable -5: Muy agradable

Comentarios: No se realizaron comentarios negativos. Se detecta al comer algún granito de corteza de limón.

Se realizó un análisis nutricional a la confitura y los resultados se muestran en la tabla XI.5.

**Tabla XI.5.** Análisis nutricional de la confitura 130612CML63.

<b>Determinación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
Valor energético	1132	kJ/100 g
Valor energético	266	kcal/100 g
Proteínas	0.6	g/100 g.
Hidratos de carbono	65.9	g/100 g.
Azúcares totales	63,458	g/100g
Grasas	0.1	g/100 g.
Fibra alimentaria	1,8	g/100g
Humedad	33.1	g/100 g.
Cenizas totales	0.3	g/100 g.

### **XI.3. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN DE REDUCIDO CONTENIDO ENERGÉTICO 150612CML40.**

La formulación se muestra en la tabla XI.6 y a continuación se detalla la elaboración.

**Tabla XI.6.** Formulación de la confitura 150612CML40.

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón de reducido contenido energético	<b>Código:</b> 150612CML40		
	<b>°Brix:</b> 40		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 50%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	500,00	10	50,00
Puré de corteza de limón Ref.: 122006 (10) 100 % de corteza (t)	198,8 <sup>2</sup>	0,5	0,99
Concentrado de limón 081128 400g/L	7,45	47,4	3,53
Azúcar	345,48	100	345,48
Agua de evaporación	165,22	-	-
<b>Total</b>	<b>1216,95</b>	<b>-</b>	<b>400,03</b>
-Evaporación	-216,95	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000,00</b>	<b>40</b>	<b>400,00</b>

1. Se utiliza mezcla molida descrita en XI.2
2. En la olla se pesan 500 g de pulpa de melocotón y 400 g de la mezcla molida (contiene 198,8 g puré corteza, 142 g de agua, 59,2 g de azúcar).
3. Se calienta a ebullición 4 minutos y se añaden 286,28 g de zucar (345,48 g de azúcar total - 59,20 g de azúcar añadidos en el punto anterior) y 7,45 g de concentrado de limón (47,4 °Brix) y se calienta a ebullición hasta peso final de confitura de 1000 g.
4. Llenado y acondicionamiento final, descrito en XI.2
5. A las 48 h se analiza.

<sup>2</sup>Contiene 100% de corteza (t) de limón:  $198,8 \times 1 = 198,8$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura; que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $198,8 \times 1,67 = 331,99$ g/1000 g de confitura.

Los resultados analíticos físico-químico, sensorial y nutricional se muestran en las tablas XI.7 a XI.9.

**Tabla XI.7.** Caracterización fisicoquímica de la confitura 150612CML40.

	<b>Medidas</b>			<b>Media</b>	<b>SD</b>
Sólidos solubles (°Brix)	40	40	40,2	40,1	0,115
pH	3,51	3,49	3,49	3,5	0,012
Acidez (% ácido cítrico)	0,44	0,55	0,53	0,51	0,059
Bostwick 60 seg	3			3	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	24,05	28,88	29,64	27,5	3,031
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	74,19	73,75	73,93	0,221	
a*	-1,42	-1,63	-1,51	0,105	
b*	21,93	20,35	21,11	0,790	

**Tabla XI.8.** Valoración sensorial de la confitura 150612CML40

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,4	0,548
<b>Color</b>	4,6	0,447
<b>Sabor</b>	4,4	0,548
<b>Textura</b>	3,8	0,837
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	4,2	0,894

\*1 Desagradable -5: Muy agradable

Comentarios: Se detecta al comer granitos de corteza de limón.

**Tabla XI.9.** Análisis nutricional de la confitura 150612CML40

<b>Determinación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
Valor energético	745	kJ/100 g
Valor energético	175	kcal/100 g
Proteínas	0.6	g/100 g.
Hidratos de carbono	43.6	g/100 g.
Azúcares totales	40,845	g/100g
Grasa	<0.1	g/100 g.
Fibra alimentaria	3,0	g/100
Humedad	55.5	g/100 g.
Cenizas totales	0.3	g/100 g.

#### **XI.4. CONFITURA DE MELOCOTÓN CON CORTEZA DE LIMÓN SIN AZÚCAR AÑADIDO 1506CMLSA.**

La formulación se muestra en la tabla XI.10.

**Tabla XI.10.** Formulación de la confitura 150612CMLSA

<b>Producto:</b> Confitura de melocotón con corteza de limón sin azúcar añadido0	<b>Código:</b> 150612CMLSA		
	<b>°Brix:</b> 12-14		
<b>Porcentaje de fruta:</b> 80%	<b>Formulación (g):</b> 1000		
<b>INGREDIENTES</b>	<b>MASA (g)</b>	<b>°BRIX</b>	<b>S.S. TOTALES (g)</b>
Pulpa de melocotón	800,00	10	80,00
Puré de corteza de limón Ref.: 122006 (10) 100% corteza (t)	195,70 <sup>3</sup>	0,5	0,98
Concentrado de limón	8,1	47	3,81
Sucralosa	0,4	100	0,4
Jarabe de sorbitol	57,50	70	40,25
Aspartamo	1,0	100	1,00
Agua de evaporación	195,70	-	-
<b>Total</b>	<b>1258,4</b>	<b>-</b>	<b>126,44</b>
-Evaporación	-258,4	-	-
<b>Peso final</b>	<b>1000</b>	<b>12,6</b>	<b>126,44</b>

<sup>3</sup> Contiene 100% de corteza (t) de limón:  $195,7 \times 1 = 195,70$  g de corteza (t) de limón /1000g de confitura que supone un consumo de corteza (b) de limón:  $195,7 \times 1,67 = 326,82$ g/1000 g de confitura.

Elaboración.

1. Se mezclan 300 g de puré de corteza de limón y 300 g de agua- Se tritura finamente en Thermomix durante 3 min (queda muy fino el triturado).
2. En la olla de cocción se agregan 800 g de pulpa de melocotón y 391,4 g del puré triturado con agua de la Thermomix (contiene 195,7 g de puré de corteza y 195,7 g de agua). Se calienta a ebullición 4 minutos.
3. Se añade el sorbitol, la sucralosa, el aspartamo y el concentrado de zumo de limón y se calienta a ebullición hasta peso final de confitura de 1000 g.
4. Llenado y acondicionamiento final, descrito en XI.2.
5. A las 48 h se analiza.

Los resultados de las distintas analíticas se muestran en las tablas XI.11 a XI.13.

**Tabla XI.11.** Caracterización fisicoquímica de la confitura 150612CMLSA

	Medidas			Media	SD
Sólidos solubles (°Brix)	15	14,8	15	14,93	0,115
pH	3,59	3,59	3,58	3,59	0,006
Acidez (% ácido cítrico)	0,82	0,75	0,74	0,77	0,044
*Bostwick 60 seg	1,5			1,5	0,000
Sinéresis	0			0	0,000
Textura (Fuerza / g)	31,03	28,79	31,76	30,53	1,548
<b>Color</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	
L	52,63	52,47	52,55	0,08	
a*	-0,03	-0,07	-0,05	0,02	
b*	7,77	6,71	7,12	0,56	

\*Con el mismo contenido de puré de corteza de limón que la confitura de 40°Brix aumenta sensiblemente la consistencia al ser mayor el porcentaje de pulpa de melocotón (del 50% al 80%)

**Tabla XI.12.** Análisis sensorial de la confitura 150612CMLSA

	<b>*Media</b>	<b>SD</b>
<b>Valoración global</b>	4,2	0,447
<b>Color</b>	4,2	0,707
<b>Sabor</b>	4,4	0,894
<b>Textura</b>	4,4	0,548
<b>Sinéresis</b>	5,0	0,000
<b>Olor</b>	4,0	0,447

\*1 Desagradable -5: Muy agradable

Comentarios: Se notan los gránulos de corteza de limón y el regusto final de la confitura sabe a edulcorante.

**Tabla XI.13.** Análisis nutricional de la confitura 150612CMLSA

<b>Determinación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
Valor energético	235	kJ/100 g
Valor energético	56	kcal/100 g
Proteínas	0.9	g/100 g.
Hidratos de carbono	14.0	g/100 g.
Azúcares totales	7,667	g/100g
Grasa	0.1	g/100 g.
Fibra alimentaria	3,6	g/100 g.
Humedad	84.5	g/100 g.
Cenizas totales	0.5	g/100 g.

## **XII. VIABILIDAD ECONÓMICA**

A lo largo de este trabajo se han realizado una serie de ensayos, análisis y comprobaciones pertinentes, encaminadas a lograr la obtención de una confitura de fruta (en nuestro caso melocotón) incorporando como ingredientes los componentes principales del limón: corteza y zumo.

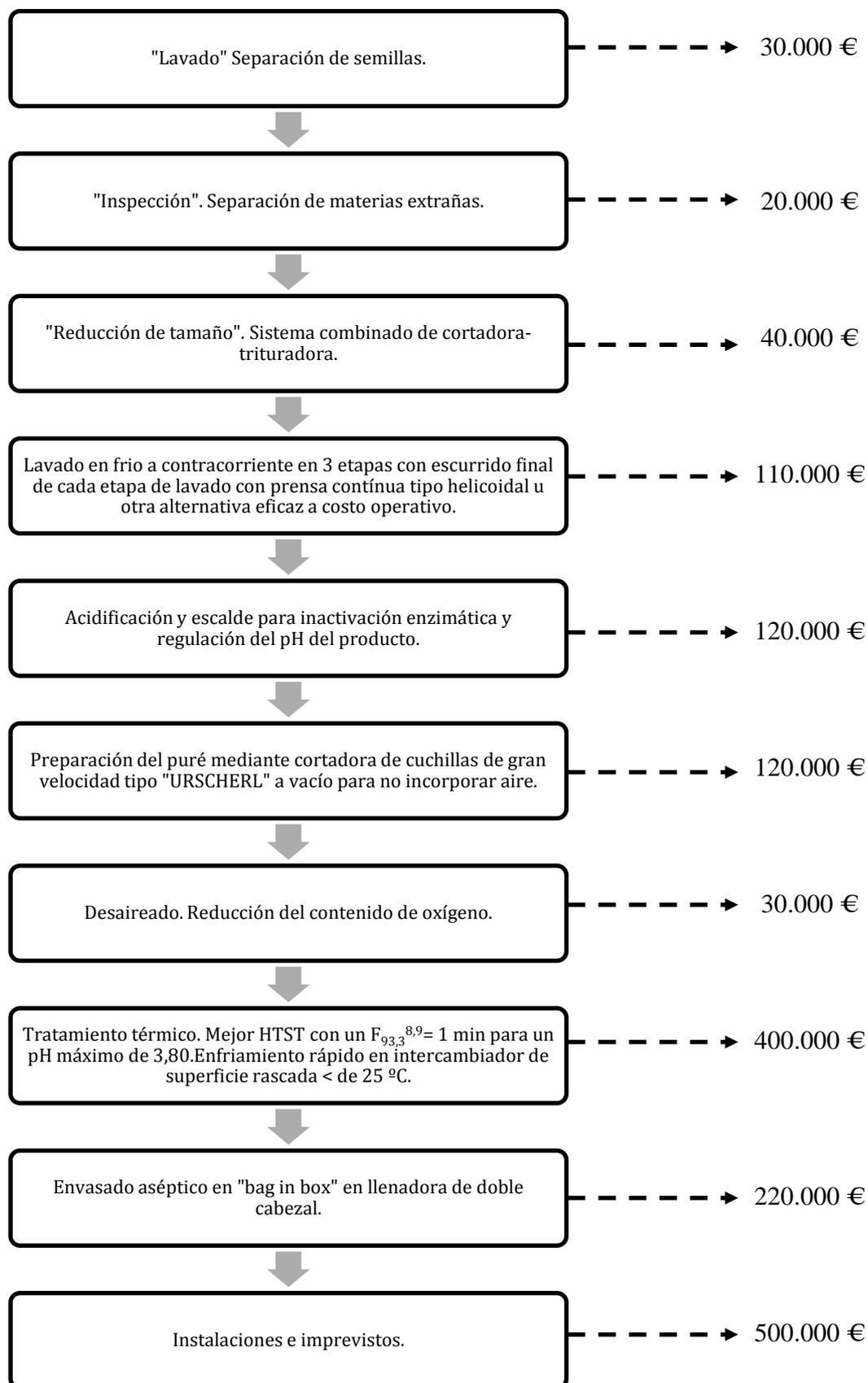
Los resultados corroboran que ha sido posible la elaboración de confituras de frutas (melocotón) con un nivel de aceptación elevado (análisis sensorial e instrumental) cubriendo todo el abanico de posibilidades de demanda:

1. Confitura de alto contenido en azúcar (63 °Brix).
2. Confitura de valor energético reducido (40 °Brix).
3. Confitura sin azúcar añadido (12-14 ° Brix).

El zumo de limón se encuentra disponible en el mercado y se comercializa entre varias posibilidades como concentrado, refinado y congelado de 400 g de ácido cítrico/l, con un excelente nivel de calidad para uso alimentario como acidulante. La corteza de limón, para su utilización, habría que transformarla en un producto no perecedero, envasado en envases industriales como podrían ser bolsas asépticas, de uso generalizado hoy en día para pulpas, concentrados y purés de frutas. Además presentado para su consumo a un costo competitivo que fuera alternativa al uso de pectinas y al mismo tiempo revalorizara la materia prima (corteza de limón), prácticamente sin valor en la actualidad.

Una propuesta de preparación del puré de corteza de limón, envasado aséptico “bag un box”, se muestra en el siguiente diagrama de flujo (podría ser para una producción de 6-8 toneladas/hora durante una campaña de 6 meses).

## Diagrama de Flujo

Inversión maquinaria e instalaciones  
(Precio actualizado Junio 2012 en euros)

Total: 1.590.000 €

**COSTO DIARIO DE EXPLOTACIÓN PARA UNA PRODUCCIÓN DE PURÉ DE CORTEZA DE LIMÓN TRATADA** (siguiendo el diagrama de flujo anterior)

(Producción: \_\_\_\_\_ )

**Gastos:**

600 envases (bidón metálico+ bolsa aséptica) de 200 kg a 11,70 €/envase <sup>(*)</sup>	7020 €
Costo mano de obra: 30 puestos.	4500 €
Costo energía y varios.	3600 €
Costo amortizaciones.	1965 €

<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>17085 €/día</b>
---------------------	--------------------

<sup>(\*)</sup> Aclaración precio del envase:

Bola aséptica simple barrera.	2,70 €
Bidón metálico con tapa de plástico residual)	9 euros (12€bidón nuevo-3€valor residual)
<hr/>	
Costo envase	11,70 €

**Resultado económico. Comparativo entre una confitura elaborada con corteza de limón y otra con pectina comercial.**

**1. Confitura de alto contenido en azúcar (63 °Brix).**

1

\_\_\_\_\_

2

\_\_\_\_\_

*Valorización confitura con corteza de limón=0,032-0,016 = 0,016 €/Kg confitura*

*Costo 110 g de corteza = 0,016*

\_\_\_\_\_

## 2. Con confitura de valor energético reducido (40 °Brix).

\_\_\_\_\_

*Costo confitura con*

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

*Valorización confitura con corteza de limón*

\_\_\_\_\_

*Costo 300 g de corteza=0,032*

\_\_\_\_\_

## 3. Con confitura sin azúcar añadido (12-14 °Brix).

*Costo confitura con p*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Costo 326 g de corteza=0,104*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOTA: Teniendo en cuenta que en un proceso industrial el rendimiento de transformación de corteza bruta de limón tratada, podría mejorarse en un 15-20 %, la revalorización de la corteza de limón aumentaría sobre los datos contemplados.

## **XIII. DISCUSIÓN**

### **XIII.1. INLUENCIA DE LA CORTEZA DE LIMÓN.**

Como quedó establecido en el planteamiento de este trabajo, el objetivo pretendido es la utilización de la corteza de limón como ingrediente en la elaboración de una confitura de frutas.

El interés en la corteza de limón viene justificado porque se encuentra disponible en cantidades muy importantes como subproducto en la industrialización del limón, con escaso o nulo valor residual y que plantea serios problemas a la industria para “quitársela

de encima”, fundamentalmente por los problemas de medio ambiente que genera. Con las cifras en la mano, después de extraer el zumo y aceite esencial del limón, la corteza que queda es superior al 60% del fruto, y merece la pena ver lo que se puede hacer para su aprovechamiento.

El reto planteado resultaba muy atractivo por dos razones fundamentales: se resuelven problemas medioambientales y se revaloriza el fruto, ya que más del 50% del mismo, pasa de ser un subproducto, con escaso valor, a ingrediente alimentario, como sustitutivo de pectinas, gelificantes y estabilizantes de gran consumo en la industria alimentaria. Es al mismo tiempo un proyecto innovador pues su incorporación a la composición de alimentos preparados constituye una mejora dietética por su riqueza en fibra alimentaria y el consiguiente efecto prebiótico. Cuestiones, estas, muy de actualidad por lo que supone de avance en la tecnología alimentaria con respecto al binomio nutrición y salud.

Nos hemos fijado también en la corteza de limón por que constituye la principal materia prima para la obtención de pectinas comerciales, aditivo cada día más utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica por sus propiedades, espesantes, gelificantes y como recubrimiento protector.

Se ha contemplado en cada momento, someter la corteza de limón a operaciones de transformación consistentes en tratamientos físicos, exclusivamente. Si bien en los primeros ensayos se trató la corteza con enzima pectinmetilesterasa para facilitar la liberación del material pectínico y hacer más eficaz su aplicación, en los ensayos posteriores se ha prescindido de la utilización de enzima, ya que los resultados obtenidos en el tratamiento no enzimático de la corteza del limón no muestran diferencias significativas. Al mismo tiempo, la supresión del tratamiento enzimático, refuerza la voluntad decidida de transformar la corteza bruta (b) que sale de las extractoras industriales en un puré de corteza de limón tratada (t) utilizando operaciones sencillas de: lavado con agua, escurrido, reducción de tamaño en cortadoras y/o molino y escalde para inactivación enzimática y blandeamiento del producto.

Se ha descrito en los capítulos, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X y XI. la forma de preparación del puré de corteza de limón y su aplicación a la elaboración de tres tipos de

confitura de melocotón - corteza de limón, similares a las existentes en el mercado para su consumo habitual:

- Confitura de alto contenido de azúcar (63% de azúcar).
- Confitura de reducido contenido energético (40% de azúcar).
- Confitura sin azúcar añadido (12-14% sólidos solubles, principalmente procedentes de los azúcares aportados por el propio fruto).

La elección del melocotón como compañero de viaje de la corteza de limón en el desarrollo y elaboración de estas confituras está motivada por ser las confituras de melocotón las de mayor consumo y aceptación en el mercado, también por sus virtudes sensoriales y por ser la Región de Murcia una de las principales productoras de melocotón de España de una calidad de fruto incomparable.

La dosificación de corteza de limón en la confitura y su tratamiento de transformación en materia utilizable es fundamental en la calidad del producto obtenido, de ella dependen parámetros de calidad muy significativos: consistencia, textura medida en texturometro, capacidad de retención de agua (sinéresis) y en el análisis sensorial: valoración global, color, sabor, textura, sinéresis y olor.

Cabe destacar, que si bien en principio se contemplaba la corteza de limón como un ingrediente sustitutivo de la pectina por su función espesante y gelificante valorando negativamente la detección del limón: morfología y sabor en la cata. Sin embargo, al ir avanzando en el trabajo se ha apreciado la incorporación de la corteza en la confitura como compuesta de dos ingredientes, melocotón y limón con sus aportaciones peculiares nutricionales y gustativas en la valoración del producto.

Se ha comprobado que si en el tratamiento de la corteza se incrementa el número de lavados, prácticamente desaparece el sabor amargo de la corteza y la detección de aceite esencial, no apreciándose de forma sensible el limón, cuestión esta que puede ser de interés para algunas aplicaciones.

No obstante, la presencia del limón en la confitura se ha hecho patente por la detección en la deglución de gránulos de corteza, no siendo la textura homogénea a total satisfacción. Esto se explica por tratarse de un sólido húmedo y que los medios de que

hemos dispuesto para la reducción del tamaño: cortadora, trituración y molienda, no han sido totalmente idóneos.

En los ensayos realizados y descritos en el capítulo IX y siguientes, el tratamiento de la corteza de limón ha ido precedido de la eliminación total de las semillas de limón, pues se ha comprobado que la presencia de alguna semilla mezclada con la corteza en las operaciones de reducción de tamaño (molido y triturado) comunica al puré de corteza de limón un sabor amargo de imposible eliminación y desagradable degustación.

El rendimiento de transformación de corteza bruta (b) en corteza tratada (t) que es del orden del 60-70% sería mejorable disponiendo de un dispositivo de colado o de decantación idóneo aplicable después de cada lavado.

Igualmente, podría optimizarse el consumo de agua de lavado, que está en cinco partes de agua por una parte de corteza bruta, probablemente aplicando un sistema de lavado a contracorriente.

El comportamiento de la corteza de limón en la elaboración de las tres clases de confitura ha repercutido con un incremento de calidad conforme ha ido mejorando progresivamente el tratamiento de la corteza bruta, como puede apreciarse en las tablas de discusión de los resultados, consiguiéndose en los tres casos un producto de una calidad muy alta tomando como referencia las confituras de alta calidad existentes en el mercado.

### **XIII.2. EFECTO DE LOS ENZIMAS.**

En la industria de transformación de productos vegetales se utilizan preparaciones pectolíticas comerciales de manera frecuente. Estas preparaciones contienen enzimas que proceden de especies fúngicas, y que son un conjunto de actividades pectolíticas. El término pectinasas se utiliza frecuentemente para hablar de un grupo de enzimas que comprende pectín-esterasas, pectín-glicosidasas y pectín-liasas. El sustrato de las pectinasas como su nombre indica son las pectinas y su principal acción tecnológica es la disminución de la viscosidad del medio donde se encuentran las pectinas. En nuestro caso se han utilizado pectinmetilesterasas (PE; EC 3.1.1.11); se trata de un enzima altamente

específico para ésteres metílicos de poligalacturónidos, que libera el metanol del carbono seis dejando expuesto el grupo carboxilo del ácido urónico. La liberación de este grupo carboxilo favorece la reactividad al calcio y es el mecanismo de gelificación predominante en confituras de bajo contenido en azúcar. Es por ello que se ha utilizado en algunos ensayos para la preparación de la corteza.

En la piel del limón y en los cítricos en general existen de manera natural los enzimas pectinolíticos, siendo muy importante la presencia de la pectinesterasa para la madurez del fruto, ya que aumenta la hidratación y permeabilidad de la pared vegetal. Este enzima, actúa más eficientemente en la corteza industrializada, ya que las roturas favorecen su movilidad. El hecho de que no se hayan encontrado efectos relevantes en los ensayos realizados con tratamiento enzimático puede ser debido a que mediante los tratamientos de preparación de la corteza se favorece la acción de la pectinmetilesterasa, no siendo necesario el empleo de este enzima o de otros enzimas que actúen sobre la protopectina, lo cual es beneficioso puesto que no encarecen la preparación de la corteza.

### **XIII.3. CONFITURAS ELABORADAS.**

#### **XIII.3.1. Confitura de alto contenido de azúcar, (63° Brix).**

El comportamiento de la corteza de limón para esta confitura, ha sido excelente, con un contenido de corteza relativamente bajo (84 g por 1000g de confitura), se ha conseguido una confitura unttable, con un nivel de satisfacción-puntuación por encima del umbral de aceptabilidad (puntuación 3), en todos los ensayos.

El contenido alto de azúcar (63%) enmascara cualquier defecto de sabor y favorece la gelificación.

Incluso en el ensayo IV con un contenido de corteza inferior a la mitad de la dosis normal (75-85 gramos/1000g de confitura), la confitura retiene el agua (sinéresis 0.00), aunque resulta una confitura fluida (Bostwick 4).

El tratamiento enzimático de la corteza influye negativamente en la textura (ensayos V y VI), como puede apreciarse en la tabla XIII.1 y en la figura XIII.1.

**Tabla XIII.1.** Discusión de resultados de la confitura de alto contenido en azúcar 63 °Brix.

Clase de confitura	ALTO CONTENIDO EN AZÚCAR 63 °BRIX							
	IV	V	VI	VII	IX	X	XI	
Ensayo								
S.Solubles °Brix	64	63,4	62,63	64,73	64,0	62,5	64,3	
pH	3,14	3,21	3,17	3,22	3,12	3,23	3,16	
Acid % Ac.Cítrico	1,10	0,90	1,26	1,47	0,85	0,81	0,90	
Bostwick (cm)	4,0	2,5	1,5	1,5	0,3	2,0	2,0	
Sinéresis (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tmetro. (fuerza g)	39,59	53,95	87,24	62,09	85,54	87,12	86,57	
Tratamiento enzimático	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	
Colorímetro L	44,12	50,08	58,69	58,24	61,38	62,29	56,33	
Colorímetro: a	2,59	2,04	-0,91	-0,88	1,42	1,00	1,23	
Colorímetro:b	6,00	6,87	3,39	3,66	10,36	9,16	10,36	
Contenido corteza tratada (t)	36,05	75,00	85,61	85,61	84,50	84,50	84,00	
Consumo corteza bruta (b)	43,26	91,50	117,29	117,29	126,75	126,75	140,28	
Rendimiento de transformación (%)	83,33	81,97	72,99	72,99	66,67	66,67	59,88	
Agua lavado ml/g	-	4,5	2,7	2,7	4,8	4,8	4,8	
Análisis sensorial (1 a 5)	Val. global	4,0	4,2	4,2	4,4	4,3	4,5	4,6
	Color	4,4	4,6	4,6	5,0	4,4	4,8	4,6
	Sabor	3,6	3,6	3,6	4,2	4,1	4,6	4,8
	Textura	4,4	4,4	4,6	4,8	4,0	4,0	5,0
	Sinéresis	4,2	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0
	Olor.	4,0	3,8	4,4	4,4	4,4	4,4	4,6

**Aclaraciones:** S.Solubles: Sólidos solubles; Acid.: Acidez; Bostwick (cm): Consistencia a 60 s; Tmetro: Texturometro; Contenido corteza de corteza tratada (t): Gramos de corteza (t) de limón/1000g de confitura; Consumo de corteza bruta (b): Gramos de corteza (b) de limón/1000g de confitura; Rendimiento de transformación (%): % de corteza (t) obtenida a partir de corteza (b); Agua de lavado: Agua de lavado de corteza ml de agua/g de corteza (b); Val.global: Valoración global.

En el ensayo IX se observa que un incremento del 18% de corteza aumenta la textura (fuerza en g) al doble, dando una textura demasiado gelificada y dura. Quiere esto

decir, que es importante dosificar con precisión la cantidad de corteza añadida con relación a la textura y consistencias deseadas.

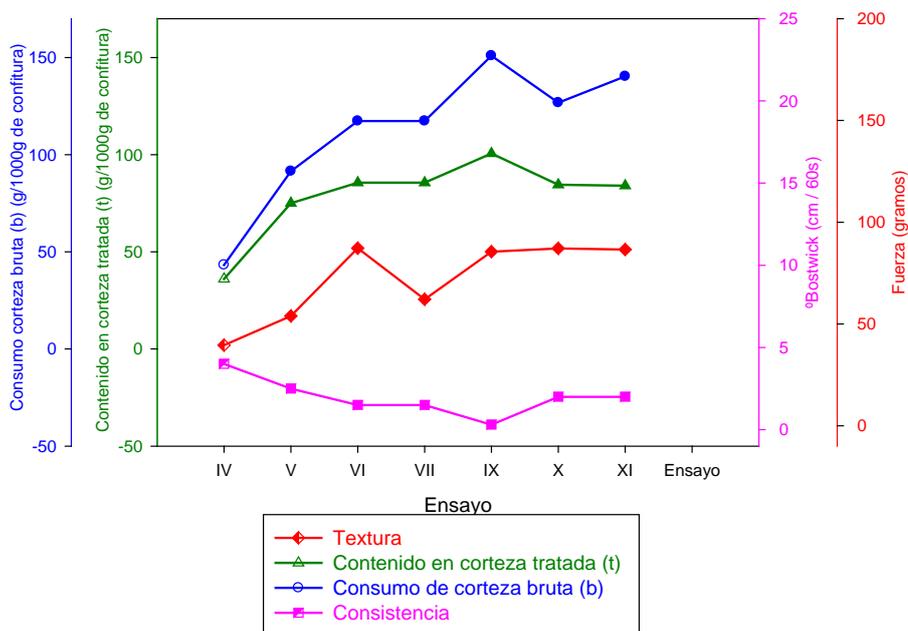
Una dosis de corteza (t) de 84g/1000g confitura ha dado los mejores resultados (ensayo X).

En la figura XIII.1, se representa, en la confitura de 63°Brix, el comportamiento de la corteza (t) y consumo de la corteza (b) y su influencia en los valores de textura y consistencia. Como puede observarse los valores de la consistencia (°Bostwick) varían de 0,3 a 2,5cm, se mantienen dentro de una banda estrecha de variación, no ocurre así con la textura donde aparecen dos picos significativos en los ensayos VI, VIII y siguientes con los valores más altos de la fuerza de penetración cuando se utiliza corteza de limón no tratada enzimáticamente.

En los ensayos VI y VII con la misma cantidad de corteza (t) 85,6g/1000g confitura, la fuerza varía de 87gramos a 52 gramos a favor de la corteza no tratada con enzima

Al aumentar la dosis de corteza, aumenta proporcionalmente la textura hasta alcanzar una textura dura (ensayo IX), se ha elegido como una textura adecuada en torno a 87gramos de fuerza de penetración en texturómetro (medida en gramos), para que el producto sea untable como se pretende.

En la figura XIII.1 están representados los valores de corteza (t) empleado y corteza (b) consumida expresados en gramos de corteza/1000g de la confitura, la diferencia se hace mayor, es decir disminuye el rendimiento de transformación de 82% (ensayo V) al 60% (ensayo XI), como consecuencia del incremento de intensidad de lavado con agua de la corteza bruta para mejorar la calidad de la corteza tratada y por tanto de la confitura. Este rendimiento puede ser mejorable disponiendo de un sistema de recuperación de sólidos del agua de lavado de cada tratamiento, como se ha citado anteriormente.



**Figura XIII.2.** Influencia corteza de limón: confitura de alto contenido en azúcar 63 °Brix.

**XIII.3.2. Confitura de reducido contenido energético (40°Brix).**

El comportamiento de la corteza de limón en esta confitura no es tan contundente como la confitura de 63°Brix. La dosis necesaria para producir efectos gelificantes y retención de agua es superior al doble de la utilizada en la confitura de 63°Brix (entre 200 y 230 g de corteza (t) /1000g de confitura).

Hasta el ensayo V apareció algún parámetro de calidad con puntuación por debajo de 3 (este valor se ha fijado como límite en el umbral de aceptabilidad).

Se comporta mejor como gelificante la corteza tratada enzimáticamente, aunque las diferencias no son muy significativas, como puede verse en la tabla XIII.2 de resultados con menos dosis de corteza son mayores los valores de dureza en el texturómetro.

- ◆
- ▼

**Tabla XIII.2.** Discusión de resultados de la confitura de reducido contenido energético 40 °Brix.

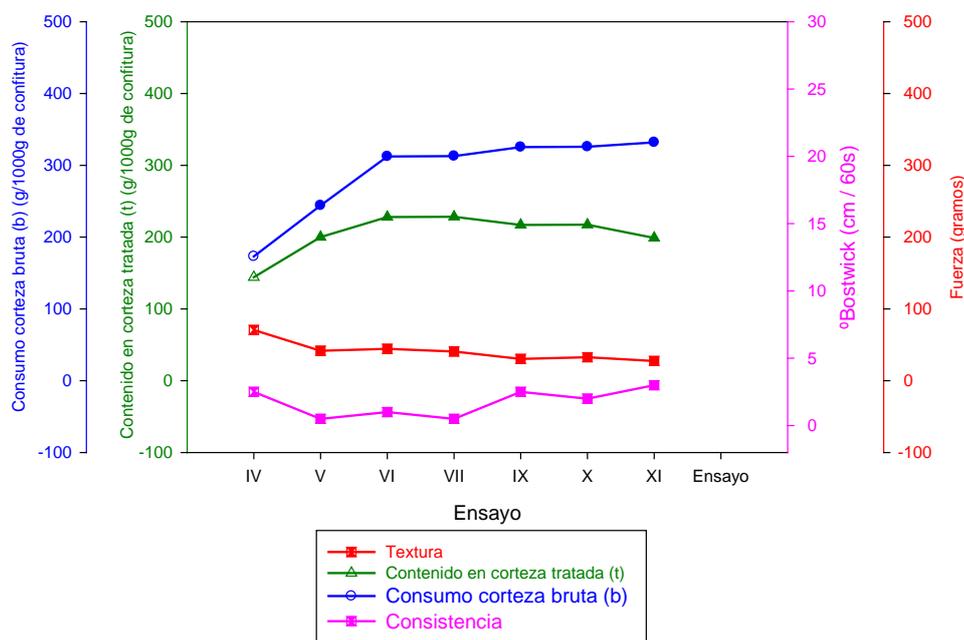
Clase de confitura		REDUCIDO CONTENIDO EN AZÚCAR 40 °BRIX						
Ensayo		IV	V	VI	VII	IX	X	XI
S.Solubles °Brix		41,9	41,7	41,0	40,53	41,0	44,0	40,1
pH		3,80	3,67	3,63	3,66	3,32	3,55	3,5
Acidez % Ac.Cítrico		0,38	0,47	0,60	0,7	0,70	0,56	0,5
Bostwick (cm)		2,5	0,5	1,0	0,5	2,5	2,0	3
Sinéresis (cm)		0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0
Tmetro. (fuerza g)		50,45	41,7	44,32	40,62	30,28	32,60	27,5
Tratamiento enzimático		SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
Colorímetro L		48,86	50,83	62,57	67,15	79,77	76,68	73,93
Colorímetro: a		0,13	-0,63	-1,61	-1,71	-1,12	-1,90	-1,51
Colorímetro: b		17,49	23,59	8,47	13,96	9,00	2,99	21,11
Contenido corteza tratada (t)		144,18	200,00	228,00	228,30	216,87	217,27	198,80
Consumo corteza bruta (b)		173,02	244,00	312,36	312,77	325,30	325,91	331,99
Rendimiento de transformación (%)		83,33	81,97	72,99	72,99	66,67	66,67	59,88
Agua lavado ml/g		-	4,5	2,7	2,7	4,8	4,8	4,8
Análisis sensorial (1 a 5)	Val. global	4,0	3,0	4,0	4,2	4,2	4,8	4,4
	Color	3,6	3,0	4,0	3,8	4,3	4,2	4,6
	Sabor	3,8	2,8	3,8	3,6	3,8	3,7	4,4
	Textura	3,2	2,6	3,8	3,4	4,0	4,2	3,8
	Sinéresis	2,8	4,2	4,8	4,8	4,6	4,8	5,0
	Olor.	3,2	3,8	4,0	4,4	4,4	4,0	4,2

**Aclaraciones:** S.Solubles: Sólidos solubles; Acid.: Acidez; **Bostwick (cm):** Consistencia a 60 s; **Tmetro:** Texturometro; **Contenido corteza de corteza tratada (t):** Gramos de corteza (t) de limón/1000g de confitura; **Consumo de corteza bruta (b):** Gramos de corteza (b) de limón/1000g de confitura; **Rendimiento de transformación (%):** % de corteza (t) obtenida a partir de corteza (b); **Agua de lavado:** Agua de lavado de corteza ml de agua/g de corteza (b); **Val.global:** Valoración global.

También cabe destacar que conforme aumenta el tratamiento de lavado con agua de la corteza bruta para eliminar el sabor amargo, disminuye ligeramente su eficacia gelificante (baja ligeramente la fuerza medida en texturometro y aumenta el grado Bostwick), y baja el rendimiento de transformación de corteza (b) a corteza (t), sin embargo los atributos sensoriales y de calidad mejoran de forma manifiesta (ver tabla de resultados y gráfica de ensayos, IX, X y XI).

La calidad va aumentando progresivamente con cada ensayo siendo óptima en el ensayo XI. Es competitiva con la confitura convencional existente en el mercado, y además añadimos a su favor un suplemento en las propiedades nutricionales anteriormente comentadas, y estar elaboradas sin adición de aditivos alimentarios.

En la figura XIII.2, se representa, en la confitura de 40°Brix, como se comporta al variar la dosis de corteza y el tratamiento de la corteza, en lo que respecta a textura y consistencia de la confitura.



**Figura XIII.2.** Influencia corteza de limón: confitura de reducido contenido en azúcar 40 °Brix.

En esta confitura de reducido contenido de azúcar añadido, el tratamiento enzimático de la corteza favorece una textura más dura, justo lo contrario que ocurría con

la confitura de 63% de azúcares. No obstante, la calidad de la confitura (valoración análisis sensorial) es manifiestamente superior cuando se utiliza corteza de limón no tratada con enzimas.

La cantidad de corteza tratada (t) utilizada, está en torno a los 200g/1000g de confitura, dato este que era de esperar, pues en la elaboración de confitura convencional con estos sólidos solubles (40°Brix), se necesita más del doble de pectina de bajo metoxilo que de alto metoxilo (confitura 63°Brix).

Esto podría explicar el mejor comportamiento de la corteza tratadas con enzima en relación a la dureza de la confitura, al disminuir el porcentaje de esterificación del contenido de pectina de la corteza de limón.

La dosis de 200 a 220 gramos de corteza/ 1000g de confitura le confieren una textura adecuada para un producto unttable.

Al igual que en la figura XIII.1, se ve como aumenta la diferencia entre consumo de corteza (b) de limón y corteza (t), es decir, disminución del rendimiento de transformación desde el ensayo V al ensayo XI ,como consecuencia del incremento en la intensidad de lavado de la corteza con agua.

### **XIII.3.3. Confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix).**

Esta confitura ha sido la más problemática de elaborar con corteza de limón hasta lograr una calidad de alto nivel de cualificación (puntuación 3 análisis sensorial).

En el ensayo IX, se consigue que todos los valores de los parámetros de calidad estuvieran por encima del umbral de aceptación.

En los ensayos X y XI, al elevar el contenido de melocotón en la formulación, del 60% al 80%, alcanza el mayor nivel de calidad la confitura sin azúcar añadido.

En la tabla XIII.3 se muestran los resultados.

**Tabla XIII.3.** Discusión de resultados de la confitura sin azúcar añadido 12-14°Brix.

Clase de confitura		CONFITURA SIN AZÚCAR AÑADIDO 12-14 °BRIX						
Ensayo		IV	V	VI	VII	IX	X	XI
S.Solubles °Brix		15,0	13,6	14,0	13,4	14,0	14,0	14,93
pH		4,01	4,10	4,13	4,05	4,01	3,66	3,59
Acid % Ac.Cítrico		0,72	0,53	0,72	0,92	0,78	0,76	0,77
Bostwick (cm)		3,5	1,0	2,0	0,5	2,0	2,0	1,5
Sinéresis (cm)		0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0
Tmetro. (fuerza g)		18,21	34,56	25,56	41,80	34,58	37,59	30,53
Tratamiento enzimático		SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
Colorímetro L		51,31	52,25	67,15	66,90	50,82	66,38	52,55
Colorímetro: a		-0,27	-0,55	-1,71	-1,80	-0,27	0,82	-0,05
Colorímetro:b		30,89	25,24	13,96	13,61	9,36	4,75	7,12
Contenido corteza tratada (t)		144,18	200,00	228,30	228,30	169,00	217,27	195,7
Consumo corteza bruta (b)		173,02	244,00	312,77	312,77	235,50	325,91	326,82
Rendimiento de transformación (%)		83,33	81,97	72,99	72,99	71,76	66,67	59,88
Agua lavado ml/g		-	4,5	2,7	2,7	4,8	4,8	4,8
Análisis sensorial (1 a 5)	Val. global	2,0	1,6	3,6	3,0	4,2	4,2	4,2
	Color	2,4	1,6	3,0	2,6	4,0	4,0	4,2
	Sabor	2,0	2,0	3,4	3,0	4,2	4,0	4,4
	Textura	2,0	2,2	3,2	3,8	4,2	4,1	4,4
	Sinéresis	2,0	2,4	4,0	4,4	4,8	4,8	5,0
	Olor.	3,0	3,2	4,4	4,0	4,0	4,0	4,0

**Aclaraciones:** S.Solubles: Sólidos solubles; **Acid.:** Acidez; **Bostwick (cm):** Consistencia a 60 s; **Tmetro:** Texturometro; **Contenido corteza de corteza tratada (t):** Gramos de corteza (t) de limón/1000g de confitura; **Consumo de corteza bruta (b):** Gramos de corteza (b) de limón/1000g de confitura; **Rendimiento de transformación (%):** % de corteza (t) obtenida a partir de corteza (b); **Agua de lavado:** Agua de lavado de corteza ml de agua/g de corteza (b); **Val.global:** Valoración global.

La elaboración de la confitura convencional al pasar de 40°Brix a sin azúcar añadido, con pectinas, necesita el doble de pectina que cuando lleva azúcar a 40°Brix, (es

decir pasa de 0,6% de pectina para confitura de 40°Brix a 1,2% de pectina sin azúcar añadido).

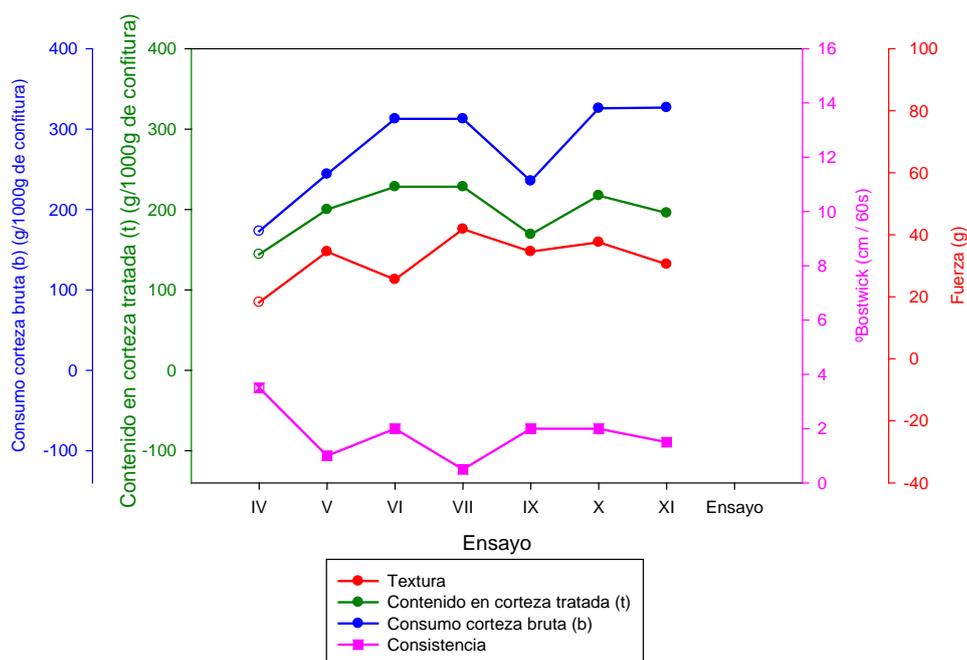
Sin embargo, ambas confituras elaboradas con corteza de limón necesitan las mismas dosis de corteza, lo que supone una gran ventaja económica para la confitura sin azúcar añadido, elaborada con corteza de limón, y en consecuencia la máxima revalorización de la corteza en la aplicación a la confitura sin azúcar añadido.

Los niveles de calidad alcanzados son similares a los de las otras confituras de 63°Brix y 40°Brix.

Igual que ocurre con la confitura de reducido contenido energético (40°Brix), en la confitura sin azúcar añadido, el tratamiento enzimático favorece una textura más firme, sin embargo la valoración del análisis sensorial es inferior, con valores por debajo del umbral de aceptación.

El intento de bajar la dosis de corteza en el ensayo IX, dio valores aceptables de textura y consistencia, pero aparecía sangrado de líquido (sinéresis) en el control analítico físico-químico, es decir no se retenía el agua en la masa de confitura, lo que hizo desistir el utilizar dosis más bajas de corteza de limón en la elaboración de la confitura sin azúcar añadido, para prevenir la aparición de este defecto.

En la figura XIII.3, se representa, en la confitura sin azúcar añadido, como se comporta al variar la dosis de corteza y su tratamiento de transformación de corteza (b) a corteza (t), en lo que respecta a textura y consistencia de la confitura.



**Figura XIII.3.** Influencia corteza de limón: confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix).

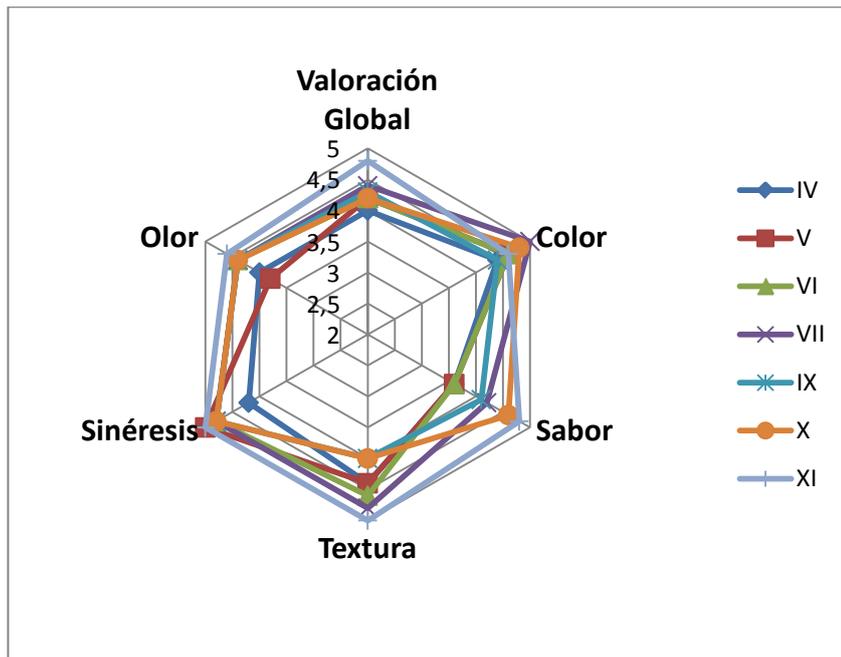
Es importante destacar, que se consigue en el producto elaborado una textura y consistencia óptimas, con la misma dosis de corteza de limón que para la confitura de 40°Brix, cosa que no ocurre en la elaboración de la confitura comercial donde se utiliza el doble de pectina en la confitura sin azúcar añadido que en la confitura de 40°Brix. Esto repercute en una revalorización considerable de la corteza de limón si se aplica a este tipo de confitura. (Puesto de manifiesto en la viabilidad económica, cap. XII).

### XIII.4. ANALISIS SENSORIAL.

#### XIII.4.1. Confitura de alto contenido de azúcar (63°Brix).

Como muestra la figura XIII.4, correspondiente a los ensayos realizados para la elaboración de una confitura de alto contenido de azúcar (63°Brix), el comportamiento de la corteza de limón en la confitura de melocotón es satisfactorio en todos los casos. No aparece ningún atributo de calidad con una puntuación inferior a 3,5. En los ensayos VII, IX y X, ningún valor inferior a 4 y en el ensayo XI, ningún valor inferior a 4,6 (siendo 5,0

la puntuación máxima). El puré de corteza de limón, con tratamientos físicos exclusivamente se comporta en la elaboración de confitura de melocotón de forma similar a una pectina comercial, con el valor añadido de no utilizar aditivos alimentarios y consumir un alimento con sus cualidades funcionales reforzadas.



**Figura XIII.4.** Análisis sensorial de confitura de alto contenido de azúcar (63°Brix), en los ensayos IV, V, VI, VII, IX, X y XI.

#### XIII.4.2. Confitura de reducido contenido energético (40°Brix).

La figura XIII.5, muestra los resultados obtenidos en el análisis sensorial realizado sobre las muestras de confitura de corteza de limón-melocotón de reducido contenido energético (40°Brix), en los ensayos IV, V, VI, VII, IX, X y XI.

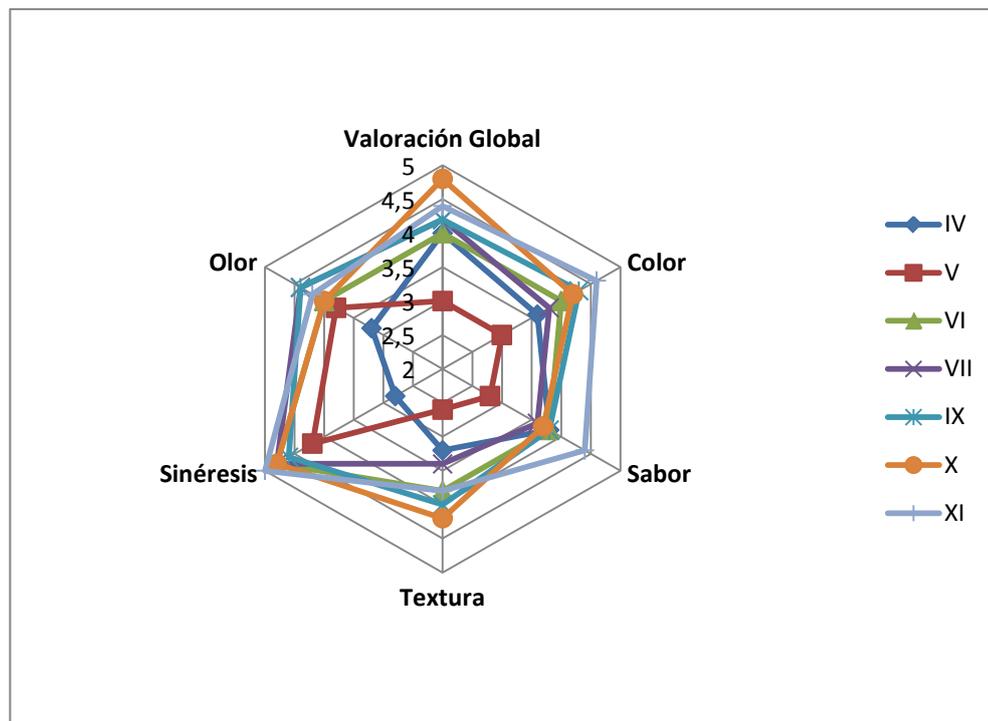
La acción de la corteza de limón no es tan categórica en esta confitura como en el caso de la confitura de 63°Brix.

Las puntuaciones en la evaluación de parámetros de calidad, salvo en los ensayos IV y V, que aparece algún valor inferior a 3, en el resto de ensayos, las puntuaciones están generalmente por encima de 4, sobre todo en los ensayos X y XI.

La cantidad de corteza requerida es el doble que la empleada en la confitura de 63°Brix.

Las propiedades funcionales son las mencionadas para la confitura de 63°Brix.

Resulta impensable que este tipo de confitura se pueda elaborar sin aditivos químicos como ingredientes.



**Figura XIII.5.** Análisis sensorial de confitura de reducido contenido energético (40°Brix), en los ensayos IV, V, VI, VII, IX, X y XI.

#### XIII.4.3. Confitura sin azúcar añadido (12-14°Brix).

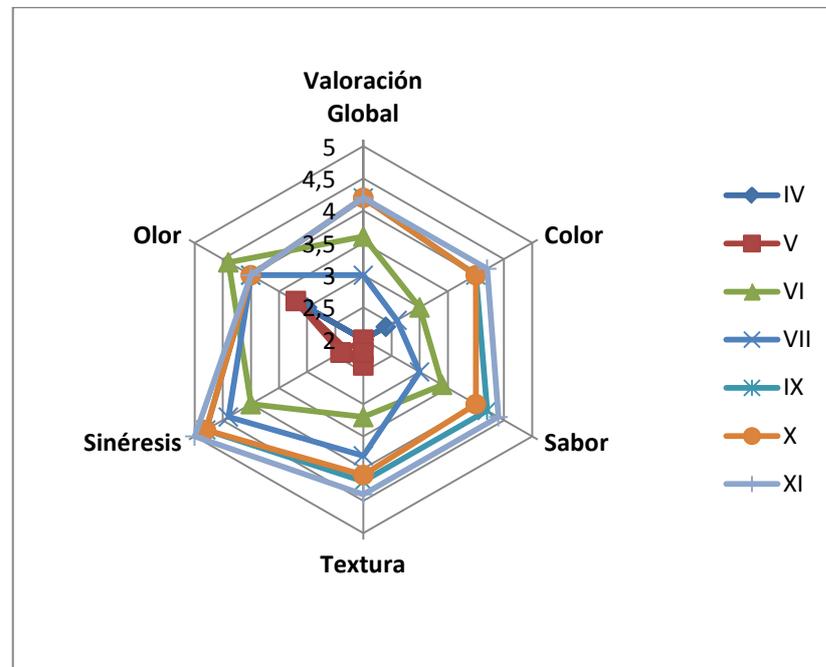
La figura XIII.6, muestra los resultados obtenidos en el análisis sensorial realizado sobre las muestras de confitura melocotón-corteza de limón, sin azúcar añadido.

En los primeros ensayos IV, V, VI y VII, las puntuaciones son bajas, en el umbral de aceptabilidad (valor 3,0) o incluso inferiores. En los ensayos X y XI se alcanzan los

máximos niveles de valoración de los distintos atributos sobrepasando la puntuación de 4,0 en estos ensayos.

Ha mejorado el nivel de puntuación al bajar el pH a 3,6, suprimir las sales de calcio utilizadas, endurecedor y fundamentalmente el elevar el contenido de pulpa de melocotón en la formulación de la confitura que pasa del 60% al 80% de contenido.

El nivel de calidad es equivalente a las confituras de prestigio existentes en el mercado.



**Figura XIII.6.** Análisis sensorial de confitura melocotón-corteza de limón, sin azúcar añadido en los ensayos IV, V, VI, VII, IX, X y XI.

### XIII.5. ENSAYO CAPITULO VIII.

Los resultados obtenidos en la aplicación de la corteza de limón tratada, descrita en el capítulo VIII, a la elaboración de confitura de melocotón, se discuten por separado del resto de ensayos por concurrir circunstancias excluyentes que no han permitido el análisis comparativo con los otros ensayos realizados.

Se parte de corteza bruta de limón (b) no tratada con enzima pectilmetilesterasa. Se realizan las operaciones de preparación (lavado, escurrido, reducción de tamaño, cocción y refinado en pasadora con tamiz de 0,6 y 1,5 mm de diámetro), como se ha descrito detalladamente. Se pretendía, con el refinado en pasadora de la corteza cocida, conseguir un tamaño de partícula de corteza de limón no detectable en la masticación de la confitura elaborada, cosa que no se ha podido obtener debido a que la dureza residual de la corteza tras la cocción ha ocasionado un rechazo considerable de corteza en el tamiz de la pasadora.

De este tratamiento ha resultado un puré de corteza de limón con un contenido muy bajo en corteza 14,18%, con un rendimiento de transformación de corteza bruta (b) en corteza tratada (t) del 21,95%, lo que significa que hacen falta 4,56 kg de corteza (b), para obtener 1 kg utilizable, que hace inviable el ensayo.

En consecuencia, la prueba realizada para una confitura de 40°Brix, habiendo empleado 600g de puré de corteza de limón por 100 gramos de confitura, se ha obtenido un producto muy fluido que no cumple con la exigencia mínima de textura para una confitura comercial.

No obstante, como la puntuación en el análisis sensorial para los parámetros olor, color y sabor es muy alta, muy próxima a la máxima, podría pensarse en el refinado del puré en pasadora –tamizadora, siempre que se consiga ablandar la corteza hasta el punto de no producir rechazo en la pasadora, acompañado además de la utilización de tamizadoras modernas de las que trabajan con la fruta cruda.

## **XIV. CONCLUSIONES**

1. La corteza de limón, subproducto originado en la extracción industrial del zumo y aceite del fruto fresco, es susceptible de transformarse mediante tratamientos físicos sencillos: lavado, escurrido, reducción de tamaño y cocción, en un puré que posee propiedades gelificantes.
2. El puré de corteza tratada de limón obtenido (PCTL), debido a su poder gelificante y a su contenido en fibra alimentaria (10,2%), constituye un ingrediente de alto valor nutricional que puede ser utilizado adecuadamente en la preparación de alimentos.
3. La aplicación del PCTL con tratamiento enzimático (pectin metilesterasa ) en la elaboración de confituras de melocotón, no es significativa cuando contienen azúcar añadida, 40% y 63%, pero cuando no contienen azúcar añadido, aumenta el valor de la textura y afecta negativamente al sabor, de valor 4 a valor 3 en el análisis sensorial, en una escala de 1 a 5.
4. La presencia de multiresiduos de plaguicidas en la corteza bruta de limón por encima de los límites permitidos, no se detecta en los análisis efectuados en las confituras elaboradas con el PCTL, lo que demuestra que hay que controlar la corteza bruta de limón para su uso alimentario.
5. El contenido en fibra alimentaria, superior al 3%, en las confituras de melocotón elaboradas con PCTL con el 40% de azúcar y sin azúcar añadido, permite resaltar las propiedades nutritivas del producto, en el etiquetado listo para su entrega al consumidor final.
6. El sistema empleado en la obtención del PCTL, utilizando exclusivamente agua como vehículo de tratamiento, hacen de este producto un alimento de significativo valor ecológico, por su sostenibilidad y protección del medio ambiente al no utilizar álcalis y ácidos en la hidrólisis y preparación de los polímeros con propiedades gelificantes.
7. Ha quedado sin resolver satisfactoriamente en la obtención del PCTL, la reducción del tamaño de partícula hasta obtener un puré finísimo indetectable en la deglución, por no disponer del equipo mecánico adecuado.

8. Se ha elaborado una confitura de melocotón y PCTL, con el 63% de azúcar, de calidad convencional, textura unttable y un nivel de aceptación muy alto. Puntuación de 4,6 de valoración de global en el análisis sensorial, en una escala de 1 a 5.
9. Se ha elaborado una confitura de melocotón y un PCTL de reducido contenido energético (40% de azúcar) de textura unttable y un nivel de aceptación alto, valoración global de 4,4 puntos, sobre 5.
10. Se ha elaborado una confitura de melocotón y un PCTL sin azúcar añadido, de 100% de fruta (80% melocotón y 20% limón), con una puntuación muy alta para este tipo de producto, en el análisis sensorial. Todos los atributos evaluados, han sido valorados por encima de 4 para un máximo de 5.
11. La obtención del PCTL (ingrediente alimentario) envasado aséptico es viable económicamente en competencia con las pectinas comerciales (hidrocoloide E-440), permitiendo estar disponible para su utilización en cualquier época y lugar en bolsas de 200 a 1000 kg.
12. Cuando la corteza de limón reemplaza a dosis elevadas de pectina (12 g/kg) la revalorización de la corteza es importante (0,319 €/kg de corteza).

El comportamiento del PCTL en la elaboración de confituras de melocotón sin aditivos (Clean Label), como fruta, ingrediente sin sabor apreciable, espesante y gelificante, abre un amplio abanico de posibilidades de utilización como estabilizante, espesante, gelificante o ingrediente en preparación de innumerables alimentos: purés de frutas y verduras, pastas, sopas, salsas, crema pastelera, bases de helados, preparados de frutas para postres lácteos....

## **XV. BIBLIOGRAFÍA**

- Agricultural Research Service. (1962). *Chemistry and technology of Citrus, Citrus products and byproducts*. Agricultural Handbook No. 98, Ed. U.S. Department of Agriculture. Washington DC (USA).
- Alvarruiz, A. (1989). *Sistemas de llenado y envasado aséptico*. *Alimentación, Equipos y tecnología*. 8 (6): 133-138.
- AOAC Official Method 991.43. (2000). *Total, Soluble, and insoluble Dietary Fiber in Foods*. *AOAC Official Methods of Analysis*. Chapter 32, p 7-10.
- Appert, N. (1810). *The art of preserving animal and vegetable substances for many years*. En: *Introduction to thermal processing of foods* (1985). S.A. Goldblith, M.A. Joslyn & J.T.R. Nickerson, editores. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.
- Araujo, P.E. (1977). *Role of citrus fruits in human nutrition*. En Nagy *et al.* (1977), Vol 1, 1-32.
- Aubert, C., Gunata, Z., Ambid, C., Baumes, R. (2003). *Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of yellow and White-fleshed nectarines during maturation and artificial ripening*. 51.3083-3091.
- Badenes, M<sup>a</sup> Luisa. (2009). *El melocotonero en España: situación y Perspectivas*. *Fruiters*. Edita Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- Ball, C.O. (1923). Thermal process time for canned food. Bulletin of the National Research Council, USA.
- Berk, Z. (1969). *Industrialización de los Agrios*. Estudios Industria Alimentaria N°2 ONUDI. Ed. Naciones Unidas, N.Y. (USA)
- Bigelow, W.D. (1921). *The logarithmic nature of thermal death time curves*. *Journal of Infections Diseases*, 29, 528-536.

- Bigelow, W.D.; Bohart, G.S.; Richardson, A.C.; Ball, O. (1920). *Heat penetration in processing canned foods*. Bulletin 16-L. National Cannery Association, Washington D.C.
- Bligh, E.G. y Dyer, W.J., (1959). *A rapid method of total lipid extraction and purification*. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- BOE 287-288 y 289 de 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad para las conservas vegetales.
- Boyonove, C. (1973). *Recherches sur l'arôme de la pêche I. Evolution des constituants volatils au cours de la maturation de la variété "Cardinal"*. *Annales Technologies Agricoles* 22, 35-44.
- Boyonove, C. (1974). *Evolution des composés volatils de la pêche I. Pendant la maturation après récolte*. *Colloques Internationales. C.N.R S 238*, 237-333.
- Brand, L.M., Castell-Perez, M.E. y Matlock, M.D. (2000). *Risk-based design of aseptic processing of heterogeneous food products*. *Risk Analysis* 20 (4): 405-412.
- Braverman, J.B.S. (1949). *Citrus products. Chemical composition and chemical technology*. Ed. Interscience Publisher, Inc., N.Y. (USA). Traducido al español por J. Royo (1951) bajo el título *Los agrios y sus derivados. Composición y tecnología química*, editado por Aguilar, S.A. de Ediciones. Madrid.
- Cano Salazar, J.M. (2012). *Tesis doctoral: Optimización de las tecnologías de conservación en diferentes variedades de melocotón y nectarina para la mejora de su calidad*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Lérida.
- Carpena, O. (1963) *La industrialización de los agrios*. Conferencias Técnicas Feria Internacional de la Conserva y la Alimentación. Ed. FICA. Murcia.
- Carpena, O. y Laencina, J. (1971) *Los agrios como materia prima de la Industria Conservera española*. Third International Meeting of Food Processors and Technologist CIPC. Actas. Ed. CIPC. París (F).

- Casp, A., and Abril, J. (2003) *Procesos de conservación de alimentos*. Editoriales A. Madrid Vicente y Mundi-Prensa. pp 475
- Chapman, G.W, Jr, Horvat R.J., Forbus W.R Jr. (1991). *Physical and chemical changes during the maturation of peaches (cv. Majestic)*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 39-867-870.
- Cheftel J.C, Cheftel, H. Besançon P. (1987). *Tratamientos químicos. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Editorial Acribia. pp 287-291.
- Clareton, M. (2000). *Peach and nectarine production in France: Trends, consumption and perspectives*. *Summaries Prunus breeders meeting*. Embrapa, clima temperado pelotas (RS). pp 83-91.
- CP Kelco (2001). *Handbook for the Fruit based Products*. Editado CP Kelco.
- Crisosto, C.H. (2002). *How do we increase peach consumption?*. *Acta Horticulturae*. 592, 601-605.
- Crisosto, C.H., Johnson, R.S., DeJong, T., Day, K.R. (1997). *Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality*. *HortScience*. 32, 820-823.
- Cruess, W.V (2004). *Commercial Fruit and Vegetable Products* . Editorial Agrobios India.
- De Jong, N., De Graaf, C., and Van Staveren, W.A., (1996). *Effect of sucrose in breakfast items on pleasantness and food intake in the elderly*. *Physiology & Behavior* 60, 6, 1453-1462.
- Derail, C., Hofmann, T., Schieberle, P. (1999). *Difference in key odorants of handmade juice of yellow-flesh peaches (prunus persicaL) induced by workup procedure*. *Journal of agricultural and food chemistry* 47, 4742-4745.
- Di Giacomo, A y Mincione, B. (1994). *Gli olii essenziali agrumari in Italia*. Laruffa Editore. Reggio Calabria (I)
- Di Giacomo, A. (1971). *Utilizzazione industriali*. En *Gli agrumi*. Ed. REDA. Roma (I)

- Di Giacomo, A. y Calvarano, M. (1972). *I componente degli agrumi. Collana di Monografie. Vol 3. Ed. Stazione Sperimentale per l'Industria delle Essenze e dei Derivati Agumari*. Reggio Calabria (I).
- Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de marzo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. *DOUE 06/05/2000*.
- Directiva 2001/113/CE del Consejo, de 20 de diciembre de 2001, relativa a las confituras, jaleas y "marmalades" de frutas, así como a la crema de castañas edulcorada, destinadas a la alimentación humana. *DOCE 12/01/2002*.
- Directiva del Consejo, de 24 de julio de 1979, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las confituras, jaleas y mermeladas de frutas, así como sobre la crema de castañas. *DOCE 13/08/1979*.
- Distribución y consumo. (2008). *El melocotón*. pag 52-55. [www.mercadosmunicipales.es/uploads/frutas/Melocoton.pdf](http://www.mercadosmunicipales.es/uploads/frutas/Melocoton.pdf).
- Doerrfeld, D. A., Siders, R. J., Ames, D. L. (1993). *The Canning Industry in Delaware, 1860 To 1940+/-: A Historic Context*. Editorial University of Delaware.
- Downing, D.L. (1996). *Preserves (jams), jellies and related products. A complete course in canning and related processes*, vol III. CTI Publications, Baltimore. pp 385-421.
- Drummond, J. C., F.I. C D.S.C., y W. R. Lewis, B.SC(1939). *Historical Introduction. Historic Tinned Foods*. Middlesex International Tin Research and Development Council: 1939. 2nd edition. pp 9-33.
- Eduardo I., Chietera G., Bassi D., Rossini L., Vecchietti A. (2010). *Identification of key odor volatile compounds in the essential oil of peach accessions*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90, 1146-1154.

- Engel, K.H., Flath, R.A., Buttery, R.G., Mon., T.R., Ramming, D.W., Teranishi, R. (1988). *Investigation of volatile constituents in nectarines. I Analytical and sensory characterization of aroma components in some nectarine cultivars. Journal of agricultural and Food Chemistry*. 36, 549-553.
- Espeau, P., Mondieig, D., Haget, Y., Cuevas-Diarte, M.A. (1997). *Active package for thermal protection of food products. Packaging Technology and Science*, **10**, 253-260.
- Esty, J.R., Meyer, K.F. (1922). *The heat resistance of spores of B. botulinus and allied anaerobes. Journal of Infectious Diseases* 31: 650-663
- Esty, J.R., Williams, C.C. (1924). *Heat resistance studies. A new method for determination of heat resistance of bacterial spores. Journal of Infectious Diseases* 34:516-528
- Europeach`10. (2010). <http://www.agronline.es/galeria-multimedia-10/4761.html>.
- FAO (2000). FAOSTAT, FAO Statistical Databases (<http://www.fao.org>).
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas*. Ed. Acribia, S.A.
- Ferreira, I., Pestana, N., Rui Alves, M., Mota, F., Reu, C., Cunha, S., and Oliveira, M, (2004). *Quince jam quality: microbiological, physicochemical and sensory evaluation. Food Control* 15, 291-295
- Food and Drug administration (FDA). [www.fda.gov](http://www.fda.gov)
- García-Martínez, E., Ruiz-Díaz, G., Martínez-Monzó, J., Camacho, M.M., Martínez-Navarrete, N., and Chiralt, (2002). *A. Jam manufacture with osmodehydrated fruit. Food Research International* 35, 301-306.
- Gavin, W y Weddig. L.M. (1995a). *Microbiology of thermally processed foods. Canned foods. Principles of thermal process control, acidification and container closure*

- evaluation*, 5ª Edición. Published by the Food Processors Institute, Washington D.C. pp 7-17.
- Gavin, W y Weddig, L.M. (1995b). *Principles of termal processing. Canned foods. Principles of thermal process control, acidification and container closure evaluation*, 5ª Edición. Published by the Food Processors Institute, Washington D.C. pp 61-64.
- Gavin, W y Weddig, L.M. (1995c). *Aseptic processing and Packaging system. Canned foods. Principles of thermal process control, acidification and container closure evaluation*, 5ª Edición. Published by the Food Processors Institute, Washington D.C. pp 107-117.
- Geissman, T.A. (1962). *The chemistry of Flavonoid Compounds*. E. Pergamon Press, London.
- Génard, M., Reich, M., Lobit, P., Basset, J. (1999). *Correlations between sugar and acid content and peach grow. Journal of Horticultural Science Biotechnology*. 74, 772-776.
- Génard, M., Souty, M., Holmes, S., Reich, M., Breulis, L. (1994). *Correlations among quality parameters of peach fruit. Journal of sicence and Food agricultural*. 66, 241-245.
- Giacinti, MA. (2000). *Visión del entorno competitivo y de la integración en la Fruticultura*. Fruticultura Profesional 113: 6-28.
- Gil Hernández, A. (2005) *Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Editorial Acción médica. vol 2, pp 8-9.
- Grigelmo-Miguel, N., and Martín-Belloso, O. (1999). *Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of styrawberry jams. Journal of Food Engineering*. 41, 13-21.
- Handbook Citrus By-products, Braddock (1999). Ed. J.Wiley & Sons

- Harborne, J.B. (1967). *Comparative biochemistry of the flavonoids*. Academic Press, London.
- Hendrickson, R. y Kesterson, J.W. (1965). *By-products of Florida citrus. Composition, Technology, and Utilization*. Agricultural Experiment Stations. Bulletin 698. UNIVERSITY OF Florida. Gainesville (USA).
- Hilaire, C., Giauque, P. (1994). *Pêche: Les varieties & leur conduit*. Paris.
- Hilaire, C., Mathieu V. (2004). *Test hédoniques Sur varieties de peche. Dábord, satidfaire le consommateur. Infos-Centre Technique Interprofessionnel des fruits et Légumes*, Mai 32-35.
- Hilaire, C., Mathieu V. Scandella, D. (2000). *La qualité organoleptique des pêches et nectarines. Infos-Centre Tecnique Interprofessionel des fruits et Légumes*, Juin 26-29.
- Horowitz, R. M. (1956). *Flavonoids of Citrus. I. Isolation of diosmin from lemon (Citrus limon)*. Jorunal of Organic Chemistry, 21, 1184-1185.
- Horvat, R.J., Chapman, G.W. Jr., Robertson, J.A., Meredith, F.L, Scorza, R., Callahan, A.M., Morgens, P. (1990). *Comparison of the volatile compounds from several commercial peach cultivars. Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 38, 234-237.
- Horwitz, W. (1980) *AOAC Official Methods of Analysis*. 13<sup>th</sup> Ed. Association Oficial Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, Washington, D.C.
- Iglesias I. (2011). *Innovación varietal en nectarina y melocotón plano o “paraguayo”:* avances, situación actual y perspectivas, Edita IRTA-Estació Experimental de Lleida.
- Iglesias, I., Carbó, J. (2009a). *Melocotón y nectarina plana: las variedades de mayor interés*. Ed. Institut de Recerca i Tecnogía agroalimentaries (IRTA). Barcelona. 134 pp.

- Iglesias, I., Carbó, J. Boany, J., Casals, M., Dalmau, R. y Montserrat, R. (2005). *Innovación varietal en el melocotonero: especial referencia a las nuevas variedades de nectarina. Fruticultura Profesional. Especial melocotonero III.* Nº 125, p 6-52.
- Iglesias, I., Echeverría, G. (2009b). *Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. Scientia Horticulturae.* 120, 41-50.
- Igoe, R.S. y Hui, Y.H. (1999). *Dictionary of food ingredients.* Editorial An Aspen Publication. pp 104-105.
- Infante, R., Meneses, Cl. Y Crisosto, C.H. (2009). *Preconditioning treatment maintains taste characteristics perception of ripe “september sun” peach following cold storage. Int. Journal of food Science Technology.* 44, 1011-1016.
- ISO 5492: *Análisis sensorial. Vocabulario. (2010). Análisis sensorial recopilación de Normas UNE.* Edita AENOR.
- ISO 8589:1988 *Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata. (2010). Análisis sensorial recopilación de Normas UNE.* Edita AENOR.
- Jennings, W.G., Sevenant, M.R. (1964). *Volatile components of peach. Journal of food Science.* Vol 29 nº6, p 796.
- Kefford, J.F. (1959). *The chemical constituents of citrus fruits. Advances in Food Research,* 9, 285-372.
- Kefford, J.F. (1973). *Citrus fruits and processed citrus products in human nutrition. World Review Nutr. Diet.* 13, 60-120.
- Kefford, J.F. y Chandler, B.V. (1970) *The chemical constituents of citrus fruits. Advances in Food Research, suppl. N.2.* Ed. Academic Press. New York (USA).

- Kesterson, J.W., Hendrickson, R. y Braddock, R.J. (1971). *Florida Citrus oils. Bull. 749 (technical)*. Agricultural Experiment Stations-Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Gainesville (USA).
- Kimball, D.A. (1999). *Citrus Processing. Quality Control and Technology*. Ed. Van Nostrand Reinhold. N.Y. (USA). Traducida al español bajo el título *Procesado de cítricos*. (2001) Ed. Acibia, S.A. Zaragoza (E).
- Kunkar, A. y Bellomo, A. (1970) *I flavonoidi degli agrumi*. Rassegna Chimica, 6, 201-210.
- Laencina, J. (1970). *Estudio del aceite esencial de limón español*. Ed. Excma. Diputación Provincial. Murcia (E).
- Laencina, J. (1983). *Derivados de la transformación del limón*. En I Simposio Zumos, Cremogenados y Mermeladas. Ed. Alfa-Laval. Ed. Madrid (E).
- Laencina, J. y Carpena, O. (1974) *Perspectivas de la utilización industrial del limón español*. Revista Las Ciencias XXXIX (1) 1-10.
- Laencina, J., et. al. (1971). *Fruto*. En *El limón murciano*. Ed. Hermandad Sindical de Murcia (E).
- Lavilla, T., Recasens, I. López, M.L. y Puy, J. (2002). *Multivariate analysis of maturity stages, including quality and aroma, in "Royal Glory" peaches and "Big Top" nectarines*. *Journal of the Science of food and Agriculture*. 82,(15), 1842-1849.
- MAga, J.A. (1976). *Lactones in Foods. Critical Reviews in food Science and Nutrition*. pp 1-56.
- MAPA (1998). Anuario de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- MAPA (2009). Encuesta Industrial de Empresas del INE. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Mars, M. (1997). *Melt in mouth gels. World of ingredients*. pp 39-40.

- McGee, H. (2007). *Fermentación y encurtido. La cocina y los alimentos*. Editorial Debate. P 308-312.
- Meredith F.I., Robertson J.A., Horvat R.J. (1989). *Changes in physical and chemical parameters associates with quality and postharvest ripening of harvester peaches*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 37, 1210-1214.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. (1985). *Métodos oficiales y recomendaciones por el Centro de Investigación y Control de Calidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Mitchell, F.G., Mayer, G., Biasi, W., Gulli, D., Faubian, D. (1990). *Selecting and handling high quality Stone fruit. 1989 research reports for California peaches and nectarines*. California Tree fruit Agreement Sacramento, CA, 15.
- Nagy, S., Shaw, P.E. y Veldhuis, M.K. (1977). *Citrus Science and Technology*. Vol 1 y 2. Ed. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Co. (USA)
- Nogata, Y.; Yoza, K.; Kusumoto, K.I.; Kohyama, N.; Sekiya, K. y Ohta, H. (1996). *Screening for inhibitory activity of citrus fruit extracts against platelet cyclooxygenase and lipoxygenase*. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 44, 725-729.
- Norma EN 1133 para análisis de zumos de frutas y hortalizas. (1994). Edita Comité Europeo de Normalización.
- Norma EN 12143 para análisis de zumos de frutas y hortalizas. (1996). Edita Comité Europeo de Normalización.
- Norma EN 12630. (1999). *Fruit and vegetable juices. Determination of glucose, fructose, sorbitol and sucrose contents. Method using high performance liquid chromatography*. Edita Comité Europeo de Normalización.
- Otega, M. (2000). Los antioxidantes de los alimentos. En *Alimentos y Salud*. Ed Real Academia de Farmacia. Monografía VI. Madrid (E).

- Parker, D., Ziberman, D., Moulton, K. (1991). *How quality relates to price in California fresh peaches. California agriculture.* 45(2), 14-16.
- Pasteur, L. (1861). Experiments and new views on the nature of fermentations. *Comptes Rendus*, **52**, 1260-1264.
- Perez-Lopez, A. J., del Amor, F.M., Serrano-Martinez, A., Fortea, M.I., Nuñez-Delicado, E. (2007). *Influence of agricultura practice on the quality of sweet pepper fruit as affected by the maturity stage. J. Sci. Food Agric.* 87, 2075-2080.
- Perry, R.H. y Perry D.H, (1997). *Perry`s Chemical Engineer`s Handbook.* Ed. McGraw-Hill, pp. 10-5.
- Ramaswamy, HS., Awuah, G.B. y Simpson, B.K. (1997). *Heat transfer and lethality considerations in aseptic processing of liquid/particle mixtures: a review. Crit Rev Food Sci Nutr.* 37(3):253-86.
- Rauch, G.H. (1987). *Fabricación de mermeladas.* Editorial Acribia.
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. *BOE* 24/08/1999.
- Real Decreto 2002/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *BOE n.º 11 de 12 de enero de 1996.*
- Real Decreto 299/2009, de 6 de marzo, por el que se establecen las normas de identidad y pureza de los edulcorantes utilizados en los productos alimenticios. (BOE 20/03/2009).
- Real Decreto 3177/1983, de 16 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria de aditivos alimentarios.

- Real Decreto 670/1990, de 25 de mayo, por el que se aprueba la norma de calidad para confituras, jaleas y marmalade de frutas, crema de castañas y mermelada de frutas. *BOE 31/05/1990*.
- Real Decreto 863/2003, de 4 de julio, por el que se aprueba la Norma de calidad para la elaboración, comercialización y venta de confituras, jaleas, "marmalades" de frutas y crema de castañas. *BOE 05/07/2003*.
- Real Decreto 930/1992, de 17 de julio, por el que se aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios. *BOE 05/08/1992*.
- Redd, J.B., Hendrix Ch.M. y Hendrix D.L. (1986) *Quality Control Manual for Citrus Processing Plants* Vol. I y II. Ed. Intercit Inc. Fl (USA).
- Reglamento (CE) nº 1924/2006 del parlamento Europeo de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos”.
- Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *DOUE 30/12/2006*.
- Reglamento (CE) nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo
- Reuter, H. (1993a). *Aseptic Packaging of Food*. Ed: Technomic Publishing Company, Inc. pp 3-8.
- Reuter.H. (1993b). *Aseptic Processing of Foods*. Ed: Technomic Publishing Company, Inc. pp 25-32.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., Lopez-Tamames, E. Galassi, S., Buxaderas, S. (2004). *Charectirization of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. Food Chemistry* 87, 4, 627-637.

- Riu-Aumatell, M., Lopez-Tamames, E., Buxaderas, S. (2005). *Assesment of the volatile composition of juices of apricot, peach, and pear according to two pectolitic treatments. Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 20, 627-637.
- Royo, J. (1977). *Citrus processing around the world. Part. 1-Spain*. En Nagy et al. (1977). Vol 2,585-598.
- Safina, G (1971). *I derivati agrumari*. Ed. Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari. Parma (I). 2ªed. (1984). Traducido al español bajo el título *Los derivados de los cítricos* (1978). Ed. Fideocomiso del limón en Nacional Financiera, S.A.. México (1978).
- Sánchez-Campillo Sánchez, P. (2008). *Influencia de la adición de calcio sobre la textura en la elaboración de confitura de melocotón de reducido contenido energético. Trabajo de tesis de master en tecnología de alimentos*. Facultad de Veterinaria. Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Universidad de Murcia.
- Sanz, C., Olias, J.M., Pérez, A.G., (1997). *Aroma Biochemistry of fruits and vegetables. In Tomás-Barberan, F.A, Robins, (eds). Phytochemistry of fruit and vegetables*. New York, Oxford University Press Inc. 125-155.
- Schulz, R. (1999). *El envasado de líquidos alimenticios en tetra brik aséptico. Curso de Tecnología del Envasado de Productos, Envases y Equipos de Envasado*. Instituto Tecnológico del Envase, Embalaje y Transporte (ITENE). Tetra Pak. Ibería.
- Sevenant, M.R., Jennings, W.G. (1971). *Occurrence of 6-pentyl- alpha-pyrone in peach essence. Journal of food science*. 36, 536.
- Sinclair, W.B. (1984). *The biochemistry and physiology of the lemon and other citrus fruits*. Ed. Univesity of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland CA (USA).
- Smith, E.H.G. y Kay, D.E. (1960) *The utilisation of citrus fruits. J. Science Food and Agriculture*. 11, 181-188.

- Stantley, W.L. (1958). *Citrus flavors*. En *Flavors research and food acceptance*. A.D. Little, Inc. Ed. Reinhold Publishong Corporation. N.Y. (USA).
- Swisher, H.E. y Higby, W.K. (1961). *Lemon and lime juice*. En *Fruit and Vegetable Juice. Processing. Technology*. Ed. The Avi Publishing Company, Inc. Westport (USA).
- Swisher, H.E. y Swisher, L.H. (1977). *Lemon and lime juice processing*. En *Citrus Science and Technology*. Vol 2, Ed. The Avi Publishing Company, Inc. Westport (USA) 253-289.
- Tyndall, J. (1881). *Essays on the floating matter in the air in relation to putrefaction and infection*. Ed. Longmans Green, London.
- Unai Emaldi y col. (2006). *Pulpa del fruto del cardón dato (Stenocereus griseus, Cactaceae) como material prima para la elaboración de mermelada*. Alan v.56, n°1 Ed. Caracas mar.
- Viguera, J.M. y Royo, J. (1953). *Tecnología de los agrios*. Ed. Sindicato Nacional de Frutos y Productos Hortícolas. Madrid.
- Visai C., Vanoli. M., (1997). *Volatile Compound production during growth and ripening of peaches and nectarines*. *Scientia Horticulturae*. 70 n°1, 15-24.
- Wang, Y., Yang, C., Li, S., Yang, L., Wang, y., Zhao, J., Jiang, Q. (2009). *Volatile characteristics of 50 peaches and nectarines evaluated by HP-SPME with GC-MS*. *Food Chemistry*. 116, 356-364.
- Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfor, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., and Haffner, K. (2005). *Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions*. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 38, 387-39.
- Williams, D.J.; Franklin, J.G.; Chapman, H.R.; Clegg, L.F.L. (1937). *Methods of assesing the sporicidal efficiency of an ultra-high-temperature milk sterilising plant. I. Experiments with suspensions of spores in water*. *Journal of Applied*

*Bacteriology*, 20:43-49.

Wu, B.H., Shen, J.Y., Wei, W. W., Xi, W.P., Xu, C.J., Ferguson, I., Chen, K. (2010).  
*Analysis of genotypic variation of sugar and acids content in peaches and nectarines through the principle components Analyses. Euphytica*. 132, 375-384.