

P586

Nº INVENTARIO 13476  
FECHA 28 nov 2017

# TRABAJO FINAL DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

## Desarrollo de panificados libres de gluten



AÑO/ **2010**

**Autores**

**Natalia Mendiluz  
Ana Ines Palacio  
Carmen Benitez  
Yanina Farulla**

**Directores**

**Maria Isabel Yeannes  
Francisco Juanes  
José Fardín**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
.....  
UNIVERSIDAD NACIONAL MAR DEL PLATA

P586



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**ÍNDICE**

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	9
<b>CAPITULO 1</b>	
1.1. OBJETIVOS.....	12
1.2. ANTECEDENTES DEL PRODUCTO.....	12
1.2.1. EL PAN.....	12
1.2.2. LA PIZZA.....	13
1.3. ENFERMEDAD CELIACA.....	15
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	21
<b>CAPITULO 2</b>	
2. MATERIA PRIMA.....	24
2.1. HARINA.....	24
2.2. AGUA.....	32
2.3. LEVADURA.....	33
2.4. LECHE.....	36
2.5. SAL.....	37
2.6. AZÚCAR.....	38
2.7. ACEITE.....	39
2.8. ADITIVOS / MEJORADORES.....	40
<b>CAPITULO 3</b>	
3. ESTUDIO DE MERCADO.....	41
3.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	42
3.1.1. TABULACIÓN DE DATOS DE FUENTES PRIMARIAS.....	44
3.2. ANÁLISIS DE OFERTA.....	47
3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTORES.....	47
3.3. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.....	54
3.4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	55
<b>CAPITULO 4</b>	
4. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE UNA MASA PANARIA.....	58
4.1. CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS DURANTE LA PREPARACIÓN DE UNA MASA PANARIA CONVENCIONAL.....	59
4.1.1. AMASADO.....	59
4.1.2. FERMENTACIÓN.....	61
4.1.3. COCCIÓN.....	64
<b>CAPITULO 5</b>	
5. MATERIAS PRIMAS EN PANIFICADOS LIBRES DE GLUTEN.....	66
<b>CAPITULO 6</b>	
6. DIAGRAMAS DE FLUJO Y DEFINICIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES.....	73
6.1. ACTIVACIÓN DE LA LEVADURA.....	75
6.2. MEZCLADO EN SECO.....	75
6.3. MEZCLADO.....	75
6.4. DIVISIÓN.....	75

6.5. FERMENTACIÓN.....	75
6.6. COCCIÓN.....	75
6.7. ENSALZADO.....	75
6.8. ENFRIAMIENTO.....	76
6.9. ENVASADO PRIMARIO.....	76
6.10. ENVASADO SECUNDARIO.....	76
6.11. ALMACENAMIENTO.....	76
<b>CAPITULO 7</b>	
7. BALANCES DE MASA Y ENERGÍA.....	77
7.1. BALANCE DE MASA.....	77
7.1.1. BALANCE DE MASA PARA PAN.....	77
7.1.2. BALANCE DE MASA PARA PREPIZZA.....	78
7.2. BALANCE DE ENERGÍA.....	81
7.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL HORNO.....	82
<b>CAPITULO 8</b>	
8. SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS.....	86
8.1. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	86
8.1.2. ALMACENAMIENTO.....	86
8.1.3. ACTIVACIÓN DE LA LEVADURA.....	88
8.1.4. MEZCLADO EN SECO.....	90
8.1.5. MEZCLADO Y BATIDO.....	92
8.1.6. DOSIFICADO.....	93
8.1.7. FERMENTACIÓN.....	95
8.1.8. COCCIÓN.....	96
8.1.9. SALA DE ENFRIAMIENTO.....	99
8.1.10. ENVASADO PRIMARIO.....	104
8.1.11. ENVASADO SECUNDARIO.....	106
8.1.12. ALMACENAMIENTO.....	107
8.2. EQUIPOS AUXILIARES.....	108
<b>CAPITULO 9</b>	
9. DISEÑO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.....	110
9.1. CÁLCULO DE CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.....	111
9.1.1. CARGA POR PRODUCTO.....	112
9.1.2. CARGA POR TRANSMISIÓN.....	113
9.1.3. CARGA POR INFILTRACIÓN.....	114
9.1.4. CARGA POR MOTORES E ILUMINACIÓN.....	117
9.1.5. CARGA POR OCUPACIÓN.....	118
9.1.6. FACTOR DE SEGURIDAD.....	119
9.1.7. CARGA TOTAL.....	119
<b>CAPITULO 10</b>	
10. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	122
10.1 DIAGRAMA TECNOLÓGICO.....	122
10.2 DIAGRAMA DE GANTT.....	126
<b>CAPITULO 11</b>	
11. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	132
11.1. INTRODUCCIÓN.....	132
11.2. DISEÑO DEL EDIFICIO E INSTALACIONES DE LA PLANTA.....	133
11.2.1. UBICACIÓN - EMPLAZAMIENTO.....	133

11.2.2. VÍAS DE ACCESO.....	134
11.2.3. EDIFICIO E INSTALACIONES.....	134
11.3. DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO Y UTENSILIOS.....	140
11.4. HIGIENE DE LAS INSTALACIONES, EQUIPOS Y PERSONAL.....	141
11.4.1. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	141
11.4.2. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA HIGIENE.....	142
11.4.3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y UTENSILIOS.....	142
11.4.4. HIGIENE DEL MANIPULADOR.....	143
11.4.5. HIGIENE EN LA OPERACIÓN.....	144
11.5. PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS.....	146
11.5.1. CONTROL DE VECTORES.....	146
11.6. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	148
<b>CAPITULO 12</b>	
12. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (APPCC O HACCP).....	150
12.1. ANÁLISIS DE PELIGROS.....	155
12.1.1. PELIGROS BIOLÓGICOS.....	155
12.1.2. PELIGROS QUÍMICOS.....	178
12.1.3. PELIGROS FÍSICOS.....	179
12.2. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.....	181
<b>CAPITULO 13</b>	
13. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	196
13.1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS BÁSICOS.....	196
13.2. PLAN LAYOUT.....	200
13.3. MANO DE OBRA.....	206
13.4. LOCALIZACIÓN.....	207
<b>CAPITULO 14</b>	
14. ENVASES.....	209
14.1 DEFINICIÓN.....	209
14.2. SELECCIÓN DE ENVASE PRIMARIO.....	210
14.2.1. CIERRE DE ENVASES.....	215
14.3. SELECCIÓN DE ENVASE SECUNDARIO.....	217
<b>CAPITULO 15</b>	
15. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	220
15.1 INVERSIÓN FIJA.....	220
15.2. CAPITAL DE TRABAJO.....	222
15.3. ANÁLISIS DE COSTOS.....	223
15.3.1. COSTOS VARIABLES.....	224
15.3.2. COSTOS FIJOS.....	229
15.4. INVERSIÓN TOTAL.....	231
15.5. ESTIMACIÓN DE RENTABILIDAD.....	232
15.6 CONCLUSION DEL ANALISIS ECONOMICO.....	235
<b>CAPITULO 16</b>	
16. IMPACTO AMBIENTAL.....	237
16.1 INTRODUCCIÓN.....	237
16.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	237
16.2.1. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	238
16.2.2. DISEÑO DEL SEDIMENTADOR.....	241

<b>CAPITULO 17</b>	
17. CONCLUSIÓN.....	247
<b>CAPITULO 18</b>	
18. BIBLIOGRAFÍA.....	248
<b>CAPITULO 19</b>	
19. ANEXOS.....	253
ANEXO I: ENCUESTA DESTINADA A CELIACOS.....	253
ANEXO II: DOSIFICADORES.....	255
ANEXO III: HORNOS.....	258

## **AGRADECIMIENTOS**

En un principio queremos agradecer a la familia y a los amigos que nos han acompañado a lo largo de este camino, brindándonos su apoyo y cariño incondicional.

Por otro lado, también queremos reconocer y retribuir la colaboración desinteresada de todas aquellas personas, que nos brindaron su tiempo y conocimientos durante el desarrollo de este trabajo: compañeros y profesores de la facultad, profesionales, directora y miembros de la Asociación Argentina de Celíacos sede Mar del Plata, sin los cuales éste no podría haberse concretado.

Finalmente, queremos expresar nuestro deseo de que este proyecto sirva como una motivación adicional a todos aquellos, que como nosotros, consideran necesario emplear sus conocimientos para contribuir con la sociedad en que vivimos.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de una planta alimenticia para la elaboración de productos panificados libres de gluten.

El proyecto nace a partir del anhelo de utilizar los conocimientos adquiridos con el propósito de contribuir al bienestar de la sociedad. Teniendo en cuenta la creciente población de celíacos, con su imposibilidad de consumir productos que contienen gluten, el elevado precio de venta, la escasa disponibilidad y calidad de los productos libres de gluten elaborados, y considerando que la única alternativa para eliminar la sintomatología es la dieta libre de gluten, se decide contribuir a dicho sector de la población.

Se realiza un estudio de mercado en el cual se observa la escasa oferta de productos salados en general para este sector de la población, y en particular de panificados. Debido a esto, dentro de la gama de productos libres de gluten, se resuelve dar prioridad a los productos panificados. Se hace hincapié principalmente a la elaboración dos productos: pan y prepizza, seleccionados por ser mayoritariamente consumidos en la dieta tradicional argentina, además de ser reconocidos como alimentos básicos que brindan múltiples posibilidades culinarias. El pan es utilizado normalmente como complemento de la comida diaria y en otras preparaciones. La pizza es de consumo masivo en sus numerosas variedades y de importancia en la vida social.

En este marco, se efectúan todas las actividades relacionadas con el desarrollo industrial de los productos en cuestión, desde su formulación hasta el diseño de la planta elaboradora. La motivación fundamental es la obtención de panificados que presenten características similares a los productos elaborados con trigo, a un precio accesible derivado de la producción en escala y con una disponibilidad en el mercado garantizada, contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de vida de las personas con enfermedad celiaca.

La celiaquía es una intolerancia permanente a las prolaminas presentes en el gluten. La expresión clínica de la enfermedad se produce cuando se ingieren las proteínas del gluten presentes en el trigo, avena, cebada y centeno. Dicha patología se caracteriza por la atrofia de las vellosidades intestinales desencadenada por las proteínas mencionadas, mal absorción de nutrientes y mejoría de la sintomatología (diarrea, distensión abdominal, retraso en el desarrollo, decaimiento, malestar, dolor abdominal recurrente, pérdida de peso, entre otras). La situación se revierte solamente al suprimir el gluten de la dieta.

A través de la experimentación con distintas formulaciones y teniendo en cuenta las evaluaciones sensoriales realizadas, se obtienen las formulaciones finales de los productos libres de gluten a elaborar. Las formulaciones resultantes tienen como ingredientes principales almidones de maíz y de mandioca, harina de soja, leche, aceite, levadura, agua y aditivos permitidos. Finalmente, una vez conocidos los parámetros fisicoquímicos característicos de los productos a elaborar, estos son empleados posteriormente para la selección y diseño de equipos de proceso.

Los productos se definen como *Pan libre de gluten* y *Prepizza libre de gluten*, los cuales se disponen en presentaciones individuales de 250g y 200g respectivamente. Si bien están dirigidos principalmente a personas con enfermedad celíaca, los mismos pueden ser consumidos por cualquier persona que así lo desee.

A partir de estudios de mercado se determina la capacidad de producción de la planta. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la encuesta realizada en cuanto al consumo de este tipo de productos,

el porcentaje de personas que presentan un nivel socioeconómico capaz de permitirles la adquisición de productos ya elaborados, y abarcando un sector del mercado (considerando que debido a la competencia existente, no se contempla alcanzar el 100% del mercado). La misma resulta una producción diaria total de aproximadamente 680 Kg de producto listo para consumir.

La planta se instala en el parque industrial Gral. Savio, predio ubicado en la Ruta Provincial Nº 88, Km. 6,5, cercano al casco urbano de la ciudad de Batán y a 9 Km de la ciudad Mar del Plata. El terreno ocupado tiene una extensión de 2679 m<sup>2</sup>, de los cuales 742 m<sup>2</sup> constituyen la superficie edificada. Además se determina el requerimiento de mano de obra del proyecto.

Se realiza un diagrama de Gantt para establecer la secuencia de operaciones y de esta manera organizar la producción.

Se efectúan los prerrequisitos de BPM y POES, y el análisis correspondiente a través del sistema HACCP para asegurar la inocuidad del producto.

Se realiza un análisis económico del proyecto, analizando la factibilidad, rentabilidad y oportunidad de la inversión en cuestión. Se determina cual es el precio de venta mínimo que permita obtener un proyecto rentable, para el cual se obtiene una TIR de 15% y un tiempo de repago de 3 años y 7 meses. Se determina que el proyecto en su totalidad requiere de una inversión de 731.262 US\$. Además se destacan la factibilidad y oportunidad decisivas del proyecto desarrollado.

En cuanto al impacto ambiental, realiza el análisis de los residuos del proceso con el posterior diseño de un equipo sedimentador de sólidos.

## **ABSTRACT**

In this work we develop the design of a food plant for the production of gluten-free baked goods.

The project stems from the desire to use the knowledge acquired for the purpose of contributing to the welfare of society. Given the growing population of celiacs with its inability to use products containing gluten, the high sale price, the limited availability and quality of gluten-free products produced, and considering that the only alternative to eliminate the symptoms is gluten-free diet, it was decided to contribute to this sector of the population.

A study of market in which there is tight supply in general savory products for this sector of the population, and in particular bakery. Because of this, within the range of gluten free products, is resolved to give priority to baked goods. The focus is mainly on developing two products: bread and prepizza, selected because they are mostly consumed in the traditional diet of Argentina, in addition to being recognized as basic foods that provide multiple culinary possibilities. The bread normally used as daily food supplement (and in preparations such as sandwiches, toast, etc) and the pizza because of mass consumption in its many varieties and of great importance in social life.

In this context, it made all activities related to industrial development of the products in question, from its formulation to the design of the processing plant. The fundamental motivation is to get baked with similar characteristics to products made with wheat, at an affordable price from the production scale and with a guaranteed market availability, thus contributing to improving the quality of life of people with celiac disease.

Celiac disease is a permanent intolerance to gluten prolamins present. The clinical expression of disease occurs when ingested gluten proteins present in wheat, oats, barley and rye. This condition is characterized by atrophy of intestinal villi triggered by proteins mentioned, malabsorption of nutrients and improvement of symptoms (diarrhea, abdominal distension, failure to thrive, decay, malaise, recurrent abdominal pain, weight loss, among others). The situation is reversed only by eliminating gluten from the diet.

Through experimentation with different formulations and by sensory evaluations made, we obtain the final formulation of gluten-free products to be manufactured. These are to conform to base of maize and cassava, soya flour, milk, oil, yeast, water and additives allowed. Finally, once known physicochemical parameters characteristic of the products to develop, these are subsequently used for the selection and design of process equipment.

The products are defined as gluten-free bread and gluten-free Prepizza, which are arranged in individual presentations 250g and 200g respectively. While primarily oriented to people with celiac disease, they can be consumed by anyone who so desires.

From market research determines the production capacity of the plant. Taking into account the results of the survey conducted in the consumption of such products, the percentage of people who have a socioeconomic status could allow the purchase of products already developed, and covers a sector of the market (assuming that because existing competition is not envisaged to reach 100% market share). The same total daily production is about 680 kg of product ready for consumption.

The plant was installed in the industrial park Gral Savio, property located on Provincial Highway No. 88, Km 6.5, near the town of Batangas City and 9 km from the city Mar del Plata. The occupied land covers an area of 2679 m<sup>2</sup>, of which 742 m<sup>2</sup> built up area. Besides determining the manpower requirements of the project.

We performed a Gantt chart to establish the sequence of operations and thus organize production.

Prerequisites are made GMP and SSOP, and the analysis through the HACCP system to ensure product safety.

Economic analysis is conducted of the project, analyzing the feasibility, cost and timing of investment. Determine what the minimum sale price for obtaining a profitable project for which the IRR is 15% and a payback time of 3 years and 7 months. It was determined that the entire project requires an investment of U.S. \$. Also highlights the feasibility and timing critical of the project developed.

In terms of environmental impact, performs the analysis of residues of the subsequent design process with a team of solids settler.

## CAPITULO 1

### 1.1. OBJETIVOS

- Desarrollar productos panificados libres de gluten, con precio al consumidor similar a los producidos con harinas de trigo, avena, cebada y centeno.
- Diseñar la planta alimenticia para la elaboración industrial de pan y prepizzas.
- Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas con enfermedad celiaca.

### 1.2. ANTECEDENTES DEL PRODUCTO

#### 1.2.1. EL PAN

El pan es el símbolo de representación de la comida, sinónimo de alimento primero y genuino dentro de nuestro patrimonio gastronómico. El pan es la forma en que el trigo es principalmente consumido en muchos países y es el producto que desde hace siglos constituye un alimento básico en la dieta tradicional de Europa, Oriente Medio, India y América. Se utiliza normalmente como complemento a la comida diaria y se hace indispensable en la dieta mediterránea.

Cabe destacar que si bien inicialmente, se utilizaban las harinas que resultaban de la molienda del grano completo, éstas fueron posteriormente reemplazadas por harinas refinadas. El pan blanco se desarrolló en la era de la industrialización en la cual comenzaron los almacenamientos prolongados. El reemplazo por harinas refinadas, surge de la necesidad de almacenamiento de las materias primas. El objetivo del refinado (eliminación del germen y del tegumento externo) es garantizar una mayor duración, puesto que el grano íntegro contiene grasas y es susceptible al enranciamiento. Además, el tegumento

externo posee una elevada carga microbiana, la que contribuye al deterioro de las harinas.

Este alimento se prepara mediante el horneado de una masa elaborada básicamente con harina de cereales, sal y agua. En cuanto a la panificación propiamente dicha, no todas las harinas de cereales son apropiadas para la fabricación de pan. El trigo ocupa una posición privilegiada entre los cereales empleados para este fin, dado que su harina es capaz de formar la "masa panaria" por excelencia, virtud que solo es compartida en parte con la harina de centeno, que posee el segundo lugar en aptitud para la panificación.

El pan es un alimento que reúne parte de los principios y de las propiedades del cereal del que procede. En cuanto al aspecto nutricional, los cereales son ricos en hidratos de carbono y pobres en grasas y en proteínas. Los principales son el almidón, que se digiere fácilmente y se asimila muy rápidamente por el organismo y la fibra (hemicelulosa y celulosa). Se pueden distinguir cuatro tipos de proteínas diferentes: albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas. Estas dos últimas son las que le confieren el carácter panificable a cereales como el trigo.

### 1.2.2. LA PIZZA

Los romanos del antiguo imperio consumían en el siglo I una masa cocida similar al pan, de forma circular, condimentada con hierbas y semillas. Habían tomado esta comida de los Griegos y de los Etruscos, quienes elaboraban una masa cocida saborizada.

Las mujeres romanas cocinaban el pan en hornos comunales de los pueblos, y mientras esperaban que estuviera cocido, cortaban pedazos de masa a los que le daban forma circular y condimentaban

con lo que tenían a mano. Estos bollos se horneaban más rápido que el pan y saciaban el hambre de los que esperaban: niños, ancianos, mujeres.

De la plaza pública, este antecesor de la pizza pasó a las alforjas del trabajador, quien lo llevaba a sus labores a modo de almuerzo rápido, popularizándose rápidamente.

Se necesitaron catorce siglos, descubrimiento de América mediante, para que apareciera en Europa el tomate, traído de Perú.

Inicialmente el tomate se utilizaba para decorar, ya que lo consideraban tóxico pero luego la gente comenzó a comerlo, y desde entonces se inició la verdadera historia de la pizza.

En sus comienzos, el queso no formaba parte de la preparación, sólo se utilizaba tomate, albahaca y hierbas. En 1889 en la ciudad de Nápoles, la reina Margarita de Saboya ordenó al panadero Rafaele Espósito que le preparara una pizza. El panadero quiso engalanar esta pizza con los colores de Italia y agregó al rojo del tomate y al verde de la albahaca, el blanco del queso mozzarella. Así se inauguró una nueva era, en esta que sería tal vez la comida más popular de Italia y del mundo.

En Estados Unidos se introdujo en 1905, pero se popularizó al finalizar la guerra, por la difusión que le dieron los soldados que regresaban de Europa.

La pizza ha tomado "carta de ciudadanía" en el área rioplatense y luego en la mayor parte del Cono Sur, como consecuencia de la gran corriente migratoria procedente de Italia que acogió la región a fines del Siglo XIX y principios del XX. La misma trajo aparejada el arrastre de costumbres culturales y culinarias.

En Argentina existen tres tipos de masa: "a la piedra", fina y crocante, "de molde", muy leudada de hasta 2 cm de altura, y la "media masa", que es la que se vende en supermercados como *prepizza*, para ser completada en el hogar con ingredientes a gusto del consumidor.

### 1.3. ENFERMEDAD CELIACA

Algunas personas presentan intolerancia a la prolamina, que se manifiesta en lesiones intestinales, diarreas, y dificultades de absorción intestinal cuando consumen alimentos con gluten. Esta enfermedad denominada celiacía, se trata suprimiendo de la dieta cualquier producto que contenga gluten, y por lo tanto prescindiendo de los clásicos productos de panadería.

La enfermedad celiaca es una intolerancia permanente a las prolaminas presentes en el gluten. Las mismas inducen en el intestino una atrofia intestinal que genera mal absorción y desnutrición progresivas (Torresani, 2006).

Las cuatro características principales de dicha enfermedad son:

- Atrofia de las vellosidades intestinales desencadenada por las proteínas del gluten.
- Mal absorción de lípidos, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales.
- Mejoría de la sintomatología al suprimir el gluten de la dieta.
- Reparación del cuadro con la reintroducción del gluten.

La expresión clínica de la enfermedad se produce cuando se ingieren las proteínas del gluten presentes en el trigo, avena, cebada y centeno.

La toxicidad de las cuatro harinas (trigo, avena, cebada y centeno), estaría relacionada con la presencia de glutamina.

Existen varias teorías patogénicas de acuerdo a Torresani (2006):

- **Baja actividad de la transglutaminasa intestinal:** La glutamina es desaminada por esta enzima. Una deficiencia en el proceso de desaminación originaria niveles tóxicos de este aminoácido, que podrían ser responsables de las lesiones de la celiaquía.
  
- **Déficit de peptidasas:** encargadas de hidrolizar a la Gliadina (prolamina del gluten) y demás proteínas del gluten. Su degradación incompleta podría elevarla a un nivel toxico dentro de la luz intestinal (diámetro interno del intestino).
  
- **Teoría inmunológica:** Se ha demostrado la presencia de anticuerpos frente a diversas fracciones de trigo y de otras proteínas alimenticias en el suero de celíacos. Sugiere la existencia de un mecanismo inmunológico en la patogenia de la enfermedad celíaca.

Los síntomas asociados a esta enfermedad se resumen en la tabla II, para niños y adultos.

Tabla 1.1: Síntomas de la enfermedad celíaca (Asociación Celíaca Argentina, 2009).

<b>Niños</b>	<b>Adultos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Trastornos del desarrollo.</i></li> <li>• <i>Baja Estatura</i></li> <li>• <i>Pérdida de peso.</i></li> <li>• <i>Vómitos.</i></li> <li>• <i>Dolor abdominal recurrente.</i></li> <li>• <i>Diarrea Crónica.</i></li> <li>• <i>Atrofia muscular.</i></li> <li>• <i>Intestino irritable.</i></li> <li>• <i>Irritabilidad y Mal Humor.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Diarrea crónica.</i></li> <li>• <i>Pérdida de peso.</i></li> <li>• <i>Distensión abdominal.</i></li> <li>• <i>Dolor abdominal recurrente.</i></li> <li>• <i>Decaimiento y malestar.</i></li> </ul>

También pueden presentarse diferentes cuadros, entre los que se destacan:

Alteración del esmalte dental, retraso puberal, perdidas de embarazos y aftas recurrentes.

Existe un grupo de enfermedades que frecuentemente se asocia a la enfermedad celiaca, ellas son:

Dermatitis herpetiforme, anemia, osteoporosis, artritis reumática, alergia a la proteína de la leche de vaca.

El tratamiento de la enfermedad celiaca es puramente nutricional. Una vez confirmado el diagnostico, deberá suprimirse inmediatamente la gluten de la dieta (Torresani, 2006).

El tratamiento mencionado producirá:

- mejoría del carácter,
- mejoría de las deposiciones,
- ganancia de peso en 2 a 3 semanas,
- mejoría de la distensión abdominal en 2 a 3 meses,
- normalización de la curva peso-edad en 6 meses (niños),
- normalización de la curva talla-edad y edad ósea en 2 años (niños).
- normalización de las vellosidades intestinales

La normalización de las vellosidades intestinales en el caso de los niños, se consigue en aproximadamente dos años. En los adultos es lenta y en muchos casos no llegan a normalizarse en un 100% sus vellosidades (Torresani, 2006).

La sintomatología enumerada anteriormente se debe a:

- La dificultad de la absorción de nutrientes esenciales, tales como el hierro y la vitamina B para la anemia,
- Dolores musculares y la insuficiente absorción de proteínas, glúcidos, lípidos y minerales que explican el retraso del crecimiento.

Lo expresado en los puntos anteriores puede traer como consecuencia la desnutrición de alto grado, sobre todo si se asocia a enfermedades concurrentes del aparato digestivo y deficiencias en la ingestión de nutrientes esenciales.

Otro aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de que su evolución crónica favorece la aparición de linfomas y adenocarcinomas intestinales, tal como se ha comprobado en diversos estudios epidemiológicos.

Por la gravedad e incidencia de todo lo hasta aquí expuesto, y destacando que el único tratamiento para la celiaquía es una dieta libre de gluten, la cual debe cumplirse de por vida, es necesario conocer de una forma correcta aquellos alimentos que pudieran estar contaminados de gluten (Muñoz, 1999).

Por este motivo, la Asociación Celíaca Argentina ha registrado como marca desde 1984 tanto la sigla "SIN TACC" (sin trigo, avena, cebada y centeno) como el logotipo identificador con la espiga de trigo cruzada en rojo (figura 1). Esta identificación surge del resultado de los análisis realizados por la Universidad de La Plata o el laboratorio central del Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires, estableciendo que el alimento es TACC no detectable. Además, esta Asociación realiza una tarea constante con la industria a fin que se efectúe una correcta

descripción del contenido de cada producto. Asimismo, reclama la correcta inclusión de la sigla y logo "SIN TACC" en los envases y etiquetas. Es habitual la presencia de estos cereales en aglutinantes, espesantes, colorantes, aditivos, etcétera. En tal sentido la recomendación de la Sociedad Argentina de Gastroenterología y Academia Nacional de Medicina es que la determinación de TACC realizada por los métodos científicos más exactos, debe tender a cero.



*Figura 1.1: Logotipos identificatorios de "ausencia de trigo, avena, cebada y centeno".*

En Argentina se encuentra difundido el símbolo internacional, la espiga barrada, o la frase y el símbolo sin TACC propiedad de la Asociación Celíaca Argentina.; además de numerosas frases tales como "no contiene gluten", "apto para celíacos", "sin trigo cebada, avena y centeno", entre otras, para afirmar esta condición.

Respecto a los análisis para determinar la presencia de la enfermedad la FAO-OMS ha determinado, en la resolución final de dicha reunión, no establecer ninguna recomendación en cuanto al método a utilizar.

En vistas de este marco reglamentario, el control de los alimentos debe realizarse con la mejor metodología disponible. Registrar un producto como "exento de gluten" es competencia de las autoridades

sanitarias y sólo a ellas les compete la responsabilidad de establecer qué productos son exentos de gluten, como así también la de asumir la vigilancia y control de calidad de los mismos.

En noviembre de 2003, el Código Alimentario Argentino (CAA) introdujo un polémico cambio en la reglamentación legal de estos productos, afirmando que deben llevar las frases "sin gluten, sin TACC", eliminando los símbolos de los envases, tanto el internacional de la espiga barrada como el símbolo "sin TACC" argentino. Esta resolución no se ha visto reflejada en el mercado, ya que la mayoría de los productos sigue llevando los símbolos. Este hecho puede basarse en que resulta más fácil para los consumidores visualizar el logo en lugar de leer las etiquetas.

La Resolución Conjunta 120/2003 y 516/2003, del artículo 1382 del CAA, dispone una modificación para la definición de "Alimentos Libres de Gluten":

*Se entiende por "alimento libre de gluten" el que está preparado únicamente con ingredientes que por su origen natural y por la aplicación de buenas prácticas de elaboración (que impidan la contaminación cruzada) no contiene prolaminas procedentes del trigo, de todas las especies de *Triticum*, como la escaña común (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.), de trigo duro, centeno, cebada, avena ni de sus variedades cruzadas (CAA, 2010).*

Además, el artículo 1382 explicita que para comprobar la condición de libre de gluten deberán utilizarse aquellas técnicas que la autoridad sanitaria nacional evalúe y acepte.

Concluyendo, para denominar un producto como "libre de gluten", según el CAA, es necesario un análisis que corrobore su condición y un

programa de buenas prácticas de fabricación. Este último debe garantizar que el producto no se contamine durante el proceso, desde la recepción de materias primas hasta la comercialización del producto final, para luego explicitar en el envase la leyenda correspondiente.

#### 1.4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Los productos que se desarrollan en el presente trabajo consisten en dos panificados libres de gluten: *pan* y *prepizza*.

La ausencia de gluten, hace al producto propicio para su consumo por parte de personas celíacas. Por otro lado, esto mismo impide el desarrollo de la red proteica que se forma durante el amasado. La carencia de esta red con propiedades viscoelásticas, capaz de retener los gases producidos durante la fermentación, significa la obtención de un pan de calidad deficiente.

En consecuencia, entre los principales problemas de los panes sin gluten, se pueden mencionar: la fragilidad de la estructura de la miga, que se desarma fácilmente y el rápido endurecimiento que sufre el pan cuando se almacena.

Por estos motivos, la elaboración de panes para celíacos requiere de una tecnología diferente a la utilizada para el pan común.

Esto se ve reflejado en la formulación, la cual debe utilizar harinas no panificables y distintos aditivos con el objeto de imitar las propiedades viscoelásticas del gluten.

Desde el punto de vista de un proceso industrial, para poder realizar una definición respecto al producto final que se desea lograr, deben considerarse las características del alimento que se desea obtener respecto a:

- Volumen
- Vida útil
- Corteza
- Textura
- Sabor
- Propiedades nutritivas

Mediante la evaluación de cada una de ellas, se realizan estudios sobre la influencia de las distintas formulaciones, ingredientes y aplicaciones en las características buscadas.

En lo que respecta al pan, dicho alimento se entiende en el Artículo 725 del CAA como:

“ Producto obtenido por la cocción en hornos y a temperatura conveniente de una masa fermentada o no, hecha con harina y agua potable, con o sin el agregado de levadura, con o sin la adición de sal, con o sin la adición de otras sustancias permitidas para esta clase de productos alimenticios.”

Además, el pan libre de gluten debe comprender las siguientes características: miga porosa, elástica y homogénea, corteza de color uniforme amarillo-dorado. Ser de olor y sabor agradables.

Por otro lado, la prepizza se entiende según CAA Artículo 723 - (Res 687, 27.08.98) como:

“ Producto fermentado por levaduras obtenido por el empaste y amasado mecánico de una mezcla de harina, agua potable o leche, con o sin sal, con o sin los aditivos permitidos por el Artículo 751 y la adición facultativa de propionato de sodio y/o calcio en cantidad no superior al 0,25% (expresada en ácido propiónico) o de ácido sórbico y/o sus sales de sodio, potasio y/o calcio, en cantidad no superior al 0,05% (expresada en ácido sórbico) referidas al producto terminado;

fraccionado generalmente en forma circular y mantenido desde la elaboración hasta su expendio a una temperatura inferior a 10°C.”

Análogamente al caso del pan sin gluten, la prepizza libre de gluten debe presentar las características organolépticas y morfológicas de la prepizza a base de harina de trigo.

Finalmente, la formulación elegida para la obtención de una masa que reúna las características mencionadas, es la siguiente: Harina de soja, almidón de maíz, fécula de mandioca, leche deslactosada, aceite, levadura, sal, sorbato de potasio, ácido ascórbico. Esta surgió como resultado de la experimentación con distintas materias primas, utilizadas en diferentes proporciones y aplicando un mismo procedimiento de elaboración. Estos ensayos se basaron en investigaciones previas, posteriores reformulaciones y evaluaciones sensoriales.

Dichos alimentos se ofrecen en el mercado en envases individuales, con distintas presentaciones: 250 g de producto final en el caso del pan, y 200 g en el caso de la prepizza.



Figura 1.2: Vistas del producto Pan Libre De Gluten.

Si bien estos productos, son especialmente desarrollados para personas celiacas, la ausencia de gluten no imposibilita que el producto pueda ser consumido por todo aquel que lo desee.

## **CAPITULO 2**

### **MATERIA PRIMA**

#### **2.1. HARINA**

En el Artículo 661 - (Res 167, 26.1.82) del CAA se entiende con la denominación de harina, sin otro calificativo, el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Los productos con estas características derivados de otros cereales deberán añadir el nombre del grano del cual procede. Además el producto debe cumplimentar sus características sensoriales normales en niveles aceptables. Cabe aclarar que a través de las fases de la molienda del trigo se obtienen una serie de productos de cualidades diversas, entre los cuales la harina es el producto que se obtiene en mayor porcentaje (Calaveras, 1997).

Toda harina posee diferentes atributos y aptitudes tecnológicas, que la hacen distinguible de las harinas de otros cereales. Estas diferencias tienen origen fundamentalmente en la diferente composición química de cada planta como así también en las condiciones en que ésta se desarrolló (clima, suelo, etc.) y procesó (temperaturas, tiempos y calidades de las moliendas, etc.) hasta obtener la harina propiamente dicha (Calaveras, 2004).

La harina está compuesta por varios elementos importantes en la formulación del pan, entre ellos se encuentran los carbohidratos. Uno de los más importantes tanto por su cantidad como por su función es el almidón. La cantidad del mismo varía entre un 57 % y un 71%, constituyendo el componente más abundante en la harina de trigo.

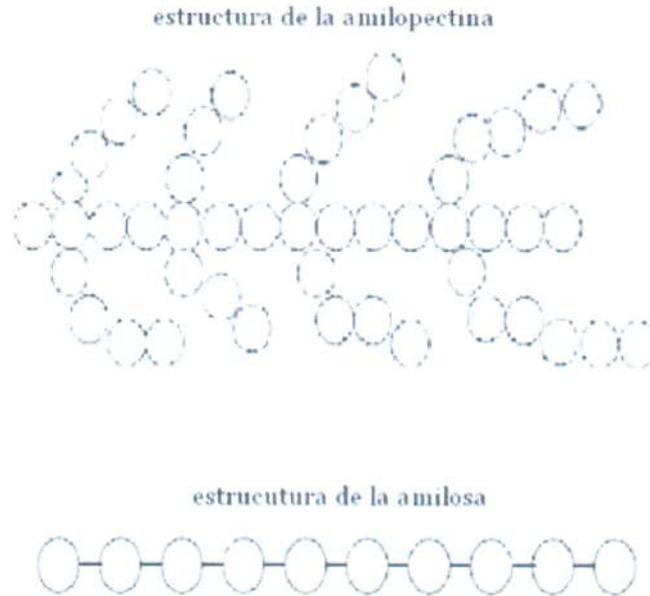
El almidón se encuentra distribuido en forma de gránulos de diversa morfología según de qué especie se trate. Sus características fundamentales son:

- Es insoluble en agua fría, pero por la acción del agua caliente los gránulos del almidón absorben agua y se hinchan, en un proceso denominado gelatinización, explicado más adelante.

- Los componentes principales del almidón son (Figura 2.1):

**Amilosa:** Suele ubicarse en la parte interna el gránulo, constituye alrededor del 25% del almidón y es un polímero de cadena lineal y bajo peso molecular relativo a la amilopectina. Estos compuestos de cadena recta son fácilmente atacables por la enzima beta - amilasa, dando lugar a azúcares de bajo peso molecular (reductores) o dextrinas (Calaveras, 2004),

**Amilopectina:** Suele ubicarse en la parte externa el gránulo, constituye la mayor parte del almidón (en general, salvo especies modificadas) y es un polímero de cadena ramificada. Los enlaces de la cadena principal son del tipo alfa-1,4 y las ramificaciones son del tipo alfa-1,6.



*Figura 2.1: Estructura del almidón*

Se sabe que los gránulos de almidón poseen un alto grado de cristalinidad y que ésta se debe mayormente a la amilopectina (Coultrate, 1996). El almidón contribuye al poder de absorción de la harina y de esta manera propicia una competencia directa por el fluido con sus proteínas. Además de hidratar la masa en el amasado, este polímero, provee un sustrato para la fermentación, y mientras mas empaquetados están los gránulos de almidón, habiendo más cohesión entre ellos, mayor será la solidez de la miga (Clavel y Wirtz, 1997).

Existen varias particularidades con respecto al comportamiento tecnológico del almidón.

En los gránulos del almidón las moléculas de amilosa y amilopectina se encuentran radialmente dispuestas. La amilopectina está ligada a las cadenas lineales de amilosa a través de enlaces puente de hidrógeno, dando lugar a regiones miscelares cristalinas y debido a esto los gránulos de almidón son insolubles en agua fría. Al incrementar la temperatura hasta alcanzar la temperatura inicial de gelatinización se proporciona la energía necesaria para romper esos débiles enlaces

intermoleculares, permitiendo que los gránulos se hidraten e hinchen. De esta manera el almidón se solubiliza, los gránulos hinchados comienzan a colisionar y la amilosa forma una matriz intergranular provocando un incremento notable de la viscosidad de la suspensión-disolución. Las temperaturas de gelatinización son características de cada tipo de almidón, pero generalmente se encuentran entre 52°C y 70°C. Si continúa aumentando la temperatura, el gránulo termina colapsando. Este mecanismo es análogo al que tiene lugar durante la cocción de una masa farinácea, cuando el almidón forma un gel concentrado bajo la acción del calor (Calaveras, 2004; Coultate, 1996; Wong, 1989).

Si por el contrario, la pasta viscosa mencionada anteriormente se enfría, las moléculas lineales se asocian y cristalizan, con la consiguiente disminución en la solubilidad. Este fenómeno es conocido como retrogradación. En las disoluciones diluidas de almidón, la amilosa se asocia a través de puentes de hidrógeno y disminuye la viscosidad. En las pastas concentradas (5-10%) el realineamiento es rápido y desordenado, y la asociación de moléculas lineales tiene lugar en ciertas zonas, quedando agua atrapada en intersticios y tornándose la pasta gomosa. La amilopectina, por su naturaleza ramificada, se asocia de manera más lenta al enfriarse, dando lugar a miscelas más apretadas. Esta cristalización continúa lentamente y es la causa primordial del envejecimiento del pan. (Coultate, 1996; Wong, 1989).

La degradación del almidón se produce por la acción de las enzimas alfa- y beta-amilasa. Bajo su acción los enlaces glucosídicos del almidón se hidrolizan, con la formación de una molécula de agua. En el caso de la alfa-amilasa, son hidrolizados los enlaces glucosídicos de la parte interna de la molécula de almidón, originando como producto las dextrinas, constituidas por 4 moléculas de glucosa. Estos compuestos serán luego reducidos a maltosa, en forma sucesiva, por la acción de la

beta-amilasa. La beta amilasa ataca los enlaces glucósidos de la parte externa del almidón o de las dextrinas, desdoblándolo en maltosa. Esta enzima reacciona en forma más lenta que la alfa-amilasa, con lo cual no es tan destructiva de la estructura del almidón.

En el caso de la masa panaria, puede ocurrir que las alfa-amilasas sean excesivamente activas, con lo cual es muy alta la disgregación de la molécula de almidón, y por lo tanto se genera una elevada cantidad de dextrina que, al ser soluble en agua, aumentan el volumen en la fase líquida de la masa. Así, ésta pierde su capacidad de absorber y retener líquidos.

El efecto del almidón en la panificación es de suma importancia, en relación con su capacidad de absorción de agua, la viscosidad que imparte y el tamaño de los gránulos. Puede afirmarse que existe una relación entre el tamaño de los gránulos del almidón y la fuerza de la harina resultante: las harinas flojas provienen en general de cereales cuyos gránulos son grandes mientras que en las harinas fuertes, éstos son pequeños (Calaveras, 2004).

Entre los carbohidratos restantes con función importante en panificación se pueden mencionar: disacáridos, como maltosa y sacarosa, monosacáridos, como glucosa y fructosa, los cuales sirven de sustrato a las levaduras, hecho posibilitado además por el agregado de agua. Si bien están presentes en muy pequeña cantidad, son de extraordinaria importancia, especialmente la maltosa y la sacarosa. Otra función de los carbohidratos es el efecto de dar brillo a la corteza debido al pequeño contenido de dextrina de la harina (Calaveras, 2004).

Las proteínas que contiene la harina de trigo se encuentran en una proporción del 8% al 14%. Se las cataloga como de valor biológico

medio, ya que contienen aminoácidos limitantes, como la lisina. Las proteínas de los granos de cereales pueden clasificarse según su solubilidad y aptitud panaria. Pueden dividirse en: no formadoras de masa ("no gluten"), que son las proteínas citoplasmáticas típicas tales como las enzimas, las globulinas y albúminas, solubles en agua o en soluciones salinas diluidas, y que representan alrededor de la sexta parte del contenido de proteína total (Wong, 1989); y formadoras de masa ("gluten"), como son las proteínas de reserva de la semilla, prolaminas (de bajo peso molecular) y glutelinas (de alto peso molecular), proteínas globulares insolubles en medios acuosos ordinarios y que constituyen la gran mayoría de las proteínas de los granos. Estas últimas tienen la propiedad de que al entrar en contacto con el agua forman una red proteica denominada gluten (Calaveras, 2004). Dada esa situación, las fracciones de prolamina hidratada son viscosas y las de glutelinas ofrecen elasticidad y cohesividad. El producto viscoelástico y pegajoso resultante, está formado aproximadamente por un tercio de proteína y dos tercios de agua (Wong, 1989).

Históricamente, se ha preferido la harina de trigo para la obtención de una masa esponjosa, ya que al ser mezclada con agua y en condiciones adecuadas de trabajo mecánico, origina una masa muy elástica, cohesiva y con excelentes resultados después de la cocción. Esto se debe a las dos proteínas del gluten del trigo, la gliadina (una prolamina) y la glutenina (una glutelina). Este complejo tiene excelentes propiedades elásticas y de esponjamiento de gran valor para la fabricación de pan (Calvel y Wirtz, 1997).

Una posible clasificación de las harinas de trigo distingue harinas duras, extraídas de trigos de gran contenido proteico y gran aptitud panaria, y suaves, de bajo contenido proteico, buenas cualidades para pastas (Calvel y Wirtz, 1997).

Los lípidos están solo en pequeños porcentajes en la composición de la harina, se encuentran presentes en mezclas complejas y parte de estos están asociada a la proteína donde contribuye a la formación de gluten.

Las propiedades panaderas de una harina mejoran mucho durante su almacenamiento prolongado, ya que la autooxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de sus lípidos, conduce a la formación de hidroperóxidos, que son poderosos agentes oxidantes. Esto último es importante porque los productos de la oxidación de grasas, generan off flavor. El efecto más beneficioso del envejecimiento es el incremento del volumen de la hogaza y el ablandamiento de la miga, brindando de esta manera una textura más delicada (Calaveras, 2004; Coultate, 1996).

El porcentaje de sales minerales presente en la harina es pequeño y depende de factores como variedad de cereal, tipo de terreno, tipo de extracción, fertilización y clima. Este pequeño porcentaje influye extraordinariamente en la calidad y comportamiento de la masa, ya sea participando en la formación del gluten o como alimento mineral para las levaduras (Calvel y Wirtz, 1994).

La humedad normal y aceptable de una harina, debe oscilar alrededor del 14%, la harina con mucha humedad se puede poner mohosa.

Además la harina contiene cantidades apreciables de ciertas vitaminas como son B1 y B2, niacina biotina etc. las que aumentan su valor nutricional.

Es práctica común en la actividad panadera, simular el envejecimiento de la harina mediante el empleo de agentes oxidantes, como lo son el dióxido de cloro, el peróxido de benzoílo, persulfatos de amonio y potasio, bromato y yodato potásicos. Siendo estos últimos prohibidos luego de que se comprobara su grave toxicidad. Recientemente, el desarrollo del proceso Chorleywood, ha colocado al ácido ascórbico en una posición prominente entre los mejoradores tendientes a acelerar el levantamiento de la masa. Este método emplea ácido ascórbico como mejorador y un mecanismo de amasado a gran velocidad.

Hasta aquí lo concerniente a las harinas en general y los mejoradores utilizados en la practica. Debe aclararse que en el caso de tratarse de productos destinados a personas que no pueden consumir gluten por razones de salud, el panorama es completamente diferente, dado que deben suprimirse las harinas panificables. De esta manera las posibilidades de desarrollo de productos destinados a celíacos, se ve considerablemente limitada.

Esto se debe a que las harinas aptas para este grupo de consumidores, están dentro del grupo de las harinas poco o nada panificables, es decir con aptitudes nulas o escasas en ese sentido.

Sin embargo, instalada esta situación, es necesario encontrar alternativas y tecnologías que permitan obtener productos en este rubro, idóneos para su consumo por parte de las personas celíacas. En este marco, la industria se vale de harinas y almidones provenientes de otros cereales, que no contienen gluten. Entre los que se encuentran: harina de arroz, amaranto, chía y quínoa y fécula de mandioca y maíz. Todas con composición y aptitudes tecnológicas diferentes para la panificación, e inferiores a las del trigo ya que carecen de gluten. El uso de los pseudocereales en panificación, por ejemplo, se ha extendido más que nada debido a que tienen un alto valor nutricional por su

calidad proteica, contenido de fibra y micronutrientes (Ribotta y Tadini, 2006).

## 2.2. AGUA

El agua es un ingrediente esencial en la panificación, ya que:

- Proporciona un medio propicio para la disolución los ingredientes, permitiendo una total incorporación de ellos. De la misma manera esto se refleja en la fermentación brindando las condiciones adecuadas para el crecimiento de la levadura.
- Permite la hidratación de los almidones, los cuales al interaccionar con las proteínas presentes en la harina, favorecen el desarrollo de una masa con propiedades de plasticidad y extensibilidad necesarias para la panificación.
- Confiere la posibilidad de controlar la temperatura de la masa, utilizándose a veces en forma de hielo para lograr la temperatura deseada.
- Concede la frescura característica del pan, una pérdida de agua vuelve al pan viejo, es decir seco y quebradizo (Calvel y Wirtz, 1994).
- Durante el horneado del panificado, éste libera parte del agua contenida como vapor de agua. Esto influye en forma directa sobre las características de la corteza. El vapor ablanda la costra del pan, retrasa su bloqueo y favorece así la subida del CO<sub>2</sub>, con lo que se logra un mejor levado del pan.

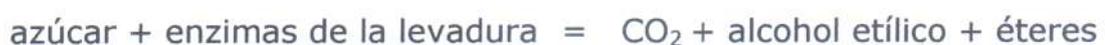
- Evita que el pan se reseque antes y durante la cocción (menor pérdida de peso y endurecimiento demasiado rápido) (Normahomed, 2005).

De lo antes mencionado, se destaca la importancia del agua en la formulación del panificado. Sin embargo la cantidad de agua que se requiere depende de la harina, su absorción y del tipo de masa que se quiere obtener.

### 2.3. LEVADURA

La levadura empleada en la formulación de panificados consiste en un conjunto de microorganismos unicelulares pertenecientes a la familia *Saccharomyces* (normalmente *Saccharomyces Cerevisiae*), que se multiplicarán en la masa al alimentarse de los azúcares simples presentes en la harina, por la acción de sus enzimas. Dicho microorganismo constituye el biocomponente que se añade a las masas para obtener un producto esponjoso y suave (Calaveras, 2004). Puede decirse que por su composición química (en cuanto a vitaminas, lípidos, proteínas, etc.) contribuye a aumentar las cualidades nutritivas y digestivas del pan. Puede conseguirse en distintas presentaciones comerciales, ya sea levadura deshidratada, líquida o levadura prensada fresca, que son las más comunes.

Típicamente la reacción de fermentación de este microorganismo puede resumirse en:



Es decir, los azúcares presentes en la masa son transformados por la acción de las enzimas de la levadura, zymasa, en anhídrido carbónico y alcohol etílico. Ese gas carbónico le otorgará volumen y

esponjosidad al producto cocido. El alcohol etílico se evapora en su mayor parte al momento de la cocción, aunque en efecto juega un papel en la masa, frenando la fermentación. Como cualquier agente conservador, inhibe la proliferación de microorganismos como la levadura y debido a esto regula la fermentación (Calvel y Wirtz, 1994).

Volviendo a los azúcares, debe mencionarse que éstos están presentes en la masa debido a distintas fuentes de procedencia:

- Azúcares preexistentes en la harina: en cantidades de alrededor de 0,5%, resultan insuficiente para asegurar una producción de gas considerable (glucosa, fructuosa, sucrosa, maltosa, melobiosa, rafinosa).
- Azúcares añadidos bajo forma de mejorantes: deben ser directamente fermentables por la levadura (azúcar, dextrosa, maltosa).
- Azúcares producidos por las diastasas de la harina: la harina contiene las enzimas beta y alfa-amilasas, que actúan sobre los granos de almidón dañados después de la molienda del trigo, cuyas cadenas son degradadas en dextrina y maltosa.
- Azúcares producidos por las enzimas añadidas: harinas de malta, alfa-amilasa y amilo glucosidasa tienen el mismo efecto que las diastasas de la harina.

La levadura *Saccharomyces Cerevisiae* tiene una temperatura óptima de crecimiento de aproximadamente 28°C (máxima producción de gas), a 4°C se paraliza su actividad y a 55°C muere por acción del calor. Su acción en las masas puede dividirse en tres procesos:

1-Consumo rápido de los azúcares libres existentes en la harina (glucosa, fructosa).

2-Consumo lento de los azúcares producidos por la degradación enzimática del almidón.

3-Ultima fermentación que ocurre en el horno a temperaturas menores a 55°C. En esta etapa tiene lugar el aumento de volumen y la cristalización del almidón con la consiguiente caramelización de los azucares en la corteza (Calaveras, 2004).

En resumen, tiene tres efectos principales:

- Transformación de la masa, pasando de ser un cuerpo poco activo a ser un cuerpo fermentativo, donde se desarrollan las reacciones químicas y fisicoquímicas.
- Desarrollo de parte del aroma mediante la producción de alcoholes, aromas típicos de panificación, éteres.
- Aumento del volumen de la masa, por la producción anhídrido carbónico y alcohol etílico en forma de etanol (Calaveras, 2004).

La *fermentación alcohólica* es la mas importante durante el desarrollo panario y responsable de la mayor parte de aromas de pan (Calaveras, 1996). El 90% de los azucares siguen este proceso fermentativo y el 10% restante sufren fermentaciones diferentes originando diversos ácidos y a otros compuestos. La temperatura, pH y humedad son factores para desarrollar en exceso dichas vías fermentativas (Calaveras, 1996). En la figura 5 se visualiza el efecto global de estas enzimas conjuntamente con las de la harina.

La *fermentación láctica* es una de las vías fermentativas, se produce a partir de la hidrólisis de la lactosa o sacarosa produciendo glucosa que es transformada sucesivamente en ácido láctico. A temperaturas superiores a 35°C la evolución de la reacción es muy rápida, y el pH es muy bajo, produciendo de esta forma una

maduración excesiva en las masas. Con un control sobre la temperatura se desarrolla una pequeña cantidad de acidez que colabora en los aromas panarios y favorece el desarrollo de la levaduras que con pH superior a 6 no evolucionan correctamente.

La *fermentación butírica* se produce a continuación de la láctica, donde el ácido láctico es atacado por diferentes bacterias butílicas (*Cl. Butyricum*), produciendo ácido butírico que va acompañado de hidrógeno y CO<sub>2</sub>. El desarrollo indeseado de dichas bacterias se favorece a partir de 36/40°C y con un pH entre 3,2 y 3,8. El ácido butírico que producen es de olor desagradable y produce alteraciones en el aroma final del pan.

La *fermentación acética* se desarrolla por bacterias del genero *Acetobacter*, que producen ácido acético a partir de etanol y se caracterizan por reaccionar de manera optima en presencia de aire.

Debe aclararse que la fermentación por levaduras es el método tradicionalmente usado para lograr la esponjosidad y sabor típicos del pan y otros productos de panadería, por ser el primero conocido y desarrollado. Sin embargo esto no implica que sea el único conocido, dado que existen otras técnicas de obtener un leudado en la masa, es decir que contribuyen a obtener una miga en el pan. El más común en este sentido es el levado por agentes químicos. Este generalmente consiste en sales que al reaccionar con otros ingredientes de la masa y con la alta temperatura, dan como productos de interés, gas carbónico y vapor de agua. (Bicarbonato de sodio, bicarbonato de amonio).

#### 2.4. LECHE

Es el producto de origen animal, extraído de las vacas por medio del ordeño. Su aporte nutritivo es indudable, dado el alto valor biológico de sus proteínas, y la cantidad de vitaminas y minerales que contiene.

Se implementa en la panificación con el objetivo de suplementar el color de la corteza, por la acción de la caramelización de la lactosa, azúcar presente en la leche. También contribuye a una textura suave, un mejor color de miga, así como un sabor característico.

Otra contribución es el aumento en la absorción de agua del producto y por lo tanto el incremento en la conservación de su frescura en el tiempo. También puede citarse la mejora en la maleabilidad de la masa y en el rendimiento del pan (Normahomed, 2005).

Por último, es importante destacar algunos descubrimientos científicos recientes que contribuyen en la elección de la leche como ingrediente en panificados sin gluten. Las proteínas lácteas tienen propiedades funcionales similares al gluten: se hinchan, retienen agua y tienen la capacidad de entrecruzarse formando una red (Arendt y Moore 2006; Ribotta y Tadini, 2006). Las formulaciones libres de gluten que contienen proteínas lácteas mejoran el volumen, la forma, la textura y la aceptación sensorial de los panes (Gallagher y otros 2003; Ribotta y Tadini, 2006). La incorporación de proteínas a la formulación mejora no solo el volumen y textura de los panes, sino también la calidad nutricional del producto, debido al incremento en la cantidad y calidad proteica (Ribotta y Tadini, 2006).

Sin embargo, la suplementación con derivados lácteos con altos contenido de lactosa no es aconsejable debido a que un alto porcentaje de los pacientes celíacos son también intolerantes a la lactosa (Ribotta y Tadini, 2006).

## 2.5. SAL

La sal es otro de los ingredientes básicos en panificación. Al hablar de sal en panificación, se hace referencia a la sal común, cloruro

de sodio. Su importancia es vital ya que son muy pocos los productos de panadería que no la incluyen en su formulación.

El origen de la misma está en salmueras naturales (originarias del mar) y en las rocas de sal (de yacimientos) y una de sus principales cualidades es su buena disolución en agua.

Su función mayoritaria es la de saborizar los panes, siendo agregada a la masa en la dosis adecuada. El elevar la cantidad de este ingrediente es contraproducente ya que inhibe a las levaduras, en detrimento del proceso de fermentación que ellas efectúan y el consiguiente levado de las masas. Es recomendable su agregado al principio de la formación de la masa, para facilitar su disolución y permitir su efecto antioxidante, el cual favorece un buen color de la miga (Calaveras, 2004).

Entre sus efectos, pueden mencionarse también el control de la acción de la levadura, por ello regula el consumo de azúcar en la masa y da por lo tanto un mejor color de corteza (Calvel y Wirtz, 1994).

En cuanto a la proporción de utilización, distintos autores hacen referencia a que esta varía desde el 1,5% al 3%, dependiendo del tipo de pan y gusto en la región. En el caso de harinas recién molidas o débiles se recomienda aumentar la dosis de sal (Calvel y Wirtz, 1994). También se calcula como una cantidad de entre 18 y 120 g de sal por kilo de harina, dependiendo del tipo de producto a confeccionar (Calaveras, 2004).

## 2.6. AZÚCAR

Se trata de la sacarosa, obtenida del procesado y refinamiento de la caña de azúcar. Se incorpora en el prefermento como fuente de hidratos de carbono para la levadura. Es un ingrediente minoritario.

## 2.7. ACEITE

En panificación se emplean grasa animales, vegetales o mezclas, cuyos principales componentes son los glicéridos de ácidos grasos.

Si bien se considera la incorporación de este ingrediente debido a las contribuciones que brinda en cuanto al sabor característico, valor nutritivo y calórico (ya que la provisión de grasa por parte de las harinas es escasa), el mismo presenta diferentes funciones (Calvel y Wirtz, 1997).

Sus principales funciones son las de lubricación, para obtener productos crujientes y cortezas suaves. Dan extensibilidad a la masa, lo que mejora sus cualidades tecnológicas. Favorece el aumento de volumen y un alveolado más uniforme, al dispersarse muy fácilmente en pequeñas cavidades dentro de la masa. Por otro lado, a los lípidos de características anfífilicas, puede asignárseles la propiedad de emulsificadores entre los distintos componentes de la masa (Calaveras, 2004).

En este apartado se tiene en cuenta el efecto de los lípidos presentes en la masa, provenientes de todas las fuentes posibles: harina, leche, grasa propiamente dicha como ingrediente, etc. Es interesante el hecho de que la calidad final del pan se ve más influida por las grasas libres (apolares) que por las ligadas (polares), hecho sobre el cual se han formulado varias hipótesis. Una de ellas es que las grasas podrían formar una capa entre las proteínas del gluten y los gránulos de almidón, protegiendo y estabilizando la estructura que retiene el gas durante la expansión de la masa. Otra de las hipótesis planteadas es que la grasa podría fundirse durante el horneado y sellar los poros de la red de gluten, de modo que se aplaque el escape de CO<sub>2</sub> durante la expansión de la masa, o bien retrasar su liberación en el horneado (Wong, 1989).

En la práctica panadera se cree que las grasas lubrican las proteínas, forman una capa impermeable que disminuye los desplazamientos de agua entre éstas y el almidón, de manera que el pan conserva mejor la humedad y por esto ayuda a conservar el pan fresco durante más tiempo (Calaveras, 1996).

## 2.8. ADITIVOS / MEJORADORES

Existen diversas sustancias con múltiples principios activos que pueden reconocerse como mejoradores de las masas, tendientes a mejorar sus aptitudes o bien solucionar anomalías intrínsecas a los ingredientes utilizados. En este punto puede hacerse una división general entre aditivos destinados a suplementar la red proteica que estructura y sostiene a la masa, y aditivos que contribuyen a una mayor y más adecuada formación de gas dentro de la masa. Es importante señalar lo vital de conocer exactamente el problema a solucionar y los atributos de calidad de los ingredientes con que se cuenta, a fin de implementar las proporciones adecuadas de mejorador en las masas. Un exceso en este sentido puede provocar resultados inesperados y sabores desagradables. Así pueden distinguirse aditivos tales como emulgentes/emulsionantes, coadyuvantes de fermentación, conservadores, antiapelmazantes, colorantes, reguladores de pH, gasificantes, entre muchos otros.

Como se analizará más adelante, uno de los principales mejoradores utilizados son agentes oxidantes, como el ácido ascórbico.

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado tiene como objetivo medir la cantidad de individuos, empresas y otras entidades económicas, generadoras de una demanda que justifique el establecimiento y puesta en marcha de un determinado esquema de producción de bienes o servicios, contando con sus especificaciones y el precio que estos consumidores estarían dispuestos a pagar por ellos. Además, constituye la base para decidir si se lleva adelante la inversión y brinda información indispensable para determinar su tamaño, localización e integración económica (UNAM, 2009).

El empleo de harinas como base de la alimentación está forzosamente ligado al contexto cultural, al nivel socioeconómico y a las costumbres de las sociedades. En nuestro país es sinónimo de la dieta consuetudinaria de la mayoría de la población.

Por lo tanto, las personas celíacas, impedidas para la ingestión de las harinas más comúnmente empleadas, cuentan con dificultades añadidas a las de limitar o reemplazar los productos que consumen normalmente, como lo son adaptarse a la sociedad y la cultura culinaria de su entorno. Recalcando el hecho que la dieta estricta es el único tratamiento para eliminar los síntomas y sus consecuencias.

Es por esto que se han expandido las asociaciones que agrupan a los celíacos y con ellas la apelación de disponer del mayor número y variedad de productos alimenticios aptos para su condición. Es decir, desde su lugar han fomentado intensamente el desarrollo de un mercado en continua ampliación en torno a estos bienes, que sea condescendiente con el crecimiento de la población celíaca.

### 3.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

#### COMPORTAMIENTO HISTÓRICO Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

En la Argentina, la cantidad de enfermos celíacos no ha dejado de crecer desde principios de la década de 1980. En esos años se funda la Asociación Celíaca Argentina, como reflejo de la inquietud de una comunidad de celíacos, padres de celíacos y profesionales de la salud. Podríamos decir que en ese momento comienza la demanda substancial de productos dietéticos sin gluten. En los años siguientes continuará la expansión de estas incipientes organizaciones al resto del país y con ella se perpetuará el mercado de los productos sin TACC.

Según los datos estadísticos que manejan las asociaciones especializadas en el tema, mientras que a principios de la década de 1990 la cantidad de enfermos se perfilaba en proporción de 1 en 1000, en 2009 las cifras oscilan alrededor de 1 en 140 (ver tabla 3.1). Es decir un aumento de aproximadamente 600 % con respecto a los valores de hace diez años. Además, si calculamos que por cada celíaco diagnosticado hay ocho que no lo están podríamos decir que de los 400.000 celíacos argentinos sólo 50.000 lo saben. El resto, o es asintomático (silente) o tiene síntomas pero los médicos no logran acertar con el diagnóstico correcto (Asociación Celíaca Argentina, 2009).

Por todo esto se estima que la población celíaca tendrá un incremento inusitado en los próximos años, debido a una detección más rápida y precoz. Esto está íntimamente ligado al hecho que se ha vuelto más frecuente la realización de los estudios presuntivos y confirmatorios de la patología, con base en la mayor difusión (proyecto de Ley Celíaca) y comprobada prevalencia que ha demostrado la enfermedad. Esta tendencia puede observarse en el gráfico 3.1.

Tabla 3.1: Evolución de la Cantidad de Celíacos

Año	Porcentaje de celíacos diagnosticados en Argentina
1993	0,12
2004	0,50
2005	0,60
2008	0,67
2009	0,71

Fuente: De la rosa y col., 1993; Ludovica, 2004; Asociación celiaca Argentina, 2009.

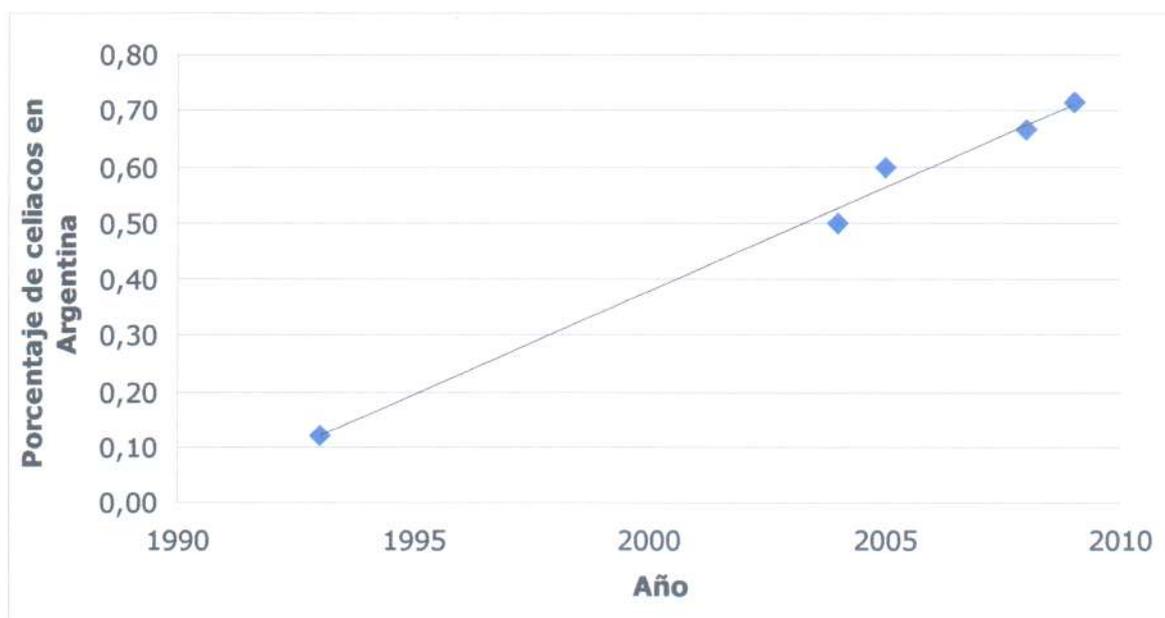


Gráfico 3.1: Evolución de la Cantidad de Celíacos diagnosticados en Argentina.

Del gráfico se observa que la tendencia es a un aumento en el número de individuos celíacos, dando lugar a una demanda en constante ascenso.

En este mismo sentido, es evidente que la gran cantidad de personas que son celíacas y lo desconocen son potenciales consumidores del producto que se desarrollará en el presente trabajo.

Las características de la demanda se determinaron a partir del registro de los precios de venta en distintos comercios de la ciudad. De dicho registro se observó que los precios de venta son mucho mas

elevados que los de los productos que contienen gluten, por este motivo se considera que la demanda esta constituida por personas de clase media / media alta. Además es importante saber que la confiabilidad en la autenticidad de la declaración sin TACC, se convierte en un aspecto fundamental y prácticamente excluyente al momento de efectuar la compra, ya que eso redundaría en la tranquilidad y seguridad del consumidor.

### 3.1.1 TABULACIÓN DE DATOS DE FUENTES PRIMARIAS

Con el objetivo de determinar el consumo promedio y tendencias en cuanto al consumo de productos aptos para celíacos se decidió elaborar una encuesta, ya que no se cuenta con datos provenientes de otras fuentes.

Se preguntó edad y sexo del celíaco, y año en que obtuvo el diagnóstico. También se interrogó acerca de qué productos les gustaría que existiese en el mercado y qué precio estarían dispuestos a pagar por determinados productos (ver anexo I).

Las encuestas fueron efectuadas a 35 personas de la ciudad de Mar del Plata y a 15 personas que provienen de otras partes de Argentina. Dichos encuestados son socios de la Asociación Celíaca Argentina. Los encuestados que no pertenecen a Mar del Plata resolvieron la encuesta y la enviaron por correo electrónico, mientras que el resto presentó su respuesta por escrito.

Mediante un análisis de las fechas en que cada persona encuestada recibió su diagnóstico, se realizó un gráfico. En el mismo (Gráfico 3.2) se observa la tendencia creciente de la cantidad de diagnósticos en los últimos años.

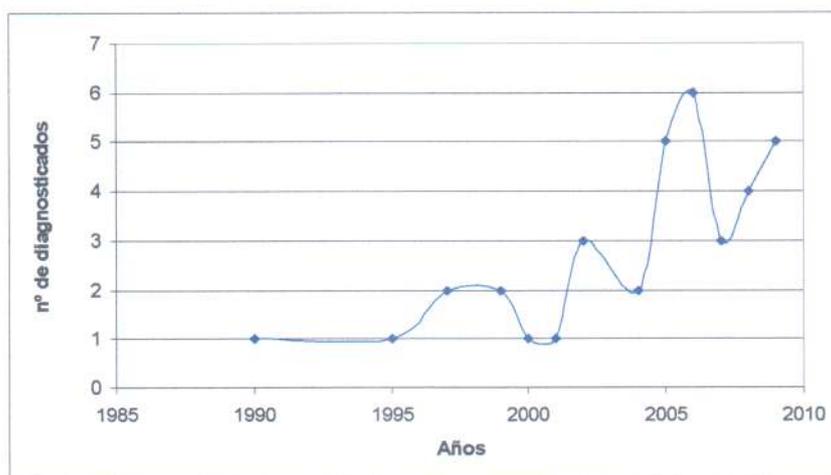


Gráfico 3.2: Diagnostico de la enfermedad celiaca por año.

En los gráficos 3.3, a y b, se observa el detalle del consumo de cada producto por encuestado.

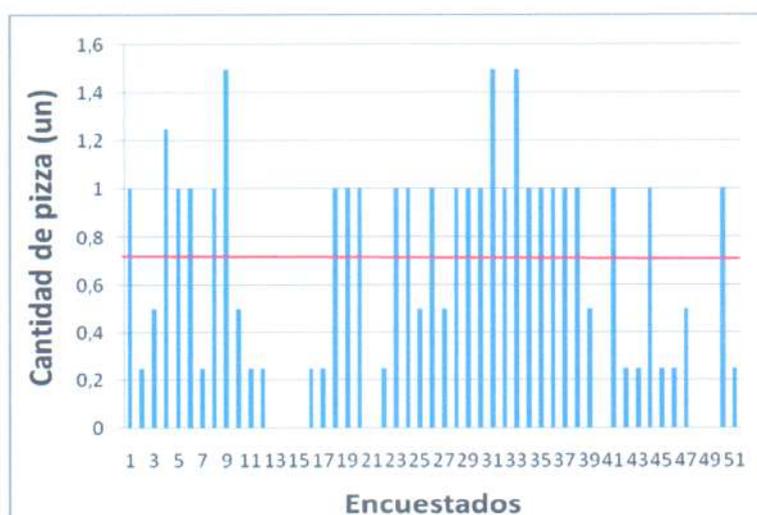


Gráfico 3.3a: Consumo de pizza según encuestados.

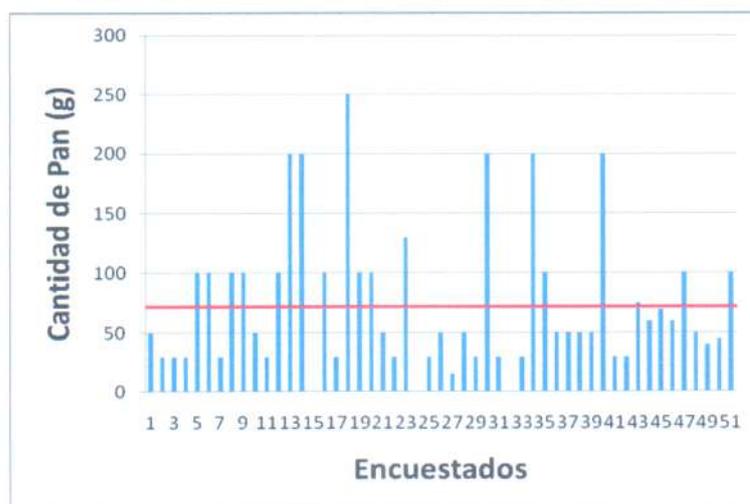


Gráfico 3.3b: Consumo de pan según encuestados.

A partir de estos datos obtenidos de las encuestas, se determinan los consumos promedio de pan y pizza de personas celiacas. Sus valores se encuentran señalados mediante una línea roja en los gráficos 3.3, a y b, para pizza y pan respectivamente.

Los valores obtenidos son los siguientes:

- Consumo promedio de pan sin gluten: **74,6 g /día.**
- Consumo promedio de pizza sin gluten: **0,72 un/semana.**

Por otro lado, por medio de la encuesta se consultó qué productos desearía encontrar en el mercado, ya elaborados. Los resultados porcentuales por producto se muestran en el Gráfico 3.4.

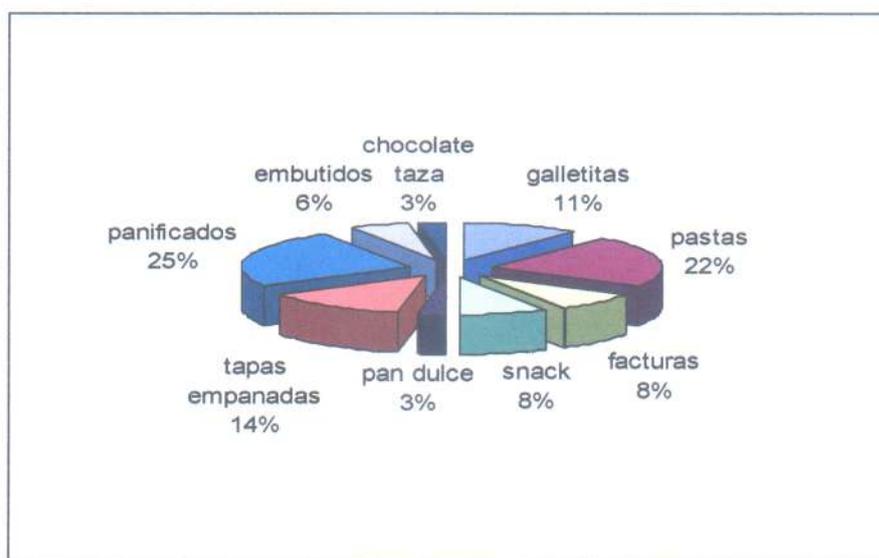


Gráfico 3.4: Productos demandados por los celíacos. Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

Como se observa en el gráfico 3.4, los productos mas requeridos son los panificados, seguidos de las pastas. En menor proporción, se demandan las tapas de empanadas y galletitas, y por último se hallan snacks, facturas, embutidos, chocolate para taza y pan dulce.

## 3.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA

### COMPORTAMIENTO HISTÓRICO Y PROYECCIÓN DE LA OFERTA

La población celíaca en la Argentina, como se ha dicho anteriormente, ha tenido un crecimiento ininterrumpido y con él, también lo han hecho las asociaciones civiles que nuclean a las personas enfermas. Esto ha significado el aumento de la difusión de la enfermedad y de los reclamos de mayor disponibilidad de productos aptos. En este marco, se ha distinguido una cada vez más completa y diversificada respuesta por parte de numerosas empresas, en su mayoría nacionales. Gran parte de ellas, han comenzado sus actividades en la década de 1990 y han continuado ampliando y mejorando sus propuestas a lo largo del tiempo transcurrido hasta hoy. Esta evolución ha sido acompañada muy de cerca por el florecimiento de muchas otras empresas nuevas en los años más recientes. En general, estas firmas se dedican a una gama relativamente amplia de productos, que pueden ser frescos o congelados en algunos casos. Actualmente casi ninguna se aboca a la elaboración de un solo alimento en particular, aunque quizás así fue en sus comienzos.

#### 3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTORES

En lo referente a la competencia, si bien existen varias empresas productoras nacionales, hay una baja oferta de productos importados, ya que el costo en este último caso suele ser muy elevado. La información que se dispone identifica a las siguientes empresas internacionales como especializadas en la producción de alimentos libres de gluten:

- Aproten, de Italia.
- Nutricia, de España.
- Glutafin, del Reino Unido.
- Dr. Schär, de Italia.
- Drei Pauli, de Alemania, productor de galletitas.
- Hammer Muhle, de Alemania, fabricante de galletitas.
- Sin Glu, de España.
- General Foods, de Estados Unidos.

Tabla 3.2 – Productos elaborados por empresas internacionales.

<i>Galletitas Dulces</i>	<i>Harinas</i>	<i>Panificados</i>	<i>Premezclas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chips de Chocolate</li> <li>▪ Pepas (Vainilla, Chocolate)</li> <li>▪ Mantequitas (Limón)</li> <li>▪ Scones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Almidón de Maíz</li> <li>▪ Fécula de Mandioca</li> <li>▪ Harina de Arroz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ budín (Chocolate, limón, marmolado)</li> <li>▪ Magdalenas (Limón)</li> <li>▪ Pan (de Molde, para Hamburguesas)</li> <li>▪ Pizzetas</li> <li>▪ Vainillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bizcochuelo (Chocolate, vainilla)</li> <li>▪ Masa para Tartas y Empanadas</li> <li>▪ Panadería y Repostería</li> <li>▪ Ñoquis</li> <li>▪ Pizza</li> </ul>

Con respecto a la oferta de productos nacionales, las principales empresas son:



➤ **KAPAC**

La empresa inicia sus actividades de investigación y desarrollo en el año 1989, concretando sus objetivos en 1992, para abastecer la importante demanda de un mercado que requiere de alimentos con características especiales que solucionen una problemática específica y permita al consumidor celíaco ampliar sus

posibilidades de alimentación que hasta ese momento eran muy limitadas (Kápac, 2009).

#### PUNTOS DE VENTA

La empresa tiene puntos de venta en todo el país a través de diversas formas de distribución (compras directas, en hipermercados Jumbo y Wal-mart, a través de las Asociaciones, comercios minoristas y mayoristas). Dado que los panificados que elabora esta firma tienen una fecha de vencimiento muy corta, tan sólo una semana, la distribución a comercios del interior del país es dificultosa.

*Distribuidores:* Los distribuidores comercializan los productos Kapac a almacenes de productos dietéticos y supermercados. Geográficamente, la firma cuenta con distribuidores en: Capital Federal, Gran Buenos Aires, Mendoza, Posadas, Santa Fe, Córdoba y Tucumán.

Exportación esporádica a España, Brasil, Chile y Estados Unidos (Kápac, 2009).



#### ➤ **Il Sole**

Esta empresa se encuentra ubicada en Buenos Aires y se especializa en el desarrollo de productos alimenticios ultracongelados para personas celíacas (Il Sole, 2009).

#### PUNTOS DE VENTA

Capital Federal, Azul, Vicente López, Bahía Blanca, Becar, Gral. Pacheco, Haedo, Los Polvorines, Martínez, Mar del Plata, Morón, Necochea, Muñiz, Pergamino, Ramos Mejía, San Isidro, Longchamps, Quilmes, La Plata, Junín, Palomar, Tres de Febrero, Chaco, Entre Ríos, Misiones, Córdoba, Formosa, Santa Cruz, Corrientes, Mendoza y Santa Fe (Il Sole, 2009).

## PRODUCTOS

Il Sole elabora productos ultracongelados, los cuales fueron sometidos a un enfriamiento acelerado en un tiempo menor a las 7 hs. Esta operación permite conservar los alimentos por largos períodos, de forma natural y sin agregado de conservantes.

Se elaboran: Ñoquis de papa, ravioles, pizzetas, bocaditos de pollo y empanadas de carne y jamón y queso.



### ➤ **NORA'S SKILLS**

Desde 1995, elabora exclusivamente platos dulces y salados para personas celiacas, teniendo en cuenta los cuidados necesarios para garantizar un producto apto y sabroso (Nora 's Skills, 2009).

## PUNTOS DE VENTA

Tandil, Zarate, Caseros, Punta Alta, José Mármol, Mar del plata, Bahía Blanca, Santa Cruz, Entre Ríos, Santiago del Estero, Santa Fe, Río Negro, San Juan, Chaco, Mendoza, Córdoba (Nora 's Skills, 2009).

## PRODUCTOS FRESCOS

Galletitas, pastas, panes, masas, fideos, bombones, tortas y tartas, Harinas.

Línea Aglu: Galletitas Dulces y saladas, Rebozador, Conitos de Dulce de Leche y Alfajores bañados en chocolate.

### ➤ **La Delfina**



Productos La Delfina SRL es una empresa familiar la cual, elabora productos frescos aptos para celiacos.

#### PUNTOS DE VENTA

Walmart, La Anónima, Jumbo, Le Shop Heredia, Disco, supermercado el arriero (Chaco).

Capital Federal, Mar del Plata, Pinamar, San Bernardo, San Antonio de Areco, Santa Teresita, Bahía Blanca, Villa Gesell, Junín, Pergamino.

Tucumán, Neuquén, Chubut, Mendoza, Santa Fe, Chaco, Entre Ríos, Córdoba (La Delfina.2009).

#### PRODUCTOS FRESCOS

Cuadraditos, Alfajores, Galletitas Saladas 0% grasas trans, Tartas Dulces, Galletitas Dulces, Panes y Pizzetas de Mandioca, Miel Pura, Tartas y Empanadas, Otros: Tres Harinas, Pan Dulces, Tortas Especiales, Piononos, Sándwiches de Miga (La Delfina.2009).



#### ➤ Señor de Sipán

En 1999 comienza un micro emprendimiento familiar. Con el objetivo de elaborar exclusivamente harinas y premezclas libres de gluten, y distribuir productos de otras empresas que trabajan en un marco seguro y comprometido en cuanto a la calidad de los productos.

Para garantizar la seguridad de los productos, éstos son analizados periódicamente y cuentan con el reconocimiento de ACELA y de la Asociación Celiaca Argentina (Señor de Sipán, 2009).

#### PUNTOS DE VENTA

- Buenos Aires, Capital Federal y Provincia.
- Pedidos al interior del país

## PRODUCTOS

Productos de Sr. del Sipán: Almidón de Maíz, Fécula de mandioca, Harina de Arroz, Premix base para masa, Polvo Leudante, Cacao Soluble, Premezcla para Bizcochuelo, Premezcla para pan y pizza.

Productos distribuidos por Sr. del Sipán: Fideos Soyarroz y Vegetalex, Productos Nora´s Skills, Cereales, Productos Agl. (Señor de Sipán, 2009).



### ➤ **TANTE GRETTY**

Empresa familiar, que desde 1989 elabora exclusivamente alimentos libres de gluten. La planta de dicha empresa se encuentra ubicada en Villa Adelina (provincia de Buenos Aires).

## PUNTOS DE VENTA

Chubut, Buenos Aires y Capital Federal, Corrientes, Córdoba, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tucumán, Tierra del Fuego (Tante Gretty, 2009).

## PRODUCTOS

Pan de mesa, Pizetas, Pan de hamburguesas, Dulces, Pan rallado, Galletitas saladas (Tipo bizcochito de grasa), Alfajores, Galletitas, Galletitas saladas, Budín, Pan dulce, Harinas (Tante Gretty, 2009).

En las Figuras 3.1 y 3.2 se observa la distribución de los productos mencionados en esta sección en la República Argentina y en la provincia de Buenos Aires, respectivamente.

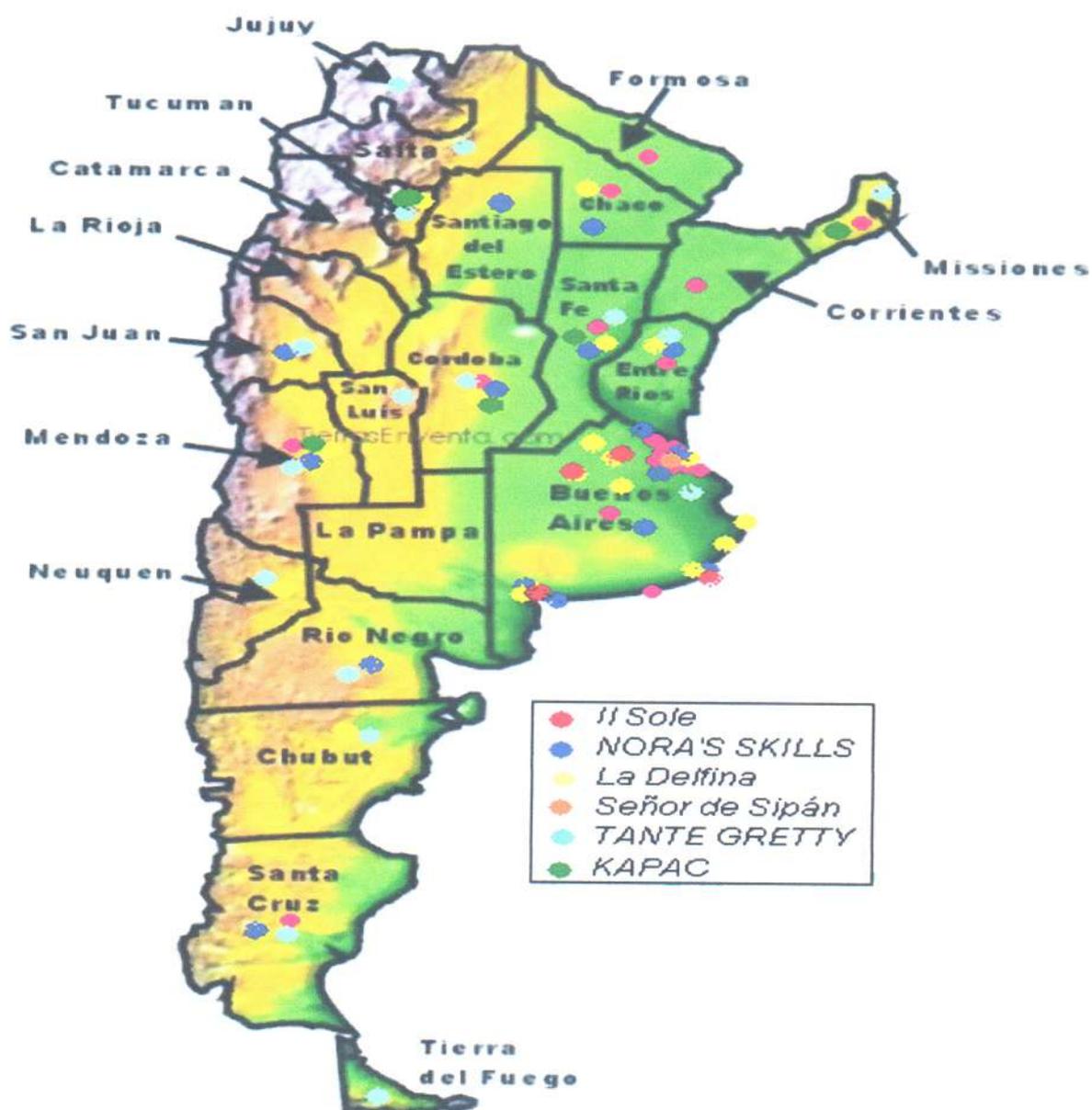


Figura 3.1: Distribución de las empresas en Argentina. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.2: Distribución de las empresas en provincia. de Bs. As. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

Los canales de distribución se seleccionan en función de evitar intermediarios que eleven el precio del producto al consumidor final, además se considera que la cantidad a distribuir no justifica incluir un intermediario mayorista.

Por lo tanto la comercialización será directa de la planta al negocio minorista, que es el lugar donde estará disponible para su compra.

Los minoristas en cuestión serán supermercados, minimercados, almacenes, dietéticas y demás comercios interesados en la comercialización de nuestros productos.

### 3.4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

A partir de los datos obtenidos de las encuestas realizadas en la asociación de celíacos se estima que el consumo promedio de productos panificados para esta franja poblacional es de:

- Consumo de pan:

**74,6 g/día/habitante.**

- Consumo de prepizza:

0,72 unidades de 200 g/semana/habitante

**144 g/semana/habitante.**

Luego se considera que la distribución de los productos se llevará a cabo en las ciudades de Mar del Plata, Buenos Aires y La Plata.

Tabla 3.3 - Población de Mar del Plata, Bs. As. y La Plata.

Localidad	Habitantes
Ciudad de Buenos Aires	2.776.138
Partidos del Gran Buenos Aires	8.684.437
La Plata	614.150
Mar del Plata	564.056
<b>TOTAL</b>	<b>12.638.781</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC, 2001.

La incidencia de la enfermedad celíaca asciende a 1 celíaco cada 140 habitantes, en Argentina (Asociación Celiaca Argentina, 2009). Considerando este dato y la cantidad de habitantes de las ciudades mencionadas, la cantidad de consumidores potenciales en la región elegida para la comercialización del producto es 90.277 personas.

Tabla 3.4 - Distribución de ingresos en Argentina.

Número de decil	Escala de ingreso		Población (miles)	Porcentaje de personas	Ingreso Total por decil (miles)	Porcentaje del ingreso	Ingreso medio por decil
	Desde	Hasta					
1	3	160	3.496	14,6	355.386	2,4	102
2	160	250	3.225	13,5	666.678	4,4	207
3	250	338	2.770	11,6	818.547	5,4	295
4	338	433	2.598	10,9	1.003.662	6,7	386
5	433	530	2.242	9,4	1.080.494	7,2	482
6	530	670	2.266	9,5	1.355.144	9	598
7	670	835	2.041	8,5	1.530.386	10,2	750
8	836	1.100	2.001	8,4	1.915.710	12,7	958
9	1.100	1.600	1.794	7,5	2.379.317	15,8	1.326
10	1.600	41.300	1.476	6,2	3.949.559	26,2	2.677
Hogares CON Ingresos			23.908	100	15.054.883	100	630
Hogares SIN Ingresos			190				
Ingresos Parciales y Ns/Nr							
TOTAL DE HOGARES			24.098				

Fuente: INDEC, 2007.

De la Tabla 3.4 se puede concluir que el 30,6% de la población argentina tiene un sueldo promedio mayor o igual a \$750.

Se considera a las personas que se encuentran en esa fracción como consumidores del producto, ya que las materias primas para elaborar estos productos son más costosas que las que se usan para fabricar pan o prepizza a partir de harina de trigo. Por lo tanto los celíacos que se encuentran en este rango de ingresos son:

$$90.277 \text{ habitantes} \cdot \frac{30,6\%}{100\%} = 27.624,8 = 27.625 \text{ habitantes}$$

Se considera que se va abastecer el 25% de dicha población, por lo tanto:

$$27.624,8 \text{ habitantes} \cdot \frac{25\%}{100\%} = 6.906,2 = 6.907 \text{ habitantes}$$

Considerando los consumos de pan y prepizza determinadas anteriormente, además de que la planta operará seis días a la semana y que cada prepizza tendrá un peso de 200g y que cada pan se comercializa en unidades de 250g, se calcula el volumen de producción para estos productos.

### **Prepizza**

$$\frac{0,144 \text{ Kg}}{\text{semana} \cdot \text{habitante}} \cdot 6.907 \text{ habitantes} = 994,6 \frac{\text{Kg}}{\text{semana}}$$

$$\frac{994,6 \text{ Kg}}{\text{semana}} \cdot \frac{\text{semana}}{6 \text{ días}} = 165,77 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

**165,77 kg/día**

**829 unidades/día**

### **Pan**

$$\frac{0,0746 \text{ Kg}}{\text{día} \cdot \text{habitante}} \cdot 6.907 \text{ habitantes} = 515,3 \frac{\text{Kg}}{\text{semana}}$$

**515,3 Kg/día**

**2.062 unidades/día**

## CAPITULO 4

### DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE UNA MASA PANARIA



Figura 4.1: Diagrama de flujo de la elaboración de pan de trigo (Redalyc, 2002).

#### 4.1. CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS DURANTE LAS FASES DE PREPARACIÓN DE UNA MASA PANARIA CONVENCIONAL

A continuación se describirán las tres fases indispensables que constituyen el proceso de formación de una masa panadera. Se trata de las operaciones básicas que luego son complementadas por secuencias de corte, moldeado, división, tiempos y temperaturas específicas, entre otros procedimientos característicos, en la obtención de cualquiera de los diferentes productos panificados que ofrece este arte gastronómico.

##### 4.1.1. AMASADO

Para lograr la masa panaria, debe partirse de la mezcla inicial de los ingredientes y de su amasado hasta lograr una pasta homogénea. Es decir la masa se constituye a través de la incorporación de harina, agua y levadura, y de los aditivos usuales o correspondientes al tipo de pan que se esté preparando, como los son la sal, azúcar, materia grasa, leche, mejoradores. Durante esta operación, los diversos componentes de la harina quedan integrados en la red de proteínas, formando una matriz compleja almidón-proteína-lípidos (Wong, 1989), se forma una masa por la hidratación de las proteínas del gluten y parte de ella también es retenida por los gránulos de almidón (Coultate, 1996).

Entre las proteínas de la harina, la asociación de cadenas, de menor peso molecular, mediante puentes disulfuro (S-S), da como resultante el elevado peso molecular de las gluteninas (Wong, 1989). Estos son abundantes entre los grupos amida de la glutamina (aminoácido que se encuentra en el gluten), pero también son valiosos los enlaces iónicos y las interacciones hidrofóbicas (Coultate, 1996). En el caso de que estas uniones se escindieran, por efecto de agentes reductores por ejemplo, la glutenina perdería sus propiedades mecánicas, adquiriendo características viscoelásticas similares a las de

la gliadina. Por lo tanto, se deduce que las propiedades viscoelásticas de la glutenina son función de la presencia de enlaces disulfuro (S-S) intra- e intermoleculares. La formación de estos enlaces cruzados en las gluteninas, es un hecho íntimamente relacionado con la calidad panadera de la harina, de acuerdo a la cantidad y proporción en la que se presentan. De la proporción de estas uniones, principalmente intermoleculares, depende grandemente la capacidad de alargamiento, extensibilidad y elasticidad de la masa. De aquí que las harinas "fuertes" retienen el CO<sub>2</sub> formado en la fermentación y generan panes de buena esponjosidad: las glutelinas que contienen poseen una estructura reticular con numerosos puentes disulfuro. Por el contrario, las harinas "flojas o débiles", originan panes más densos y sus glutelinas presentan escasos puentes S-S. La fabricación industrial de pan exige harinas de fuerza adecuada no excesiva ya que las muy fuertes producen alvéolos mas pequeños y las muy débiles son incapaces de retener el gas (Wong, 1989). Un grado correcto de oxidación logra que el intercambio disulfuro sea suficiente para permitir la expansión óptima, sin que la masa se debilite demasiado (Coultate, 1996).

La reducción de los enlaces disulfuro durante el amasado y su reoxidación durante el período de reposo subsiguiente tiene lugar fundamentalmente entre las gluteninas de alto peso molecular unidas por los enlaces cruzados (Wong, 1989). La reducción de estos enlaces disulfuro debilita el reticulado del gluten y facilita una mejor interacción con los lípidos el almidón y demás ingredientes, a través de interacciones no covalentes, para dar lugar a una red continua del complejo almidón-proteína-lípido.

Una masa de calidad satisfactoria es aquella que permite acomodar una cantidad considerable de gas y retenerlo cuando la red proteica se ha establecido, hecho que exige además de la mezcla de

ingredientes el trabajo mecánico ejercido sobre ella (Coultate, 19976). En definitiva, los principales cambios durante esta etapa serían por un lado la absorción de agua producida por la proteína, que aumenta el doble de su volumen inicial, por el almidón dañado en alrededor de un 6% y que ocurre rápidamente, por la pequeña proporción dextrinas presentes naturalmente en la harina y por último por las pentosanas (Calaveras, 2004). El aumento de volumen, debido al contacto con el oxígeno y por la incorporación de las células de levadura, evidenciando que a esta altura ya existe un pequeño grado de fermentación. El amasado también ocasiona un aumento de temperatura. Pero sin duda que el principal objetivo de este procedimiento es la transformación de las distintas materias primas en un solo cuerpo, que es el efecto que define cuándo una masa está bien amasada (Calaveras, 2004).

#### 4.1.2. FERMENTACIÓN

El fundamento de esta segunda operación es el de producir un aumento de volumen de la pieza, una textura fina y ligera, y la producción de aromas (Calaveras, 2004). Las dos funciones principales que desarrolla la levadura son las de producir gas en el interior de la masa y favorecer la maduración de la masa por sus diversos efectos fermentativos (Calaveras, 2004).

Durante el levantamiento de la masa las moléculas gigantes de glutenina se estiran formando cadenas lineales, que al interaccionar pasan a constituir unas láminas elásticas bajo las burbujas de gas, en un proceso que involucra diversas reacciones químicas (Coultate, 1996).

En el proceso total de fermentación se hallan comprometidas varias enzimas. Las principales son:

- Las amilasas alfa y beta: que desarmen inicialmente la molécula del almidón.
- La maltasa: que desdobla las moléculas de maltosa a glucosa, presentes naturalmente y originadas también por acción de las primeras.
- La zimasa: que efectúa las reacciones de la fermentación alcohólica.

La fermentación alcohólica, origina CO<sub>2</sub> y etanol con un desgaste energético. A pesar de que esta gasificación siempre se produce, su posterior retención está condicionada por diferentes factores (Calaveras, 2004):

- Calidad y estado de frescura de la levadura.
- pH y temperatura de la masa.
- Condiciones ambientales, de adaptación y presencia de inhibidores.
- Calidad del gluten.
- Incorporación de aire en la masa.

Este último punto es de vital importancia, ya que los alvéolos producidos inicialmente contienen oxígeno en su interior. Luego este se disuelve en la masa, quedando nitrógeno en su lugar que al producirse la fermentación es sustituido por el CO<sub>2</sub> (Calaveras, 2004). También necesitan oxígeno todos los microorganismos de la masa, para lograr una buena textura (Calaveras, 2004). La disolución del oxígeno en el agua es relativamente rápida y enseguida es consumido por los microorganismos. El nitrógeno que queda en los alvéolos, se ve desplazado por el CO<sub>2</sub> hasta que se satura la fase acuosa de la masa. Mientras aumenta el gas dentro del alvéolo, se ejerce una sobrepresión que debe ser retenida por la red proteica que lo envuelve. En esta instancia se hace esencial la capacidad de retención de gas, ya que si hubiera porosidades o mala calidad de proteínas, se produciría mucho

gas pero a la vez se perdería y el tiempo de fermentación sería muy largo para alcanzar un volumen aceptable (Calaveras, 2004).

La capacidad de retención va disminuyendo con el tiempo, siendo el momento más crítico la entrada al horno. El fuerte aumento de temperatura produce el aumento de presión de los gases retenidos y estos a su vez un aumento del volumen de la pieza, evaporándose el etanol y parte del agua de la masa. Las masas con poca retención de gas, a la entrada del horno tienden a debilitarse y dar panes caídos y planos. Si la calidad-cantidad de gluten presente es buena, se asegura un buen volumen de la pieza en función del buen reparto del gas por toda la zona alveolada (Calaveras, 2004).

Simultáneamente, se desarrollan las diferentes vías fermentativas anteriormente comentadas (láctica, butírica, etc.), actividad que tiene una gran dependencia con la temperatura, la humedad y el pH, y por lo tanto puede favorecerse una u otra manipulando estos parámetros. Alrededor del 90% de los azúcares siguen la fermentación alcohólica y el resto las demás, dando lugar a diversos ácidos y compuestos variados. Los valores ideales de temperatura y pH son 28°C-29°C y 5,2-5,8 respectivamente (Calaveras, 2004).

La fermentación propiamente dicha tiene 3 etapas:

1º etapa: Se inicia en el prefermento y continúa en el mezclado. Las células de *Saccharomyces Cerevisiae* comienzan la metabolización de los primeros azúcares libres de la harina. Comienzan la metabolización sobre una pequeña proporción de glucosa que tiene la harina.

2º etapa: Se produce la mayor cantidad de fermentación alcohólica y comienzan a producirse las fermentaciones

complementarias como fermentación butírica, láctica y acética. Este tiempo comprende el reposo de las piezas en el molde.

3º etapa: Es una fermentación de corto tiempo, finaliza cuando el interior de la pieza posee 55°C, pues a esa temperatura las células de las levaduras mueren (Calaveras, 1996).

#### 4.1.3. COCCIÓN

Durante la cocción, tienen lugar distintos procesos químicos. Se debilitan los enlaces entre los lípidos polares, especialmente los glicolípidos, y las proteínas del gluten debido a la desnaturalización proteica. A medida que aumenta la temperatura de la masa y se gelatiniza el almidón, los lípidos se traslocan y sus moléculas pasan a formar complejos con el almidón (Wong, 1989). Los agentes con actividad de superficie (monoglicéridos, lactilatos sódicos), los ablandadores y los agentes antienviejecedores también se traslocan desde las proteínas del gluten, pasando a formar complejos con el almidón (Wong, 1989). En el caso de las grasas plastificantes, grasas sólidas y aceites vegetales hidrogenados (lípidos apolares en general), sólo una pequeña cantidad se liga a las proteínas durante el amasado (Wong, 1989), quedando libre.

Como ya se ha mencionado estas tienen buena influencia en la calidad final del pan. Los procesos más significativos que ocurren durante la cocción son:

- Inactivación de las levaduras y muerte a 55°C.
- Caramelización de los azúcares y coloración de la corteza.
- Gelificación del almidón, finalizando en una cristalización del mismo y proporcionando la estructura final del pan.
- A 75°C se detiene la producción de maltosa por parte de las enzimas diastásicas.

- Las proteínas sufren coagulación y posterior desnaturalización a los 43°C, hasta llegar a mantener una consistencia constante cercana a los 85°C.

Normalmente el rango de cocción está entre 180°C y 250°C, aunque esto siempre es variable y acomodable a las características del pan elaborado (Calaveras, 1996).

## CAPITULO 5

### MATERIAS PRIMAS EN PANIFICADOS LIBRES DE GLUTEN

Dada la imposibilidad del uso de harinas que contengan gluten, se hace indispensable la búsqueda de harinas alternativas, que como se menciono anteriormente son de muy baja aptitud panaria. El objetivo es desarrollar una masa que logre algunas de las cualidades características de las masas de panadería:

- Desarrollo de volumen adecuado y esponjosidad.
- Sabor agradable y compatible con los alimentos que normalmente acompañan a estos productos.
- Resistencia aceptable al envejecimiento y a la actividad de microorganismos.

Los panes libres de gluten existentes en el mercado son de una calidad muy inferior a los de trigo, ya que tienen poco volumen, presentan miga seca y frágil y se endurecen rápidamente durante el almacenamiento debido a la ausencia de gluten en la formulación (Arendt y otros 2002; Gujral y otros 2003; Ribotta y Tadini, 2006).

Por lo tanto deben conocerse y solucionarse las carencias tecnológicas que presentan las harinas a emplear, así como también analizar sus posibilidades y potencialidades en este aspecto a fin de lograr un buen producto. Algunas de ellas son bien conocidas, como lo es la inexorable ausencia de proteínas del gluten, prolaminas más específicamente, y por lo tanto la inconveniencia de no contar a priori con un reticulado estable y resistente, que sea capaz de retener el gas generado en el interior de la masa. Otras se evidencian durante la experimentación, y sirven de base para formular hipótesis que permitan mejorar la situación en el futuro. Es por esto que se realizaron pruebas con las siguientes características y objetivos:

- Se produjeron mezclas de distintas harinas en distintas proporciones, intentando complementar sus propiedades, y así potenciar los aspectos panificables de cada una y reducir la influencia de sus cualidades negativas en este sentido.

- Se introdujeron en la formulación aditivos naturales y químicos, tendientes a reforzar las conocidas insuficiencias en la calidad proteica de las harinas y explotar al máximo su contenido de aminoácidos. Esto se produce fomentando los enlaces cruzados entre las proteínas presentes y la interacción de estas con los demás componentes de la harina y los demás ingredientes en general. Debido a esto se utilizan, por ejemplo, leche, por su contenido proteico y en emulsionantes naturales, y agentes oxidantes, como el ácido ascórbico entre otros. Estos últimos se utilizan para oxidar los grupos sulfhidrilo presentes en las cadenas proteicas de las harinas y favorecer, en consecuencia, la formación de los enlaces disulfuro que generan la red proteica que confiere la característica de extensibilidad a la masa.

- Se introducen en la formulación ingredientes que permitan obtener un sabor satisfactorio, teniendo en cuenta de la clase de producto en cuestión.

A continuación se detallan las harinas y fécula a emplear.

#### ALMIDÓN DE MAÍZ

Es un polvo, que se obtiene de la molienda de los granos de maíz. Puede ser integro, por lo que presenta un color amarillo, o refinado en cuyo caso es de color blanco.

La principal ventaja de este almidón con respecto a las harinas como las de trigo, cebada, centeno o avena, es el hecho de carecer de gluten por lo que resulta adecuada para las personas con enfermedad celiaca o intolerancia al gluten. Como consecuencia de esta carencia, no puede utilizarse dicho almidón como ingrediente exclusivo en la fabricación de pan.

El almidón de maíz presenta, al igual que el grano de la planta, deficiencias en aminoácidos, principalmente lisina y triptófano. Por este motivo, generalmente se le añaden suplementos de los mismos para aumentar sus propiedades nutricionales. Por otra parte, es una buena fuente de hidratos de carbono, minerales (magnesio, fósforo, hierro, selenio, Cinc), vitamina B y especialmente vitamina E y A (debido a la presencia de  $\beta$  carotenos, precursores de la vitamina A). Cabe destacar que luego de ser refinado, el almidón de maíz carece de fibra y vitamina A, por lo tanto también suele ser enriquecido en dichos componentes.

#### FÉCULA DE MANDIOCA

La mandioca, también denominada yuca, es un cultivo de clima tropical-subtropical húmedo. Es una raíz de piel rugosa, de color marrón y de pulpa blanca o amarilla. Existen diversas variedades, entre las cuales se encuentran: Rocha, CA-25-a, Pomberi, CA-9, y Santa Catarina.

Puede clasificarse en dos grupos:

- La amarga (tóxica) pertenece a la especie *Manihot esculenta*, de donde se obtiene el almidón o tapioca.
- La dulce (no tóxica) pertenece a la especie *Manihot utilissima*, que se la utiliza como una verdura. Hervida tiene una consistencia

pegajosa y de sabor muy suave, en cambio frita resulta más sabrosa por su sabor dulce y consistencia crocante.

La mandioca es una importante fuente de calorías y contiene gran cantidad de vitaminas del complejo B. Además, posee sales minerales, como calcio, fósforo, hierro, potasio y un bajo contenido graso. Sus hojas son ricas en vitaminas A y C y también son fuente de proteínas.

El principal derivado industrial de la mandioca es la fécula, la cual se emplea como aglutinante en la industria de alimentos (cárnicos, postres instantáneos, helados, yogures, dulces, jaleas, salsas y aderezos), panificados (chipa), industria textil, industria papelera, industria de adhesivos e industria química.

La fécula de mandioca presenta dos características importantes: al igual que la fécula de papa no contiene gluten, es incolora, inodora e insípida, por lo cual es especialmente apreciada en la industria alimenticia.

Como productos sustitutos de la fécula de mandioca se encuentran: fécula de maíz, fécula de papa o batata, todas ellas marginalmente más baratas, pero con un proceso más tardío de gelificación de los productos.

Es importante destacar que no hay diferencias químicas entre almidones y féculas. Se denomina féculas a las obtenidas de órganos vegetales subterráneos (mandioca, papa, batata), mientras que los obtenidos de órganos aéreos se los rotula como almidón (maíz, trigo, etc.).

## HARINA DE SOJA

Es un tipo de harina obtenida a partir de granos enteros molidos de soja. La incorporación de harina de soja a los productos derivados de cereales, mejora su valor nutricional, por el mayor contenido de proteínas y el mejor balance biológico de las mismas. Se logra así compensar los aminoácidos deficientes de los cereales, en particular la lisina y valina.

Esta harina contiene sólo una pequeña proporción de almidón, siendo éste el responsable de ligar el agua por gelatinización durante el proceso de panificación. Sin embargo las proteínas y los polisacáridos de la soja, poseen una mejor capacidad de absorción de agua que la harina de trigo, cuando la masa se preparada en frío.

Las proteínas de la harina de soja carecen de la capacidad de formación de una masa cohesiva y elástica junto al agua, porque ninguna de ellas es formadora de gluten. La harina de soja usada para este fin, debe tener un alto contenido proteico, preferiblemente superior al 35% de proteínas dispersables o solubles en agua. La lecitina tiene un sin número de propiedades funcionales que son muy útiles en la elaboración de productos de panificación. Puede actuar como emulsionante, como agente que facilita la homogenización de las mezclas, y ayuda a despegar los productos de sus moldes de fabricación.

La lecitina es también un antioxidante natural, que realza la estabilidad de las vitaminas en los productos de panificación. El aceite de Soja y la lecitina se utilizan donde un emulsionante es necesario y donde la acción de ahorrar grasa sea deseable.

Según el grado de actividad deseado en la harina, será el tratamiento térmico recibido durante el procesado de la misma. La harina activa se puede utilizar en productos donde la presencia de las enzimas es importante para lograr mejoras en la calidad del producto, pero también hay que considerar que el producto al cual se le incorporó la harina de soja, debe recibir un posterior tratamiento térmico, para asegurar el inactivado de las sustancias antinutrientes.

La soja es una rica fuente de ciertas enzimas que juegan un rol importante en la elaboración del pan, entre ellas la lipoxigenasa y amilasa. La beta-amilasa ayuda en el proceso de fermentación. La enzima lipoxigenasa tiene la habilidad de oxidar grasas, produciendo peróxidos que son agentes oxidantes que contribuyen a dar fuerza al gluten y a blanquear los pigmentos carotenoides, dando como resultado una miga de color más claro.

Algunas de las propiedades funcionales reconocidas a la harina de soja en la panificación:

- Extiende parcial o totalmente la leche o el huevo de la formulación.
- Produce una mayor absorción de agua, lo cual aumenta el rendimiento y mejora el manejo de la masa.
- Mejora la retención de humedad durante el horneado.
- Prolonga la frescura y estabilidad durante el almacenamiento.
- Mejora el manejo mecánico.
- Mejora la suavidad del pastel, la estructura y la textura de la miga.
- Retarda la absorción de grasa en las donas.
- Blanqueamiento del pan a niveles de adición del 0,5 %.
- Aumenta la calidad y cantidad de las proteínas en los productos de panificación.

- Extiende parcial o totalmente la leche o el huevo de la formulación.
- Produce una mayor absorción de agua, lo cual aumenta el rendimiento y mejora el manejo de la masa.
- Mejora la retención de humedad durante el horneado.
- Prolonga la frescura y estabilidad durante el almacenamiento.
- Mejora el manejo mecánico.
- Mejora la suavidad del pastel, la estructura y la textura de la miga.
- Retarda la absorción de grasa en las donas.
- Blanqueamiento del pan a niveles de adición del 0,5 %.
- Aumenta la calidad y cantidad de las proteínas en los productos de panificación.

La principal ventaja de este producto, sería que las proteínas de soja favorecen la incorporación de aire y la estabilización de las burbujas en el batido, la fluidez del batido durante la expansión de los gases y la transformación de espuma a estructura de esponja durante el horneado (Ribotta y Tadini, 2006).

## CAPITULO 6

### DIAGRAMA DE FLUJO Y DEFINICIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES

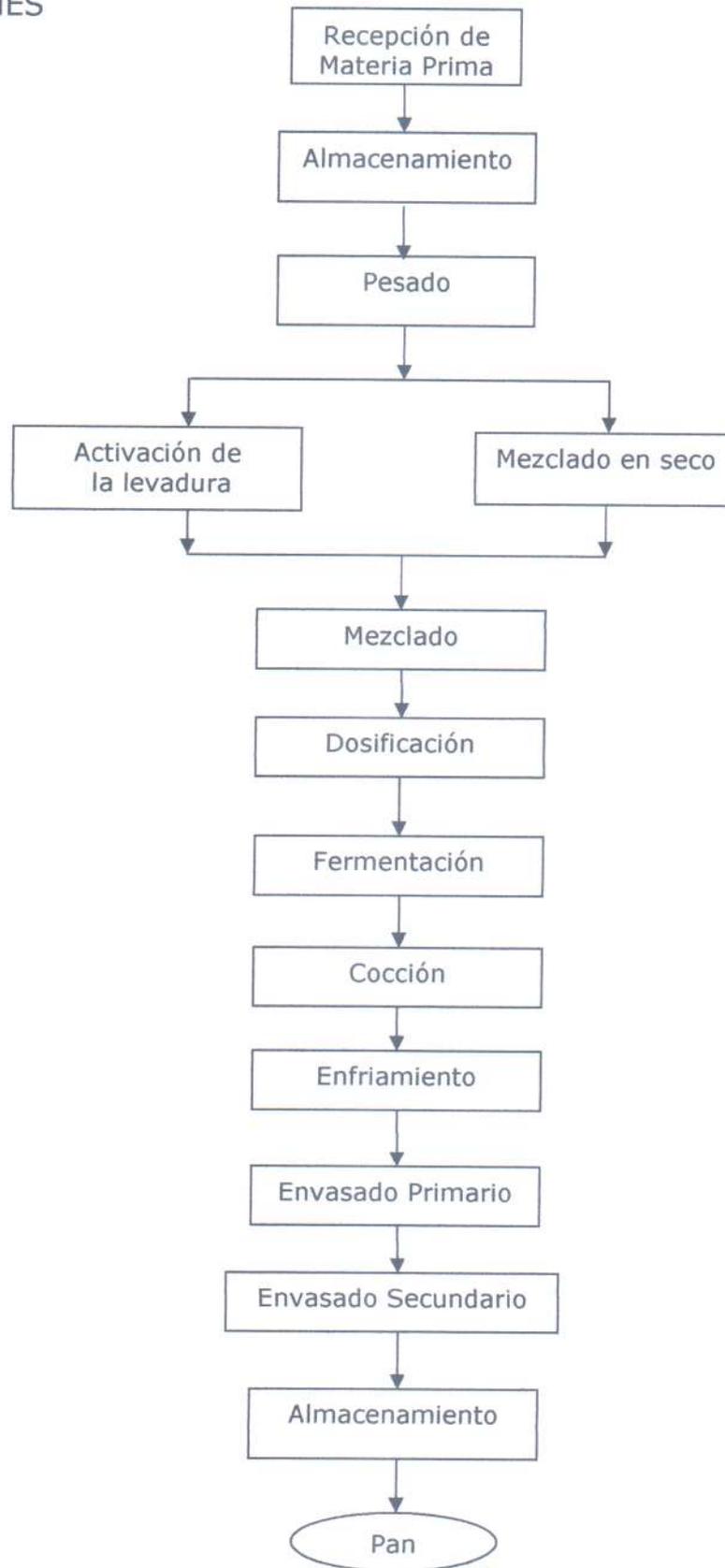


Figura 6.1: diagrama de flujo para pan.

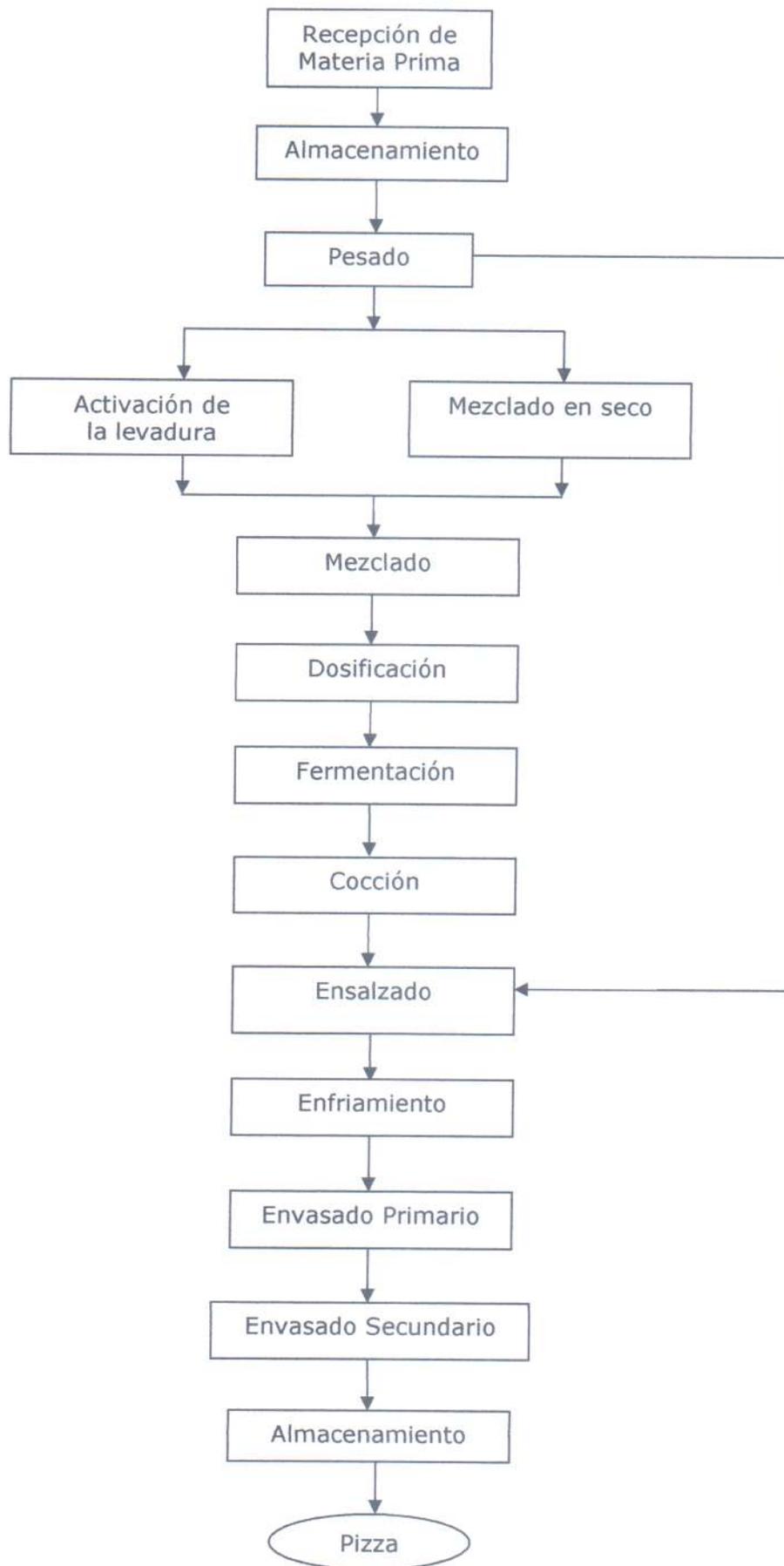


Figura 6.2: diagrama de flujo para pizza.

### 6.1. ACTIVACIÓN DE LA LEVADURA

En esta etapa se incorporan la totalidad de la levadura, agua, una pequeña proporción de harina y azúcar en un recipiente adecuado para activar la levadura. La levadura activada constituye el denominado prefermento.

### 6.2. MEZCLADO EN SECO

Los ingredientes secos como harina, sal, azúcar y aditivos se mezclan entre sí en esta etapa y luego son mezclados con el prefermento en una etapa posterior.

### 6.3. MEZCLADO

El prefermento y los ingredientes secos son mezclados en esta etapa. También se agrega agua y materia grasa en este proceso.

### 6.4. DIVISIÓN

En el caso de la prepizza, se dosifica la masa en porciones de 235,3 g dentro de los moldes de pizza.

En el caso del pan se dosifica en porciones de 294,1 g y se dispone en los moldes para pan.

### 6.5. FERMENTACIÓN

Se deja reposar la masa en el molde a tiempo y temperatura determinados.

### 6.6. COCCIÓN

En esta etapa se realiza la cocción de la masa fermentada.

### 6.7. ENSALZADO

En esta etapa se realiza la adición de salsa de tomate a la superficie de la masa de prepizza.

Se omite este paso en el caso de la elaboración de pan.

#### 6.8. ENFRIAMIENTO

El enfriamiento de la masa cocida se realiza a temperatura ambiente, ya que se aprovecha la pérdida del calor por enfriamiento evaporativo que ocurre naturalmente en el pan a la salida del horno.

En esta etapa se retira la masa cocida del molde.

#### 6.9. ENVASADO PRIMARIO

En esta etapa se coloca la masa cocida y enfriada en el envase individual en el cual será comercializada.

#### 6.10. ENVASADO SECUNDARIO

En este punto, los envases individuales se colocan en cajas diferenciadas para cada producto, para facilitar su distribución. Estas contienen 12 unidades en cada caso.

#### 6.11. ALMACENAMIENTO

Las cajas se almacenan en la cámara de refrigeración hasta el momento de su despacho.

## CAPITULO 7

### BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

#### 7.1. BALANCE DE MASA

##### 7.1.1. BALANCE DE MASA PARA PAN

La producción diaria establecida para esta planta es de 2.062 unidades de 250 g de producto listo para consumir, las cuales constituyen 515,5 Kg de pan sin gluten. Considerando la pérdida de peso durante la cocción, la cual representa un 15% del peso inicial, se calcula que se necesitan 606,47 Kg de masa cruda para cumplir con los requerimientos de producción. Por otro lado, dadas las mermas de masa que resultan como consecuencia de los trasvases, estimadas en 28,8 Kg (4,5%), se determina que la producción diaria se alcanza elaborando 635,29 Kg de masa cruda.

Los espacios existentes entre bandejas contiguas en el horno, no son suficientes para el tamaño que presentan las piezas a hornear. Por ello, no se utiliza el horno a su máxima capacidad, sino que se hornean 6 bandejas en cada uno. De esta manera, se proporciona el espacio adecuado para el levado del panificado, y la correcta circulación del aire caliente. En consecuencia, dada la capacidad de los hornos y el tiempo que demora la dosificadora en llenar los recipientes, se determina que la producción diaria se realizará en forma discontinua y estará organizada en 8 ciclos batch.

En los primeros 7 batch se procesan 84,71 Kg de masa cruda para obtener 72 Kg de pan sin gluten. En el último batch, se procesan 42,35 Kg para obtener los restantes 36 kg de pan libres de gluten, que totalizan la producción diaria.

El diagrama de flujo correspondiente al proceso es el que se indica en la *figura 7.1*.

#### 7.1.2. BALANCE DE MASA PARA PREPIZZA

Se desea alcanzar la producción diaria establecida: 165,8 Kg de prepizza que constituyen 829 unidades de 200g de producto listo para consumir. Por lo tanto, considerando la pérdida de masa durante la cocción, se necesitan 195,06 Kg de masa cruda. Asimismo se considera la merma que resulta de los distintos trasvases, la cual es de 8.24Kg (4%), lo que lleva a un requerimiento de 203,29Kg de masa cruda/día para alcanzar la producción determinada.

Análogamente al caso anterior, se analiza la capacidad del horno y los tiempos de dosificado. En este caso, el horno permite la incorporación de 16 bandejas con una distancia de 3 cm entre ellas, la cual permite una adecuada circulación del aire. Por lo tanto, la producción se encuentra limitada por los tiempos de cocción y fermentación.

En este caso, la producción se realizará en 5 batch. Los 4 primeros procesan 45,18 Kg de masa cruda cada uno, para obtener 38,4 Kg de prepizza y el último batch procesa 22,59 Kg de masa cruda para obtener 19,20 Kg de prepizza.

El diagrama de flujo correspondiente al proceso es el que se indica en la *figura 7.2*.

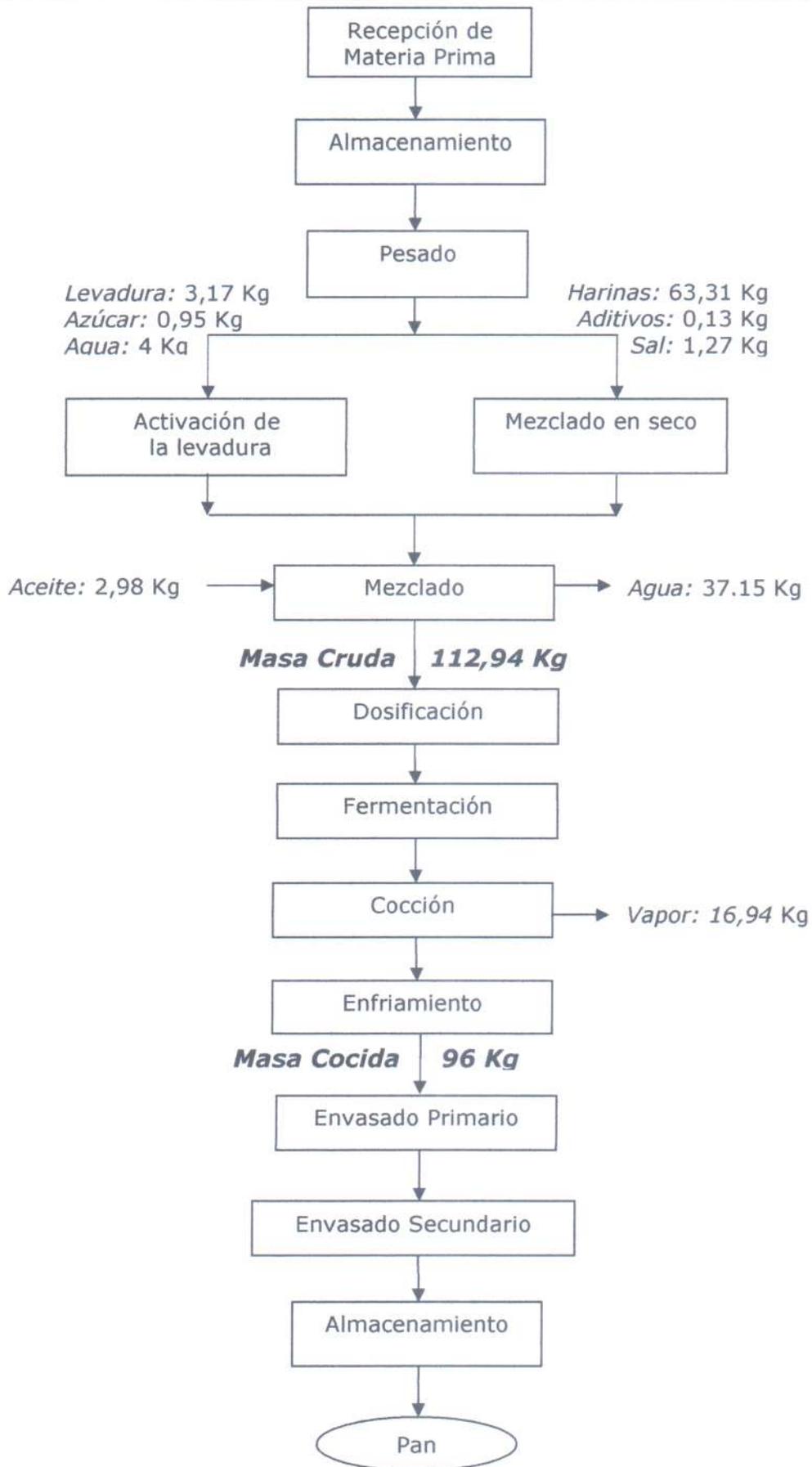


Figura 7.1. - Diagrama de flujo de la elaboración del pan.

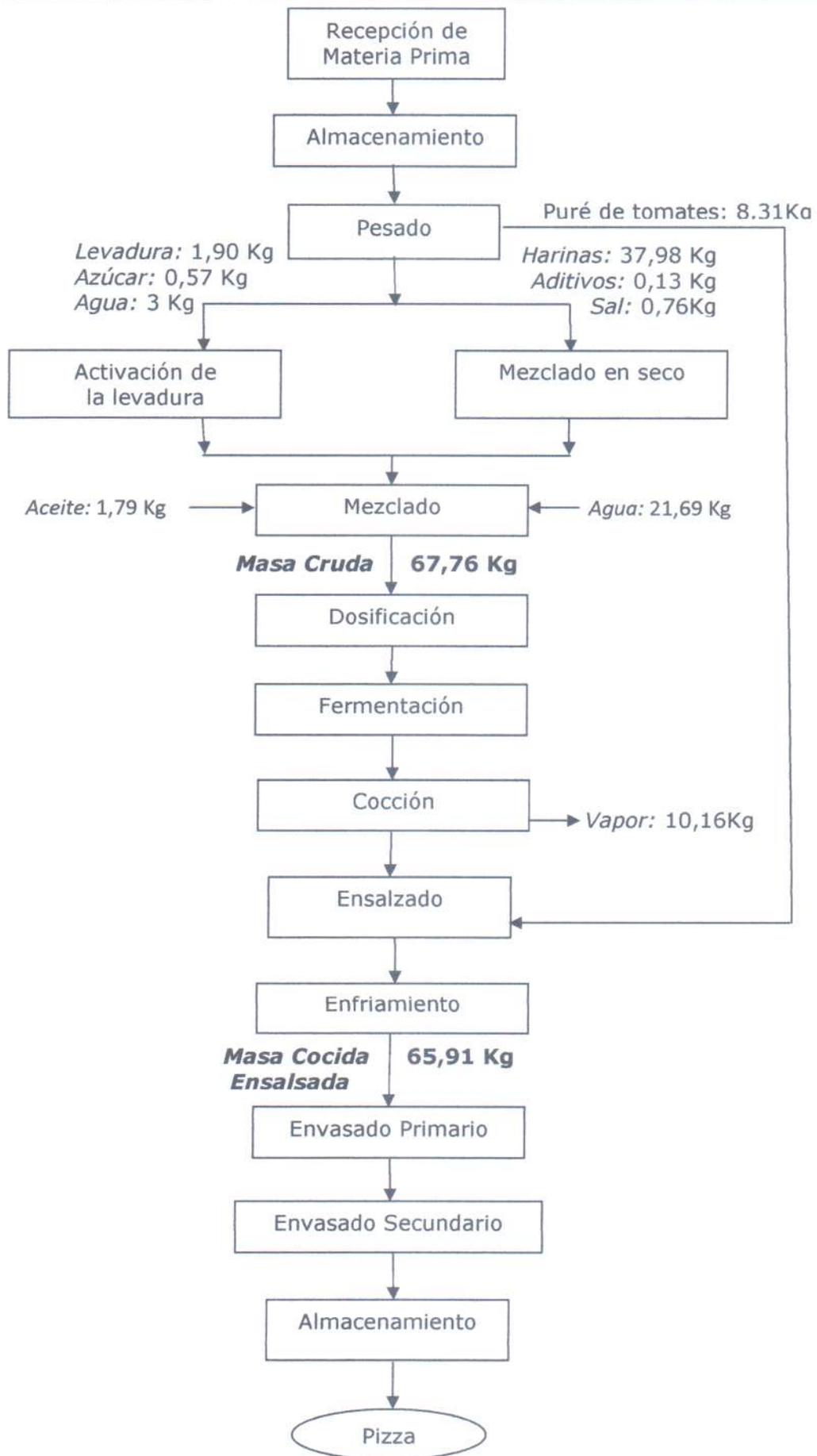


Figura 7.2. - Diagrama de flujo de la elaboración de la prepizza.

## 7.2. BALANCE DE ENERGIA

El proceso de cocción de una porción de masa de pan consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y biológico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible de características organolépticas y nutritivas apropiadas para su consumo.

Para hornos tradicionales, la temperatura y tiempo de cocción varían según el tamaño y el tipo de pan, oscilando entre 220 y 275 °C para la primera, mientras que el tiempo de cocción varía de acuerdo con la masa inicial.

Una vez colocada la masa en el horno, el calor se propaga del medio ambiente al seno interno de la masa, atravesándola desde las capas externas al interior por un proceso de transmisión del calor por convección, radiación y conducción por lo cual el producto desarrolla un gradiente de temperatura. Esta no supera los 100 °C. Durante esta fase se produce un movimiento (del interior hacia el exterior) de las moléculas de agua que se desplazan por la superficie que al llegar al exterior se evaporan, por ello la temperatura del producto tiende a disminuir hacia el interior (Passamai1 y col, 2007).

La masa que se halla en contacto con la base del horno absorbe el calor por conducción, la parte que está en contacto con el aire toma el calor por convección y por radiación. La penetración del calor en el interior de la masa ocurre de manera diferente en función de la temperatura de cocción y la calidad de la formulación o ingredientes.

Cuando se alcanza la temperatura 100°C, durante la cocción, el agua se evapora y libera al entorno. Este proceso ocurre superficialmente y, cuando esta migración se atenúa, se inicia la

formación de la corteza, cuyo espesor dependerá de la duración de la parte final de la cocción. (Passamai1 y col, 2007).

En la cocción también se producen otros vapores por la volatilización de sustancias a temperaturas menores que 100 °C: alcohol etílico, aldehídos, éteres, ácidos, etc. todas sustancias aromáticas que se forman tanto por fermentación, como por la propia cocción. A efectos del cálculo despreciaremos este aporte, con respecto a la masa de vapor generada.

### 7.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL HORNO

Los datos promedio de proceso figuran en la tabla 7.1

Tabla 7.1- Datos promedio de procesos

Peso de 1 unidad de pan crudo (g)	294,1
Cantidad de panes por bandeja	24
Cantidad de bandejas por horno	6
Cantidad de panes por lote de cocción en horno	144

Utilizando los datos de la tabla 7.1 se calcula la masa total de pan por lote de cocción en horno:  $144 \cdot 294,1 \text{ g} = 42.350,4 \text{ g} = 42,35 \text{ Kg}$ .

#### CONSUMO DE ENERGÍA POR PARTE DE LA MASA DE PAN

Tomando como volumen de control la masa total de pan por lote de cocción en el horno, la ley de conservación de la energía establece para este caso:

$$Q_{in} - Q_{eg} + Q_{gen} = m_{total} C_p \Delta T + m_{vapor} \lambda_{vap}$$

Donde:  $Q_{in}$  es la cantidad de calor que entra al sistema,  $Q_{gen}$  el calor generado y  $Q_{eg}$  el conjunto de pérdidas al medio ambiente. Por otra parte,  $m$  es la masa considerada,  $C_p$  su calor específico y  $\lambda_{vap}$  el

calor latente de vaporización del agua. El término  $\Delta T$  es la diferencia entre la temperatura inicial de la masa y la temperatura final.

Despreciando los términos de generación y pérdidas de calor frente al  $Q_{in}$ , se estimará la cantidad de calor por unidad de tiempo que es necesario entregar a través del quemador del horno, para satisfacer los requerimientos de cocción adecuada de la masa panaria.

Para esto se efectuará una simplificación, considerando los tres aportes principales:

- Calor sensible absorbido por toda la masa, para elevar su temperatura desde la  $T_{entrada}$  a la  $T_{final}$ , en el centro de cada pieza.
  
- Calor sensible absorbido por el agua, para elevar su temperatura desde la temperatura final de la masa hasta la temperatura de vaporización.
  
- Calor latente absorbido por la masa de agua a la temperatura de vaporización,  $\lambda_{vap}$ , para efectuar el cambio de estado a la fase vapor.

A efectos prácticos se utilizarán los siguientes datos:

- $T_{inicial} = 30^{\circ}\text{C}$ .  $T_{final\ masa} = 87^{\circ}\text{C}$ . Datos relevados durante las distintas pruebas efectuadas.
  
- $C_p\ agua\ 0^{\circ}\text{C} = 1\ \text{cal/g } ^{\circ}\text{K}$ .  $C_p\ vapor = 0.44\ \text{cal/g } ^{\circ}\text{K}$
  
- $W_{agua} =$  fracción másica de agua en la masa cruda.
  
- $C_p\ masa\ cruda = C_p\ agua \cdot W_{agua} + C_p\ secos (1 - W_{agua})$  (Christensen, 1989).

- $Cp_{\text{secos}} \approx Cp_{\text{Hidratos de Carbono}}$ , por ser éste el componente mayoritario.
- $Cp_{HdC} = 1.548,8 + 1,9625 \cdot T - 0,0059399 \cdot T^2$  (Choi y Okos, 1986).
- A  $T = 87^\circ\text{C}$ , el caso mas desfavorable, el  $Cp_{HdC}$  es  $0,40 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$ .
- De la ecuación de Christensen (1986) mencionada anteriormente, se obtiene  $Cp_{\text{masa cruda}} = 1,41 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$ .
- La masa de vapor generado se considera un 15% del total de masa cruda ingresada al horno.

$$m_{\text{vapor}} = 0,15 \cdot m_{\text{total}} = 6.352,56 \text{ g}.$$

- Tiempo de cocción : 40 minutos = 0,667 h.

Entonces se tiene:

$$Q_{in} = m_{\text{total}} \cdot Cp_{\text{masa}} \cdot (T_f - T_i) + m_{\text{vapor}} \cdot Cp_{\text{vapor}} \cdot (100 - T_f) + m_{\text{vapor}} \cdot \lambda_{\text{vap}} \quad [\text{cal}]$$

$$Q_{\text{total}} = Q_{in} = (3.407,51 + 36,34 + 3.430,59) \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 6.874,44 \text{ Kcal}$$

Considerando el tiempo necesario para la cocción conveniente del pan, la potencia requerida por el pan es la siguiente: 10.311,66 Kcal/h.

**Potencia requerida= 11.984,44 W**

De la ficha otorgada por el fabricante se obtiene que la potencia neta del equipo es 23.244,44 W (20.000 Kcal/h). Además se sabe que la eficiencia energética de este tipo de hornos es de 54,1% (ver Anexo 3). De esta manera la potencia efectiva del horno seleccionado resulta en 12.575,24 W (10.820 Kcal/h). Como se puede observar la potencia efectiva suministrada por el horno satisface los requerimientos energéticos del proceso.

## CAPITULO 8

### EQUIPOS

#### 8.1. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

La elaboración de panes para celíacos requiere de una tecnología diferente a la utilizada para el pan común. Las masas son más fluidas que las de trigo (más parecidas a los batidos de tortas) debido a la ausencia de gluten y a que en la formulación llevan mayor contenido de agua (Ribotta y Tadini, 2009).

En función de esto se analizan las distintas posibilidades tecnológicas para cada etapa particular del proceso de elaboración desarrollado y se selecciona la más apropiada en cada caso.

A continuación se describen las etapas del proceso y los equipos empleados en cada caso.

##### 8.1.2. ALMACENAMIENTO

La materia prima recibida se almacena teniendo en cuenta las condiciones óptimas para la conservación de cada producto. En función de esto, se diseña un depósito de secos, para los materiales no perecederos, y se selecciona una heladera para aquellos productos que requieren refrigeración.

##### Depósito de Secos

En este sector se almacenan los siguientes insumos:

- Harinas y almidones
- Sal
- Azúcar
- Aceite
- Leche en polvo
- Sorbato de potasio

El mismo consiste en un cuarto de dimensiones adecuadas para el acopio de la materia prima requerida para 7 días de producción, de modo de asegurar su disponibilidad durante los 6 días de elaboración semanales. Las características del mismo se presentan en la tabla 6.1.

*Tabla 8.1: Características del equipo seleccionado.*

Ancho	10 m
Largo	14 m
Temperatura	20-22 ° C
HR %	ambiente
Otros	Cerrado. Ventilado. Iluminación artificial. Rampas de acceso para facilitar descarga por puerta de acceso a 1,10 m de altura (nivel de la caja de los camiones).

*Fuente: Elaboración propia.*

### Heladera

En esta se almacena la levadura prensada, que se mantiene a una temperatura de 4 °C. Para su dimensionamiento también se consideran 7 días de previsión.

Si bien la temperatura es similar a la impuesta en la cámara de refrigeración, no se la emplea para este fin dado que en la misma se almacena producto terminado.

Las características del equipo seleccionado se presentan en la tabla 8.2.

Tabla 8.2: Características del equipo seleccionado.

<b>Armario de Conservación Tecnomac HC NT/2</b>	
Temperatura	+ 8 ° /- 4 ° C
HR%	40-90 %
Capacidad	620 L
Alto	1.98 m
Largo	0.71 m
Fondo	0.89 m
Peso	150 Kg
Potencia frigorífica	350 W / 0,47 HP
Alimentación eléctrica	Monofásica 220 V – 50 Hz
Otros	
<i>Proveedor</i>	<i>Argental</i>
<b>Precio</b>	<b>\$ 2.680</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.



Figura 8.1: Armario de Conservación Tecnomac HC NT/2.

### 8.1.3. ACTIVACIÓN DE LA LEVADURA

Esta etapa se debe llevar a cabo en un equipo que brinde las condiciones adecuadas para el crecimiento de *Saccharomyces*

*cerevisiae*. Por lo tanto, es necesario un recipiente donde la levadura pueda estar a una temperatura ambiente y expuesta al oxígeno del aire.

El equipo seleccionado para esta etapa es una batidora planetaria. El agua, azúcar y levadura se añaden en la batea, totalizando un volumen de aproximadamente 4 L, para conseguir la incorporación de aire mediante el batido. La consiguiente oxigenación de la mezcla, favorece los procesos de metabolismo que favorecerá el desarrollo del microorganismo. La duración de esta etapa, por ciclo batch, es de 10 minutos, tanto para la prepizza como para el pan.

Se selecciona como adecuada para este proceso una batidora CEICO con una capacidad de batea de 10 L. En una batidora planetaria la paleta o batidor además de girar sobre su propio eje hace un recorrido circular continuo cercano a la pared de la batea, alrededor de la línea central del contenedor, conocido como movimiento planetario. Este último posee un esqueleto cilíndrico con fondo hemisférico.

Las características particulares del equipo seleccionado se exhiben en la figura 8.2 y en la tabla 8.3.



Figura 8.2: Batidora Planetaria Ceico 10L.

Tabla 8.3: Características del equipo seleccionado.

<b>Batidora Planetaria Ceico 10L</b>	
Capacidad	10 L
Alto	0,55 m
Largo	0,55 m
Ancho	0,35 m
Peso	150 Kg
Potencia motor	373 W / ½ HP
Alimentación eléctrica	Monofásica 220 V – 50 Hz
Otros	Batea de acero inoxidable desmontable. Batidor intercambiable y rejilla de seguridad de acero inoxidable AISI 304.
Proveedor	Bazar Gastronómico
<b>Precio</b>	<b>\$ 2.064</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Bazar Gastronómico, 2009.

#### 8.1.4. MEZCLADO EN SECO

En esta etapa se realiza la mezcla de harinas, almidones y otros ingredientes sólidos, durante 5 min/batch para los dos productos.

El equipo seleccionado es una batidora planetaria análoga a la empleada en la etapa anterior pero de mayor capacidad y con accesorios/brazos intercambiables. Esto le otorga mayor versatilidad y la posibilidad de utilizarla en dos etapas consecutivas, como lo son la del presente mezclado en seco y el consiguiente mezclado final y batido.

La etapa requiere de un equipo provisto de una paleta, que mediante su movimiento planetario permita la dispersión de los

ingredientes secos (polvos finamente divididos) a fin de obtener un mezclado homogéneo.

Las características de la batidora seleccionada se presentan en la tabla 8.4.

Tabla 8.4: Características del equipo seleccionado.

<b>Batidora Planetaria Argental MIX 60</b>	
Capacidad	60L
Alto	1,43 m
Ancho	0,7 m.
Profundidad	1,05 m
Peso	260 kg
Potencia	2,7 Kw.
Otros	Batea y Rejilla de protección de acero inoxidable AISI 304. Sistema porta-batea con movimiento vertical mediante palanca lateral. Tablero digital. Gancho en espiral y batidor de alambre de acero inoxidable, paleta de aluminio fundido.
Proveedor	Argental
<b>Precio</b>	<b>\$ 8.584</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.



Figura 8.3: Batidora Planetaria 60L Argental. Accesorios.

#### 8.1.5. MEZCLADO Y BATIDO

Una vez que se obtiene el prefermento, y la mezcla homogénea de materia prima "seca", se procede a mezclarlas, con el agregado del resto de agua que requiere la formulación, hasta obtener una masa con las características deseadas.

En el proceso de panificación convencional, esta etapa es el amasado, de suma importancia en la elaboración de panificados basados en harina de trigo ya que conduce al desarrollo del gluten. Debido a la mayor cantidad de agua que requieren las masas exentas de gluten (Ribotta y Tadini, 2009) y las distintas propiedades viscoelásticas de las harinas hidratadas empleadas en este caso, las mezclas se tornan más fluidas y de una consistencia poco viscosa, que impide su amasado; además de no necesitarlo por la falta de proteínas del gluten.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el procedimiento adecuado es el de la mezcla del total de los ingredientes y batido de la masa resultante. Así se consigue obtener una mezcla homogénea y una buena aireación, que favorezca el desarrollo de las levaduras y la incorporación de aire.

El equipo que se selecciona es la batidora planetaria empleada en la etapa anterior, ya que tienen requerimientos similares, accesorios de mezclado y batido intercambiables y además se tiene en cuenta que un solo equipo brinda mayor practicidad a efectos de una mayor rapidez en la línea.

Tanto para el pan como para la prepizza esta tarea se efectúa durante 15 minutos.

#### 8.1.6. DOSIFICADO

Esta etapa consiste en la división de la masa en moldes individuales para su fermentación y cocción posterior, que darán lugar al producto final tal como se comercializa.

Como se ha explicado, dadas las características viscoelásticas de la masa que es de consistencia semilíquida y de baja viscosidad, no se efectúa amasado sobre la misma sino un batido. Por este mismo hecho, las etapas de división y boleado ulteriores, deben ajustarse a las condiciones antes mencionadas y enmarcarse dentro de una operación conjunta de dosificado.

El dosificado se realiza en un equipo que almacena la masa cruda y la fracciona en partes iguales dentro de los moldes correspondientes al producto (pan o prepizza) a una velocidad determinada. La misma depende del tamaño que tiene cada producto, de la consistencia de la masa y de la potencia y características de la máquina.

Para la selección se tiene en cuenta el tamaño de presentación de los productos, que es determinante de la cantidad de masa cruda a verter en cada molde. La misma se encuentra entre los 235,3 g que se requiere dosificar en cada molde de pizza y los 294,1 g de masa cruda que constituirán cada pan. Asimismo, se considera el número de picos dosificadores, la velocidad de dosificado, si presenta cinta transportadora, el ancho de la cinta o mesada disponible para ingresar las bandejas y/o moldes.

Por los motivos mencionados anteriormente, el equipo seleccionado es la Dosificadora Automática de magdalenas FORMEX; principalmente por su mayor rapidez y efectividad en la operación.

La etapa de dosificado correspondiente a las 12 bandejas de 24 panes por ciclo batch de pan, se completa en 8 minutos. La velocidad estimada es de menos de 7 segundos por unidad, considerando que por la disposición de los panes en la bandeja, se pueden dosificar 4 unidades simultáneamente en una línea.

Para el caso de las prepizzas, como cada bandeja contiene 3 unidades, estas se ubican en ellas en una disposición que obliga a emplear solo los dos picos centrales del equipo. Así se consigue concluir la etapa de dosificado de las 64 bandejas de 3 unidades correspondientes a cada lote, en 26 minutos con una velocidad de alrededor de 8 seg/unidad.

Las características de la misma se muestran en la tabla 8.5.

*Tabla 8.5: Características del equipo seleccionado.*

<b>Dosificadora Automática de Magdalenas - FORMEX:</b>	
Capacidad Depósito	60L
Alto	1,55 m
Ancho	2 m.
Profundidad	0,65 m
Peso	200 kg
Potencia	Motor 1/2 HP - Consumo eléctrico: 1 KW 220/380 V-
Otros	Material: acero inoxidable AISI 304. Control electrónico programable.
Proveedor	Argental
<b>Precio</b>	<b>\$ 120.000</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.*



Figura 8.4: Dosificador para magdalenas.

#### 8.1.7. FERMENTACIÓN

Esta etapa debe llevarse a cabo en una habitación con temperatura y humedad controladas, con el objetivo de favorecer la fermentación de la levadura y evitar que se produzca el desarrollo de bacterias que generan productos con olores o sabores no deseados para la masa del pan o prepizza.

Se decide utilizar la cámara de fermentación que posee el horno rotativo seleccionado. La cámara es un recinto cerrado en el cual se permite controlar la humedad (90%) y temperatura (27°C) del ambiente donde la masa reposa. Debido a que la masa no posee gluten, los tiempos de fermentación son inferiores a los impuestos para otro tipo de pan. Al ser masas más fluidas poseen una estructura más débil que deja escapar los gases producidos por las levaduras si la fermentación se prolonga demasiado (Ribotta y Tadini, 2009).

La cámara seleccionada posee rieles portabandejas dispuestos verticalmente, provistos de orificios distribuidos uniformemente en toda su longitud. Estos marcan la altura a la cual se sujeta el soporte que

retiene a cada bandeja en su posición. Así se permite la utilización de diferente cantidad de bandejas a la vez, disminuyendo el espacio libre entre bandejas consecutivas al aumentar el número empleado de las mismas, que como máximo es de 16.

Esta versatilidad del equipo se aprovecha para distribuir los panes en 6 bandejas por cada cámara y las prepizzas en 16 bandejas por cámara.

Las características de la cámara de fermentación se encuentran en la tabla 8.6.

*Tabla 8.6: Características del equipo seleccionado.*

<b>Cámara de Fermentación Argental</b>	
Alto	1,5 m
Ancho	1,10 m
Profundidad	1,445 m
Temperatura	27°C
HR %	90
Nro. de bandejas	8
Dimensiones de bandeja	45x70 cm
Proveedor	Argental
<b>Precio</b>	Considerado en el costo del Horno

*Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.*

#### 8.1.8. COCCIÓN

El proceso de horneado tiene influencia definitiva e irreversible sobre la calidad del producto y pequeños cambios en este proceso pueden causar la diferencia entre un producto satisfactorio y uno no aceptado por el consumidor. Además, se lo considera como uno de los responsables de regular el ritmo de producción y la capacidad de

fabricación. Esto implica que el horno sea uno de los equipos más importantes en la panificación.

Los tipos de horno y modelos abundan en el mercado, pero es conveniente el estudio de estos y la selección de uno que permita, en forma efectiva, cumplir con la finalidad de esta etapa:

- Aumento de la presión del gas en el interior del panificado, produciendo un aumento significativo de volumen (calentamiento que transforma la masa en producto cocido).
  - Disminución de la humedad y el peso del pan.
  - Inactivación de las levaduras y muerte a 55° C.
  - Caramelización de azúcares y coloración de la corteza (formación de corteza, producción de aroma y coloración típica del pan).
- Gelificación del almidón, finalizando en la cristalización del mismo y proporcionando la estructura final del pan.
  - Paralización a 75° C de la producción de maltosa por parte de las enzimas diastásicas.
  - Coagulación y posterior desnaturalización de las proteínas (Calaveras, 1996).

En este caso, como la producción diaria de la planta no se realiza en forma continua, ni en grandes cantidades, se selecciona un equipo adecuado entre los distintos modelos de hornos de carro (ver anexo III).

Debido a las ventajas mencionadas anteriormente que presentan los hornos de carro rotativo en comparación al resto (ver anexo III), se eligen dos hornos rotativos de ocho bandejas. Esto se justifica en el siguiente hecho: Para asegurar un suministro parejo a todos los pisos, hay restricciones sobre las dimensiones del horno. La distribución de calor es inadecuada después de que se ha alcanzado un cierto tamaño

óptimo de horno. En consecuencia, los grandes hornos ya no son predilectos, mas bien se prefieren varios hornos más pequeños, consiguiendo de este modo, una mayor flexibilidad al momento de programar la producción.

Luego de retirar las bandejas de cada cámara de fermentación, estas se colocan en el carro que se encuentra en el horno. Las piezas de pan se disponen en la bandeja separadas entre si por 1,5cm aproximadamente, formando cuatro filas de seis panes cada una. El tratamiento que recibe en esta etapa es de 40 minutos a 210°C. Con respecto a la producción de pizzas, estas se disponen 3 por bandeja, quedando de esta forma 3 cm de separación entre cada una. El tratamiento térmico en este caso es de 20 minutos a 210°C. La disposición y cantidad de bandejas empleadas es análoga para el horno como para la cámara de fermentación.

Las especificaciones del equipo se detallan en la figura 8.5 y la tabla 8.10.



Figura 8.5: Horno rotativo.

Tabla 8.7: Características del equipo seleccionado.

<b>Horno rotativo Argental FE Plus 252</b>	
Producción	25 a 45 kg/hora
Alto	2,10 m
Ancho	1,10 m
Profundidad	1,445 m (sin campana) / 1,855 mm (con campana).
Nro. de bandejas	8
Dimensiones de bandeja	45x70 cm
Potencia Térmica	20.000 kcal/hora
Otros	Panelería exterior de acero inoxidable, quemador frontal o lateral. Panel digital programable. Vaporización automática. Extractor. Cámara de fermentación. Mínima radiación de calor al exterior (visor de doble vidrio). Cierre de puerta suave y hermético.
Proveedor	Argental
<b>Precio</b>	<b>\$ 49.800</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.

#### 8.1.9. SALA DE ENFRIAMIENTO

El enfriamiento del producto se produce en un recinto ventilado e independiente de la sala de elaboración. Para mantener la adecuada aireación del sector, se utiliza un equipo de inyección y filtrado de aire. Dado que la calidad del aire es de fundamental importancia, se utiliza un filtro absoluto capaz de retener partículas pequeñas como bacterias y virus. El uso de éste tipo de filtros de alta eficiencia, implica la

necesidad de prefiltros de menor costo para evitar su saturación prematura (Casiba, 2010).

El método de inyección seleccionado se hace efectivo a través de un sistema compuesto por: un ventilador centrífugo, responsable de impulsar el aire; un prefiltro que consiste en un filtro plisado de mediana eficiencia y un filtro final absoluto de 95% de eficiencia para partículas de 0,3 micrones.

El caudal suministrado permite mantener el sector con una presión positiva (20-30 pascales), evitando el ingreso de aire por aberturas e intersticios. De esta manera también se permite controlar la atmósfera de envasado de manera que mantenga la calidad del aire interior.

Los carros bandejeros cargados del producto caliente que sale del horno son trasladados manualmente hacia la sala de enfriamiento. Permanecen en esa sala el tiempo necesario para alcanzar la temperatura apropiada en el centro del producto. Se ha fijado como temperatura óptima para un correcto envasado a 27°C, la cual asegura la ausencia de condensaciones en el envase que promuevan el desarrollo de hongos (Tejero, 1996; Reinhart, 2000).

Esta sala tiene un volumen de 86,8 m<sup>3</sup>. La operación requiere de 30 minutos en el caso del pan y de 15 minutos para las prepizzas. Tiempo necesario para lograr en el centro del producto una temperatura segura para su envasado. Si el tiempo de enfriamiento es muy prolongado, y el pan está expuesto a corrientes de aire, se puede producir una desecación y un envejecimiento progresivo que afecta la calidad final del producto (Normahomed, 2005).

Tabla 8.8: Características del equipo seleccionado.

<b>Ventilador Centrifugo de doble aspiración</b>	
Caudal	10,000 m <sup>3</sup> /h
Presión estática	30 mm
RPM	645 RPM
Nivel de presión sonora	72 dB(A)
Potencia absorbida	1.5 kW
Otros	Emplean una turbina con palas curvas adelantadas
Proveedor	ARGENTAL
<b>Precio</b>	<b>\$ 1.114</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.



Figura 8.6: Ventilador centrífugo.

Tabla 8.9: Características de filtro absoluto.

<b>Filtro absoluto CASIBA</b>	
Características constructivas	Con marco de chapa galvanizada espesor 1,25mm, juntas de alta resistencia, separadores de aluminio plisados, medio filtrante de microfibra de vidrio extrafina, y burlete de neoprene en una de sus caras.
Temperatura máxima de trabajo	85°C
Eficiencia	95%; 99,97% y 99,99% para partículas de 0,3 um.
Aplicaciones	Áreas limpias, ambientes controladas, instalaciones de aire acondicionado central y ventilación industrial de alta calidad de filtración de aire. Apto para industrias alimenticias.
Medidas	610mm de ancho, 610mm de largo, 150 mm espesor.
Presentación	En forma unitaria en cajas de cartón con protección interior.
Proveedor	CASIBA
<b>Precio</b>	<b>\$ 920</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Casiba, 2010.

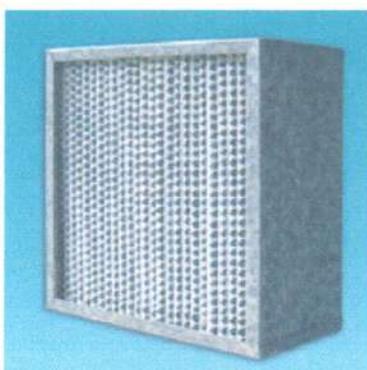


Figura 8.7: Filtro absoluto.

Tabla 8.10: Características de filtro.

<b>Filtro Plisado de mediana eficiencia</b>	
Características constructivas	Con medio filtrante no tejido, de fibras de algodón reforzadas con fibras sintéticas, con soporte metálico de aluminio, adherido al medio filtrante y marco perimetral de cartulina doble de alta resistencia.
Aplicaciones	Instalaciones centrales de aire acondicionado y ventilación industrial de calidad, cubriendo laboratorios, plantas procesadoras de alimentos, etc.
Medidas	597 mm de ancho, 597 mm de largo y 48 mm de espesor
Caudal Nominal	0,94 m <sup>3</sup> /s
Perdida de carga	76,2 Pa
Área facial	0,31m <sup>2</sup>
Presentación	Cajas de 6 unidades
Proveedor	CASIBA
<b>Precio</b>	<b>\$ 74</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Casiba, 2010.



Figura 8.8: Filtro de mediana eficiencia.

#### 8.1.10. ENVASADO PRIMARIO

El envase primario consiste en una bolsa de polietileno de alta densidad con medidas apropiadas para cada producto (ancho: 30 cm; largo: 40 cm), debidamente impresa con los logos de la marca y la información del mismo.

Los panes y pizzas enfriados a 27°C aproximadamente, distribuidos en las bandejas y dentro de los carros bandejeros correspondientes, se dirigen al sector de envasado primario, ubicado dentro de la sala de enfriamiento. Dicha etapa se realiza en la sala de enfriamiento para aprovechar la calidad del aire que esta presenta. Esta estación consiste en una mesa de acero inoxidable provista de un estante inferior para almacenamiento de materiales.

La tecnología empleada es el sellado de temperatura constante. La termoselladora con este sistema, realiza la operación mediante la transferencia de calor desde una barra de metal de 12 mm de ancho hacia el envase. Si bien al encenderse, la unidad necesita de alrededor de 8 minutos para alcanzar la temperatura ideal de trabajo, una vez que la haya alcanzado se mantendrá constante, permitiendo sellar todos los envases de la misma manera. El hecho de que no requiere tiempo de reposo entre un ciclo de sellado y el siguiente, la hace preferible en comparación con la selladora por impulso eléctrico (la cual obliga a un tiempo de reposo de un mínimo de 8 segundos entre sellados).

El cierre de la bolsa se realiza por medio de la termoselladora, a cargo un empleado. El envasado se efectúa manualmente, introduciendo cada unidad de producto en el envase y sellando la abertura por medio de la maquina (superior en el caso del pan y lateral para el caso de la pizza). El accionamiento de la maquina es a pedal,

permitiendo un sellado preciso y dejando libres ambas manos para poder posicionar el producto a sellar a la altura deseada. Una cizalla en la parte superior posibilita el corte de la bolsa a la altura requerida, una vez sellada.

La duración de toda la tarea de envasado se estima en 34 minutos para cada lote de pan y 16 minutos para los de pizza.

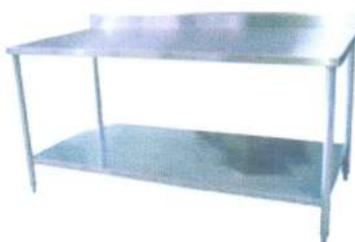


Figura 8.9: Mesada de trabajo.

Tabla 8.11: Características del equipo seleccionado.

<b>Mesa de Trabajo DOSILET</b>	
Alto	1,15 m
Ancho	1,28 m.
Profundidad	0,80 m
Peso	200 kg
Otros	Material: acero inoxidable pulido. Estante inferior. Entrepañó y patas en galvanizado.
Proveedor	Argental
<b>Precio</b>	<b>\$ 1.198</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.



Figura 8.10: Termoselladora de temperatura constante.

Tabla 8.12: Características de la termoselladora seleccionada.

<b>Termoselladora 2CC2 354</b>	
Sellado	12 mm de ancho y 370 mm de largo. Suelda polietileno hasta galga 800.
Sistema	Temperatura constante.
Peso	9 Kg
Consumo	300 W
Otros	Construido en chapa esmaltada y cobertura exterior de acero inoxidable. Regulación electrónica de temperatura y tiempo adaptable para sellado de diferentes materiales y espesores.
Proveedor	<i>Argental</i>
<b>Precio</b>	<b>\$ 750</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.

#### 8.1.11. ENVASADO SECUNDARIO

Esta operación consiste en el empaque de los productos ya envasados en bolsas individuales, en cajas de cartón que contienen 12 unidades de pan y 12 unidades de pizza. Las medidas de las cajas se muestran en la tabla 8.14.

Tabla 8.13: Dimensiones de las cajas.

<b>Caja para PAN</b>	Ancho: 29cm Largo: 38 cm Alto: 14 cm
<b>Caja para PIZZA</b>	Ancho: 50 cm Largo: 26 cm Alto: 10cm

Fuente: Elaboración propia.

El proceso se efectúa manualmente introduciendo la cantidad de unidades especificadas anteriormente dentro de la caja correspondiente, a cargo de un operario y sobre una mesa de trabajo análoga a la empleada para el envasado primario. La duración de esta etapa de embalaje para cada ciclo batch es 12 de minutos para el pan y de 8 minutos para las prepizzas.

#### 8.1.12. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de los productos se realiza en una cámara de refrigeración para producto terminado, que es mantenida a 5°C. La misma posee una dimensión de 109,44 m<sup>3</sup>, siendo el ancho de 9,6m, el largo de 5,7m y el alto de 2m.

Las cajas que contienen el producto terminado, se apoyan sobre estantes distribuidos uniformemente en toda la extensión de la misma. El producto permanece en estas condiciones hasta su despacho para comercialización.

## 8.2. EQUIPOS AUXILIARES

### **Elevador de Batea**

Tabla 8.14: Características del equipo seleccionado.

<i>Elevador de Batea Argental</i>	
Medidas	Altura: 1,35m Ancho: 0,75m Largo: 0,98m
Peso	750 Kg.
Potencia	2,2 W
Otros	Altura Máxima: 3,2 m

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.



Figura 8.11: Elevador de batea.

### **Bacula**

Tabla 8.15: Características del equipo seleccionado.

<i>Bacula Electron KretzMmaster</i>	
Medidas	Altura: 1m Ancho: 0.60m Largo: 0,60m
Peso	30 Kg.
Potencia	1 W
Otros	Pesaje: Máximo: 150 Kg- Mínimo 20 Kg

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Electron KretzMmaster, 2010.



Figura 8.12: Báscula.

### **Balanza Electrónica**

Aplicada a las medidas mas pequeñas (aditivos, conservantes)

Tabla 8.16: Características del equipo seleccionado.

Balanza Electrónica <i>Electron</i>	
Medidas	Ancho: 0,40m Largo: 0,40m
Peso	4 Kg.
Potencia	0,5 W
Otros	Acero inoxidable. Pesaje: Máximo: 30 Kg- Mínimo 0,005 Kg

Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Electron*, 2010.



Figura 8.13: balanza electrónica.

## CAPITULO 9

### DISEÑO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN

Se denomina carga de enfriamiento o de refrigeración a la velocidad con la que es preciso retirar calor desde un recinto para bajar su temperatura hasta un valor deseado.

Dicha velocidad tendrá unidades de energía por unidad de tiempo, y suele expresarse en: kW, kJ/día, kcal/día, kcal/h, etc.

El punto de partida para el diseño de cámaras frigoríficas es evaluar sus necesidades o cargas de refrigeración, pudiendo así establecer cuál será el equipo frigorífico más adecuado para compensar dichas ganancias de calor o en otros términos, pérdidas frigoríficas.

Según la American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), para el cálculo de la carga térmica para cámaras de almacenamiento de alimentos son considerados los siguientes factores: transmisión de calor por la superficies, calor que el alimento debe perder para alcanzar la temperatura deseada, calor interno referente a personas, lámparas y equipamientos, infiltraciones de aire, calor de los moto-ventiladores y tiempo previsto de funcionamiento, además del coeficiente de seguridad.

Evaluación de cargas térmicas.

Las fuentes principales de calor son:

- Transmisión a través de las estructuras: paredes, techo, piso.
- Efecto solar.
- Infiltración de aire exterior.
- Fuentes internas: motores, iluminación, personal.

- Enfriamiento del producto.

### 9.1. CÁLCULO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN

En esta cámara se conserva el producto terminado, panes y pizzas con sus envases primarios y secundarios. Para estimar la capacidad de la misma, se considera para el producto terminado un tiempo de almacenamiento de dos días. Es decir, sus dimensiones son aptas para contener 1.031 Kg de pan (4124 unidades) y 331,6 Kg de pizza (1.658 unidades).

La temperatura de la misma es de 5°C (ASHRAE, 1990).

Se estima que la temperatura de entrada de los productos a la cámara es de 25°C.

Los panes se envasan individualmente en bolsas de polietileno de alta densidad como envase primario. Como envase secundario, se disponen en cajas de cartón que contienen 12 unidades. Las dimensiones de estas cajas son 29 x 38 x 14 centímetros.

Análogamente, las pizzas se envasan en bolsas individuales de polietileno de alta densidad como envase primario. Luego se disponen en cajas de cartón que contienen 12 unidades cada una. Las dimensiones de estas cajas son 50 x 26 x 10 centímetros. De esta manera se obtiene una densidad de carga de almacenamiento de 194,5 kg/m<sup>3</sup>.

Dentro de la cámara los productos se acomodan en muebles con tres estantes cada uno. Las dimensiones de estos muebles son 0,5 x 2 x 1 metros, con separaciones de 0,5 m entre estantes consecutivos. Se ubican tres cajas de producto terminado en cada estante.

A efectos prácticos, se unifican las unidades de medida de los distintos parámetros de referencia, en función de obtener los valores de cargas deseadas en unidades de Kj/h.

#### 9.1.1. CARGA POR PRODUCTO

En este punto se consideran todos los productos que están dentro de la cámara y sus envoltorios. Estos son: panes y pizzas contenidos en sus envases primario y secundario.

$$Q_{\text{pan}} = ( \sum m_i \cdot C_{p_i} \cdot \Delta T ) / t$$

$$Q_{\text{pizza}} = ( \sum m_i \cdot C_{p_i} \cdot \Delta T ) / t$$

$m_i$ : masa total de  $i$ , Kg.

$C_{p_i}$ : calor específico de  $i$ , cal .

$\Delta T$ : diferencia de temperatura: T, °C.

$t$ : tiempo considerado, h.

$i$ : producto (pizza o pan según corresponda), polietileno de alta densidad y cartón.

Se toma como tiempo base de cálculo un período de 24 horas.

El  $\Delta T$  considerado, es la diferencia entre la temperatura del producto cuando ingresa a la cámara, estimada en 25°C, y la de la cámara, 5°C.

Los datos de Cp para los materiales de envase se obtienen de bibliografía específica. Para el caso del Cp del producto, análogamente a lo realizado en el balance de energía, se emplean las expresiones de Christensen y col (1989) y Choi y Okos (1986).

$Q_{\text{pan}} + Q_{\text{pizza}} = 12.400,89 \text{ Kj/h}$
--

### 9.1.2. CARGA POR TRANSMISIÓN

En este punto se considera el calor que fluye por conducción a través de las superficies que constituyen los límites de la cámara, es decir paredes, techo, pisos y puerta. Para esto se tienen en cuenta las propiedades térmicas de los materiales de construcción de cada uno (conductividad térmica), la superficie que abarcan y los espesores de los revestimientos aislantes.

Por otra parte, también se consideran los coeficientes de convección interno y externos a la cámara.

$$Q_{transmisión} = \frac{A \cdot \Delta T}{\left( \frac{1}{h_{ext}} + \sum \frac{x_i}{k_i} + \frac{1}{h_{int}} \right)}$$

*A*: área total de las superficies de la cámara,  $m^2$ .

$\Delta T$ : diferencia de temperatura,  $^{\circ}C$ .

*hint*: coeficiente de convección interno de la cámara,  $W/m^2 \text{ } ^{\circ}K$ .

*hext*: coeficiente de convección externo a las paredes de la cámara,  $W/m^2 \text{ } ^{\circ}K$ .

Para estos coeficientes se considera temperatura y velocidad del aire en cada caso. Se toman valores promedio correspondientes, estimados por ASHRAE (1990).

*x<sub>i</sub>*: espesor del material de construcción *i*, *m*.

*k<sub>i</sub>*: conductividad térmica del material de construcción *i*,  $W/m \text{ } ^{\circ}K$ .

Las paredes están construidas en concreto de 0,30 m de espesor y el aislante que lo recubre es poliestireno expandido de 0,10 m de espesor. Los valores de conductividad de los mismos se obtienen de bibliografía específica, como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 9.1: Transmisión a través de las estructuras

<b>Conductividad de Materiales Aislantes</b>		
	Conductividad	
Material	W/m.K	Btu.in/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Espuma de vidrio	0,050	0,35
Fibra de vidrio	0,036	0,25
Espuma de poliuretano	0,023	0,16
Poliestireno expandido	0,035	0,24

Fuente: Elaboración propia en base a datos del ASHRAE, 1990.

Tabla 9.2: Coeficientes de convección.

<b>Coeficientes de convección de algunas superficies.</b>		
	Coeficiente h	
Superficie	W/m <sup>2</sup> .K	Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
6.7 m/s, invierno	34,00	6,00
3.4 m/s, verano	23,00	4,00
Aire quieto:		
Sup. Vertical	8,30	1,46
Sup horizontal, calor asc.	9,30	1,36
Sup horizontal, calor des.	6,10	1,08

Fuente: Elaboración propia en base a datos del ASHRAE, 1990.

$$Q_{\text{transmisión}} = 1.346,14 \text{ Jk/h}$$

### 9.1.3. CARGA POR INFILTRACIÓN

En este punto se toman en cuenta las pérdidas de calor a través de la puerta de entrada a la cámara. Se genera una circulación de aire frío del espacio refrigerado, que tiende a salir por la parte inferior de la abertura, y es reemplazado por aire exterior. Esto genera cambios de

aire que son función del tiempo de apertura de puertas a lo largo del día.

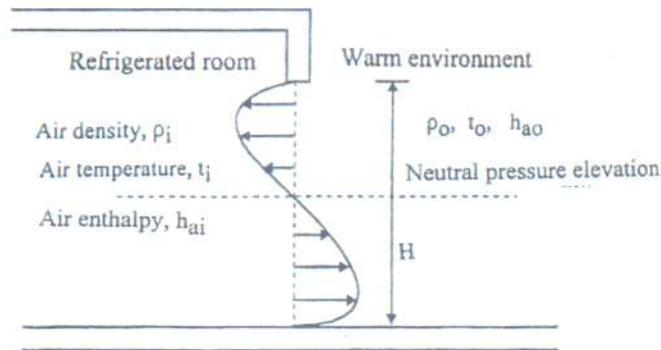


Figura 9.1: Infiltración.

- Para esto se tienen en cuenta además de las dimensiones de la misma, la duración de cada apertura y la cantidad de veces que esto ocurre en el período de tiempo considerado. También se consideran las propiedades del aire en el interior y fuera de la cámara.
- Se considera que el aporte de calor está dado por el cambio de entalpía entre el aire exterior y el interior.

$$Q_{\text{infiltración}} = q \cdot D_i (1 - E)$$

$q$ : carga por flujo establecido,

$D_i$ : fracción de tiempo que la puerta está abierta,

$E$ : eficiencia de la cortina de separación,

Como valor de  $E$  se toma el sugerido para las cortinas de 80%, es decir  $E = 0.8$ .

El factor  $q$  se obtiene a partir de la siguiente:

$$q = A \cdot (H_{\text{ext}} - H_{\text{int}}) \cdot \delta_{\text{ext}} \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\text{int}}}{\delta_{\text{ext}}}\right) \cdot (g \cdot H)^{0.5} \cdot F_m$$

aire que son función del tiempo de apertura de puertas a lo largo del día.

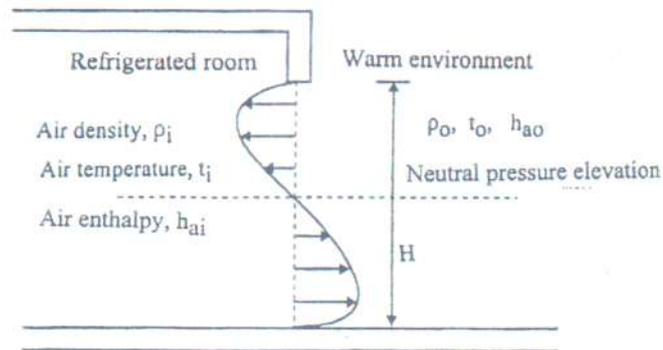


Figura 9.1: Infiltración.

- Para esto se tienen en cuenta además de las dimensiones de la misma, la duración de cada apertura y la cantidad de veces que esto ocurre en el período de tiempo considerado. También se consideran las propiedades del aire en el interior y fuera de la cámara.
- Se considera que el aporte de calor está dado por el cambio de entalpía entre el aire exterior y el interior.

$$Q_{\text{infiltración}} = q \cdot D_i (1 - E)$$

$q$ : carga por flujo establecido,

$D_i$ : fracción de tiempo que la puerta está abierta,

$E$ : eficiencia de la cortina de separación,

Como valor de  $E$  se toma el sugerido para las cortinas de 80%, es decir  $E = 0.8$ .

El factor  $q$  se obtiene a partir de la siguiente:

$$q = A \cdot (H_{\text{ext}} - H_{\text{int}}) \cdot \delta_{\text{ext}} \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\text{int}}}{\delta_{\text{ext}}}\right) \cdot (g \cdot H)^{0.5} \cdot F_m$$

A: área de la puerta, m<sup>2</sup>.

H<sub>ext</sub>: entalpía del aire de infiltración/externo, Kj/Kg.

H<sub>int</sub>: entalpía del aire refrigerado/interno, Kj/Kg.

δ<sub>ext</sub>: densidad del aire de infiltración/externo, Kg/m<sup>3</sup>.

δ<sub>int</sub>: densidad del aire refrigerado, Kg/m<sup>3</sup>.

g: aceleración de a gravedad, m/s<sup>2</sup>.

H: altura de la puerta, m.

F<sub>m</sub>: factor de densidad.

Para los valores de H y δ se tienen en cuenta la temperatura y humedad relativa del exterior de la cámara, T<sub>ext</sub>= 25°C HR<sub>ext</sub>= 30%, y las del interior de la misma T<sub>int</sub> 5°C y HR<sub>int</sub>=50%. La presión en ambos es de 1 atmósfera.

$$F_m = \left( \frac{2}{1 + \left( \frac{\delta_{int}}{\delta_{ext}} \right)^{1/3}} \right)^{1,5}$$

El valor de Di se obtiene de la siguiente expresión:

$$D_i = \frac{P \cdot \theta_p + \theta_o}{\theta_{cons}}$$

P : número de pasajes por la puerta en el tiempo considerado.

θ<sub>p</sub>: tiempo que demora pasar por la puerta, [s].

θ<sub>o</sub>: tiempo que la puerta permanece abierta, [s].

θ<sub>d</sub>: tiempo considerado, [s].

Tomando P=7 , θ<sub>p</sub> = 5 s, θ<sub>o</sub> = P \* θ<sub>p</sub>, θ<sub>cons</sub> = 24 h.

Estos valores que surgen de considerar la cantidad de lotes que se logran por día y el tamaño de éstos.

<b>Q<sub>infiltración</sub> = 2,82 Kj/h</b>
---

#### 9.1.4. CARGA POR MOTORES E ILUMINACIÓN

En este punto se toma a consideración el calor liberado por todos los equipos que se encuentran en el interior de la cámara. Estos pueden ser artefactos de iluminación, motores, ventiladores, etc.

- La presencia de motores eléctricos se debe principalmente a los motores de los evaporadores. La potencia de los motores termina convirtiéndose en calor que será necesario retirar del espacio refrigerado.
- Otros motores que puedan aportar calor, como ciertas máquinas de proceso que están dentro del espacio refrigerado, vehículos montacargas, etc., deben ser evaluados por su potencia nominal, a la cual se le suele aplicar un factor de uso de 0,7 a 0,8 para tener en cuenta que esos equipos no operan siempre al 100% de su potencia.
- En cámaras frigoríficas de almacenamiento la carga eléctrica de iluminación suele estar entre 10 y 20 W/m<sup>2</sup>. En espacios donde trabaja personal en forma permanente la potencia de iluminación sube bastante dependiendo del tipo de tareas. El aporte de las luces a la carga de refrigeración se evalúa tomando directamente el dato de la potencia instalada y multiplicándolo por el número de horas diarias de utilización.
- Por todos estos conceptos, puede tomarse una estimación previa de un 5% del total de las cargas restantes.

$$Q_{\text{motores}} = 766,49 \text{ Kj/h}$$

### 9.1.5. CARGA POR OCUPACIÓN

En este punto se tiene en cuenta el calor aportado por la presencia y la actividad de los operarios y demás personas que ingresan y permanecen en la cámara. Las personas aportan calor al espacio refrigerado en función del grado de actividad y de la temperatura del ambiente. Cuanto mayor es el grado de actividad y menor es la temperatura, mayor es la liberación de calor. En cámaras de almacenamiento no es un aporte significativo, pero puede ser importante en salas de trabajo.

$$Q_{\text{ocupación}} = q_{\text{op}} \cdot t_{\text{res}} \cdot n_{\text{op}}$$

$q_{\text{op}}$ : aporte de calor por persona calculado como calor equivalente de ocupación en función de la temperatura de la cámara.

$t_{\text{res}}$ : tiempo de permanencia en la cámara, h.

$n_{\text{op}}$ : cantidad de operarios que ingresan en la cámara.

Se toma  $n_{\text{op}} = 1$  y el  $t_{\text{res}}$ , se obtiene de multiplicar la duración estimada de una pasada (0,25 h) y la cantidad de pasadas en el día (7). Valores que surgen de considerar la cantidad de lotes que se logran por día y el tamaño de éstos.

Los valores de  $q_{\text{op}}$  se obtienen de tablas de equivalencias como la siguiente:

Tabla 9.3: Equivalencias de aporte de calor por ocupación en  $f(T)$

Temperatura °C	Aporte de calor W
10	210
0	270
-10	330
-20	390

$$Q_{\text{ocupación}} = 1.579,97 \text{ Kj/h}$$

#### 9.1.6. FACTOR DE SEGURIDAD

Se toma el valor recomendado por ASHRAE (1990), que es igual a un 10% del valor de carga calculado.

**Factor de Seguridad = 1.609,63 Kj/h**

#### 9.1.7. CARGA TOTAL

Una vez obtenidas las cargas individuales, se obtiene la carga total mediante su suma, de la siguiente manera:

$$\Sigma Q_i = 12.400,89 + 1.346,14 + 2,82 + 1.579,97 + 766,49 + 1.609,63$$

**Carga térmica total = 17.705,94 Kj/h.**

Para la selección del equipo adecuado para este requerimiento, se tiene en cuenta que el mismo trabajara durante 8 horas diarias. Con lo cual la carga diaria resulta:

**Carga Térmica = 33.806,09 Kcal / día**

Tabla 9.4: Cargas térmicas obtenidas.

<b>CARGAS</b>	<b>KJ/h</b>
<i>Carga por Producto</i>	12.400,89
<i>Carga por Transmisión</i>	1.346,14
<i>Carga por Infiltración</i>	2,82
<i>Carga por Ocupación</i>	1.579,97
<i>Carga por motores</i>	766,49
<i>Factor de seguridad</i>	1.609,63
<b>TOTAL KJ/h</b>	<b>17.705,94</b>
<b>TOTAL Kcal/día</b>	<b>33.806,09</b>

Fuente: Elaboración propia.

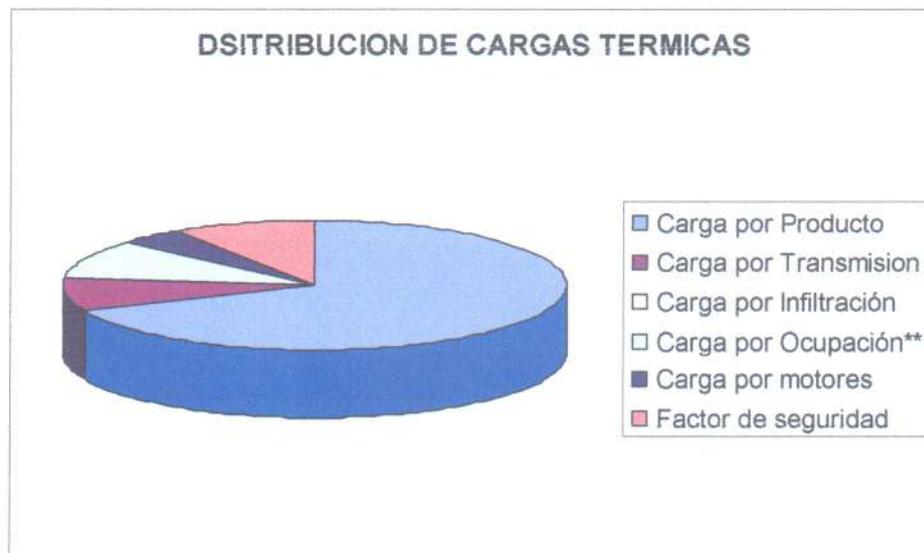


Figura 9.2: Distribución de las cargas térmicas.

Con este dato se consulta a la empresa Friopack S.A., la cual recomienda un equipo de refrigeración con las siguientes características:

Tabla 9.5: Características del equipo seleccionado.

<b>Cámara Frigorífica Modular M3 40M</b>	
Paneles	Espesor: 60 mm. Revestimiento externo: chapa de acero electrozincada blanca. Revestimiento interno: chapa galvanizada con perfil radio de PVC.
Refrigerante	R-22
Capacidad (-5,+5)	5.140 Kcal/h
Potencia	2,2 KW
Otros	Incluye el costo de la cámara modular, el equipo frigorífico y el montaje e instalación.
<b>Precio</b>	<b>\$ 22.272</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en Friopack.

La cámara modular seleccionada permite un montaje rápido de los distintos paneles que la conforman. Esto facilita futuras ampliaciones, adaptándose a las reformas modificaciones, divisiones, surgidas. Cabe destacar que la cámara cuenta en su interior un perfil radio sanitario, fabricado en PVC, material flexible. La función del perfil es eliminar los ángulos rectos, para evitar la acumulación de suciedad.

## CAPITULO 10

### ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

#### 10.1 DIAGRAMA TECNOLÓGICO

Como se ha mencionado, debido a las distintas capacidades disponibles en el mercado para los hornos seleccionados, para las batidoras (considerando que la más grande posee una batea de un volumen de 60 L y la más pequeña 10L) y el tiempo que demora la dosificadora en llenar los recipientes, se ha establecido que la producción diaria de pan estará organizada en 7 y medio ciclos batch, y la de pizza en 4 y medio.

Esto implica que es necesaria la preparación de una masa cruda de 84,71 Kg para cada uno de los lotes de pan (ciclo batch) y una de 45,18 Kg para los de pizza. Teniendo en cuenta que la densidad de la masa cruda es de  $1,39 \text{ g/cm}^3$ , se obtienen volúmenes de masa cruda de 60,94 L y de 32,5 L para cada lote de pan y pizza respectivamente.

Por lo tanto se debe dividir cada lote en dos partes iguales para los siguientes procesos de la elaboración de pan: Pesado de ingredientes, Prefermentación, Mezcla Seca y Batido. De este modo se emplean 2 batidoras planetarias de 10 L para la etapa de prefermentación y 2 batidoras planetarias de 60 L para las etapas de Mezcla Seca y Batido. Posteriormente se emplean 2 cámaras de fermentación y 2 hornos rotativos para cumplir con los mismos requerimientos. Cabe aclarar que en cada uno ellos se emplean 6 bandejas de 24 panes cada una, que es el rendimiento de la cantidad de masa preparada por lote. La utilización de esta cantidad de bandejas (menor a la capacidad total del horno que es de 8 bandejas) se explica por la altura de cada pan, que obliga a una separación mayor de cada bandeja con respecto a la inmediata superior.

Para el caso de la elaboración de prepizza, se pueden emplear 16 bandejas por horno y por cámara de fermentación. Esto se debe a las dimensiones y altura particulares de este producto, que además permiten ubicar sólo 3 unidades por bandeja. La masa cruda necesaria para llenar 4 veces un horno y una cámara de fermentación con esta disposición, se puede preparar en un mismo lote (dado su volumen), empleando una sola batidora de 10 L y una batidora de 60 L. Posteriormente se dosifica, se fermenta y cuece medio lote a la vez, dado que se cuenta con sólo 2 hornos con cámara.

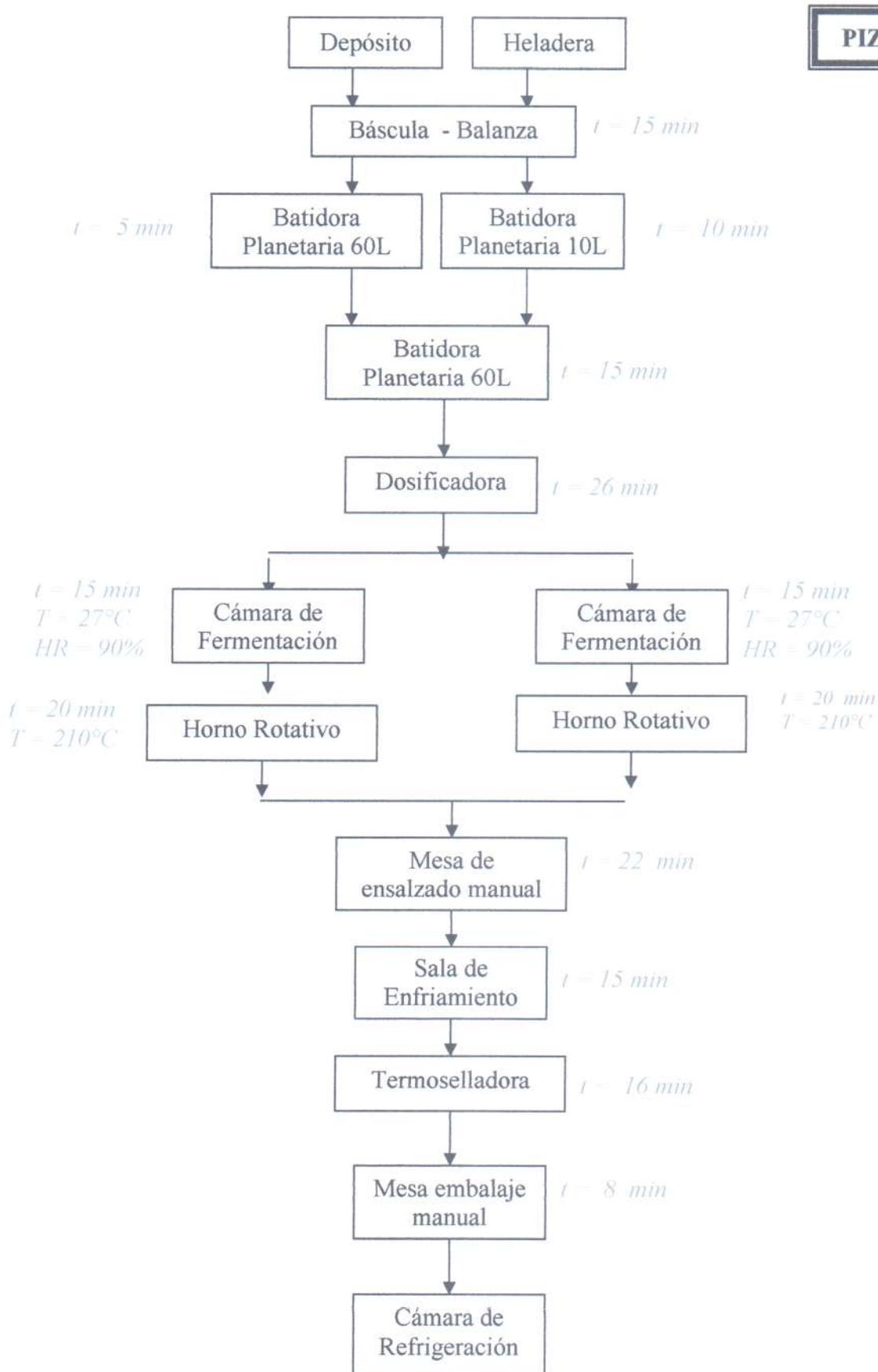


Figura 10.1: Diagrama Tecnológico PREPIZZA.

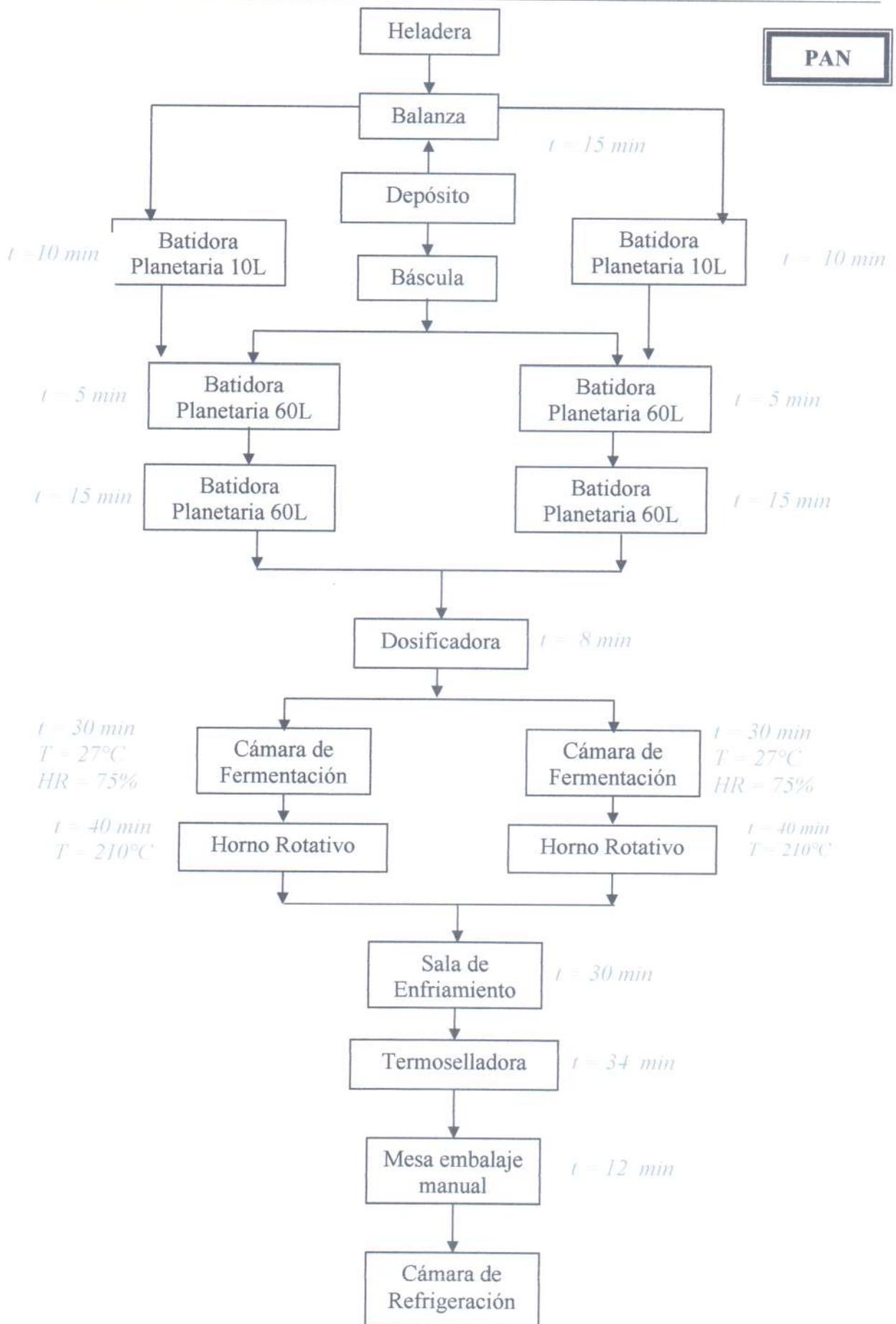


Figura 10.2: Diagrama tecnológico pan.

## 10.2. DIAGRAMA DE GANTT

El objetivo del diagrama de Gantt, es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

A pesar de que este diagrama no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e interdependencias.

Se desarrollan los diagramas de Gantt correspondientes a los procesos de esta planta con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas durante la producción diaria. De este modo, se identifica la duración de cada una de las etapas y se efectúa una programación adecuada de los distintos ciclos a realizar, con el objetivo de disminuir los períodos ociosos innecesarios (tiempos muertos).

En el gráfico 10.1. que se detalla a continuación, se establecen las distintas actividades que constituyen un ciclo de producción de pan y la duración de cada una de ellas.

Primeramente se observan las actividades que se desarrollan simultáneamente (pesado de materia prima, prefermento, mezclado de sólidos y mezcla final). Luego del primer trasvase, la secuencia de actividades se discrimina mediante distintos colores: la producción que ingresa a la primer cámara (H1) y la que ingresa a la segunda (H2); siguiendo cada una, su etapa correspondiente.

Luego, en el gráfico 10.2. se exhibe la sucesión de los 7,5 ciclos necesarios para lograr la producción diaria de pan. La eficacia de ésta se ratifica en el tiempo necesario para obtener la producción: 7 horas y 35 minutos, siendo cada ciclo de 3 horas 15 minutos.

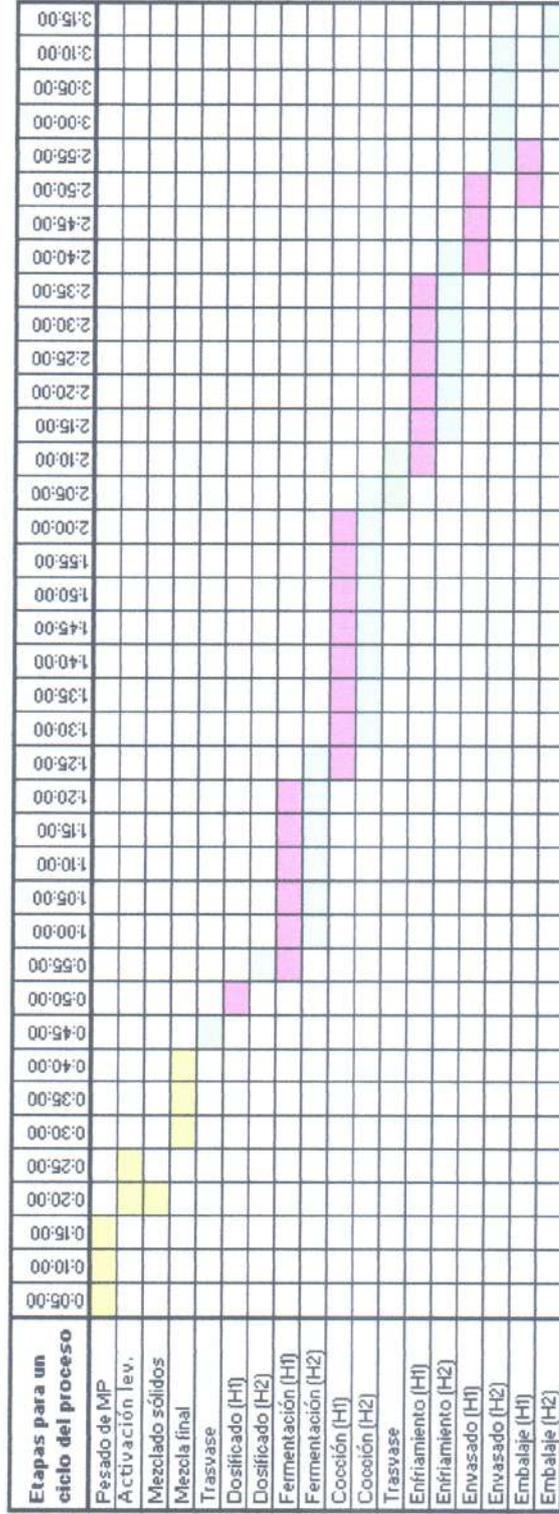


Gráfico 10.1: Actividades y duración de las mismas en un ciclo de producción de pan.

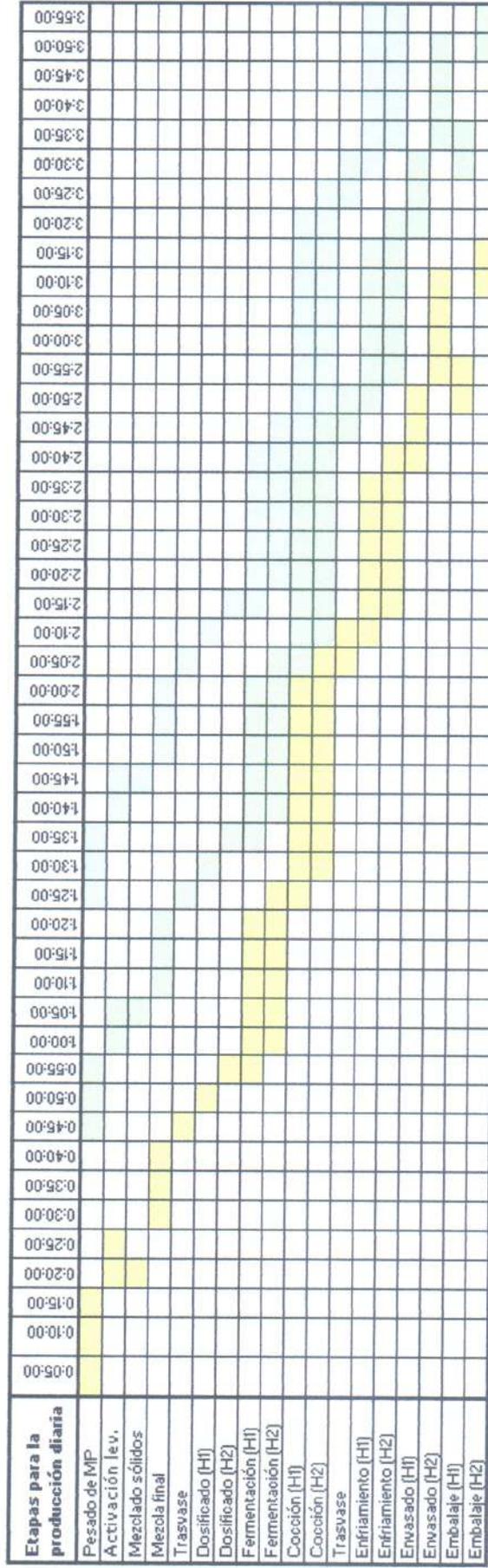


Gráfico 10.2: Representación de dos ciclos de producción de pan.

Análogamente al caso anterior, en el gráfico 10.3. se detalla la duración de las distintas tareas que conforman un ciclo de producción de prepizza.

Inicialmente se observan las actividades que se desarrollan simultáneamente (pesado de materia prima, prefermento, mezclado de sólidos y mezcla final). Luego la producción se divide en dos lotes, el que se encuentra a la derecha (color violeta), y el que se presenta a la izquierda. En éste último, se discrimina mediante distintos colores, la producción que ingresa a la primer cámara (H1) y la que ingresa a la segunda (H2); siguiendo cada una, su etapa correspondiente.

En el gráfico 10.4. se observa cómo se ha programado la secuencia de los 4.5 ciclos necesarios para alcanzar la producción diaria. Dicha producción culmina en 4 horas 55 minutos, teniendo en cuenta que cada ciclo se extiende por un período de 2 horas y media.

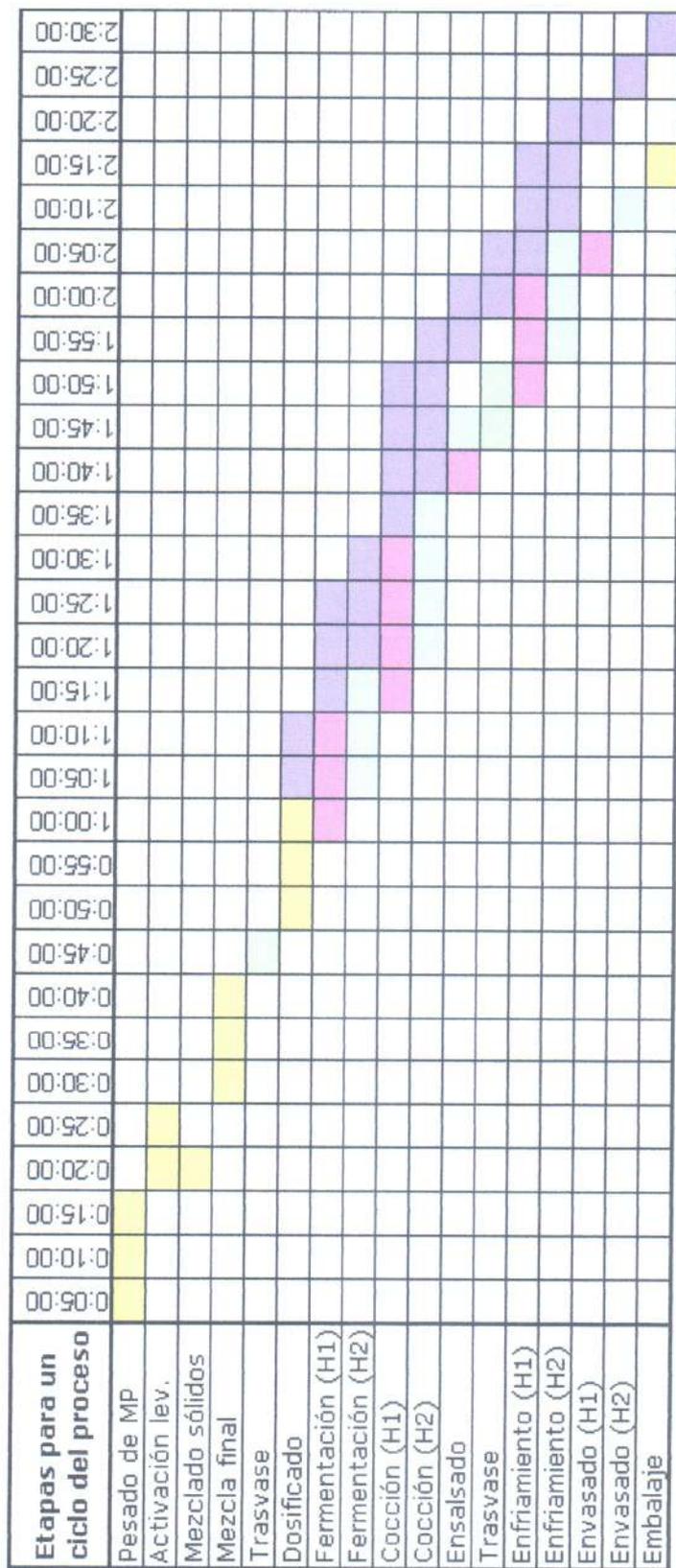


Gráfico 10.3: Actividades y duración de las mismas en un ciclo de producción de la pizza.



## **CAPITULO 11**

### **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA**

#### **11.1. INTRODUCCIÓN**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son los procedimientos adecuados y necesarios para la elaboración correcta de alimentos, desde el punto de vista sanitario. En este trabajo se aplican sus principios para lograr productos de panadería inocuos, saludables y seguros.

Las BPM son una serie de procedimientos establecidos a nivel internacional, que regulan las plantas que procesan o acopian alimentos, de tal manera que los mismos sean aptos para el consumo humano (Jiménez, 2000). Éstos procedimientos constituyen el fundamento sanitario bajo el cual toda empresa relacionada con el procesamiento y manejo de alimentos debe operar, asegurando que todas las operaciones a lo largo del proceso de manufactura de un alimento se realicen bajo condiciones que contribuyan al objetivo de higiene y seguridad del producto (Anzueto, 1998).

Las Buenas Prácticas de Manufactura proveen una plataforma sólida para el desarrollo de un sistema integral de administración de la calidad en la industria de alimentos, y constituyen un pre-requisito para la implementación del plan de Análisis de Peligros y puntos críticos de Control (HACCP). Por lo tanto, la combinación ordenada de ambos esquemas provee un efecto sinérgico favorable, que finalmente garantiza la calidad, aceptación y seguridad alimenticia que la industria de alimentos requiere hoy en día (Anzueto, 1998).

La descripción y requisitos de éstas Prácticas se encuentran dentro del Código Alimentario Argentino (CAA) en el Capítulo I: "Disposiciones Generales", artículos número: 1 a 11 y en el Capítulo II: "Condiciones Generales de las Fábricas y Comercios de Alimentos", artículos número: 12 a 23, más los 110 y 111, siendo éstos dos últimos exclusivos para "Establecimientos para Productos de Panadería y Afines".

Las BPM comprenden un conjunto de tres aspectos:

- Diseño y construcción del edificio, equipos e instalaciones de la planta.
- Higiene y hábitos del manipulador/ elaborador de productos
- Plan de control de plagas en la planta.

Por lo tanto, para hablar de la aplicación de BPM en una planta alimenticia, se debe actuar en los tres aspectos antes mencionados.

## 11.2. DISEÑO DEL EDIFICIO E INSTALACIONES DE LA PLANTA

Esto se refiere al layout de la planta, que es la disposición del equipamiento y de los diferentes sectores en el sentido de avance del proceso de elaboración, teniendo en cuenta que no haya cruzamientos ni retrocesos entre las diferentes etapas (ver Capítulo 13).

### 11.2.1. UBICACIÓN – EMPLAZAMIENTO

La planta se sitúa en una zona libre de olores objetables, humo, polvo u otros contaminantes. Para esto se selecciona una locación apropiada distante de la zona urbana, provista de los servicios básicos para el funcionamiento y convenientemente aislada de otros establecimientos. El lugar es el parque industrial Gral. Savio, ubicado

a 6,5Km de la ciudad de Mar del Plata, sobre la Ruta Provincial Nº 88, próximo al casco Urbano de la Ciudad de Batán.

#### 11.2.2. VÍAS DE ACCESO

Las vías de acceso y zonas adyacentes al establecimiento tienen una superficie pavimentada, dura, apta para el tráfico de vehículos, con canaletas de drenaje. Se prevé en el diseño del edificio un lugar especialmente adecuado para este fin, así como un espacio suficiente para la maniobra segura de los camiones y vehículos de transporte.

#### 11.2.3. EDIFICIO E INSTALACIONES

El edificio e instalaciones se construyen con materiales sólidos que permiten mantener el buen estado de la construcción y que no transmiten ninguna sustancia indeseable a los alimentos. La construcción es en ladrillo hueco sobre bases de hormigón armado, con revoque grueso y fino, y revestimiento adecuado en el interior. Se efectúa mantenimiento periódicamente, pintura y limpieza.

El interior de la planta dispone de espacio suficiente para realizar de manera satisfactoria todas las operaciones de elaboración de los productos. El ambiente e instalaciones se proyectan de forma que permitan una fácil y ordenada limpieza y faciliten la debida inspección de la higiene del alimento y de su entorno. Pisos, paredes, superficies y aberturas son de superficies impermeables, lavables y antideslizantes, sin grietas y fáciles de limpiar y desinfectar. y de colores claros, con un adecuado nivel de iluminación. A continuación se explica en detalle cada uno de estos ítems.

## PISOS

Como material de revestimiento para los pisos se emplean cerámicos de gres de alta resistencia, de 40 centímetros de lado, sellados con adhesivos juntas epóxicas de alta resistencia y al ras de la superficie. Se construyen con pendiente del 1% para que los líquidos escurran fácilmente hacia canaletas o sumideros y facilitar el lavado.

Se prevé mantenerlos sanos, sin depresiones o grietas que acumulen agua, tampoco con baldosas flojas, faltantes o rotas. Los desagües y rejillas de sumideros, están completas y aseguradas al piso para que no haya desplazamiento.

## PAREDES

El sector de elaboración tendrá un friso impermeabilizado y lavable de color claro hasta una altura de 1,80 m., compuesto de azulejos con revoque grueso debajo. Como material para el resto de las paredes se empleará revoque grueso y fino a la cal, pintado. Revestimientos fáciles de limpiar y desinfectar.

Los ángulos entre las paredes y el piso y entre las paredes y el techo son abovedados para facilitar su lavado y evitar la acumulación de elementos extraños. Las superficies azulejadas están completas, sin rajaduras y/o con azulejos faltantes y/o marcados por golpes y/o flojos. La superficie lisa, se mantiene sin pintura descascarada y sin manchas de humedad.

Las instalaciones eléctricas están embutidas en la pared y las externas dentro de canaletas plásticas aseguradas a la misma. Todos los toma corriente están tapados con tapa plástica.

## TECHOS

Se construyen de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y la formación de mohos y costras.

El material de construcción de los mismos es cielorraso plástico de PVC rígido, dispuesto como vainillas de pared a pared.

## ABERTURAS

Las ventanas y cualquier otro tipo de aberturas están construidas de forma que impidan la acumulación de suciedad y sean fáciles de limpiar y están provistas de medios que eviten el ingreso de insectos u otros animales. Para las puertas se emplean unidades construidas en PVC. Cuentan con cortinas y batiente, y se han reducido al mínimo las luces entre la hoja y los marcos.

En el caso de las ventanas, estas son de un paño fijo, de doble vidrio, sin relieve con respecto al nivel de la superficie de la pared y con dintel en ángulo mayor a 45 grados para evitar acumulaciones de suciedad o elementos extraños.

## FLUJO DE OPERACIONES

Las diversas operaciones o etapas a cumplirse en la elaboración de los productos mantienen un flujo estricto en un sentido determinado, de modo que no haya superposición de etapas o fases que puedan causar contaminación cruzada por contacto con una etapa anterior. Esto se asegura mediante una adecuada distribución en planta, que adopta la conformación en "U" y el principio de marcha adelante (Capítulo 13).

## ILUMINACIÓN

La iluminación es natural y artificial, permitiendo la realización de las tareas efectivamente, sin alterar la visión de los colores y

distinción de detalles, para no comprometer la higiene de los productos.

Los artefactos de iluminación son de luz blanca y ópticas cerradas con alto grado de hermeticidad, para reducir el ruido y la absorción de humedad. Se cuenta con tubos fluorescentes, preferibles por su bajo consumo y porque generan menos calor en el ambiente y poseen un mayor rendimiento luminoso. Estos permanecen encapsulados y con protección de acrílico antiroturas. Se seleccionan 300 luxes como nivel de iluminación para las salas de elaboración y depósito, y 150 luxes para el resto de las instalaciones (Ley N° 19.587), aportados por artefactos de 200W de potencia.

Esto se complementa con luz natural, para efectuar ahorro de energía y buena eficiencia luminosa, cuidando de evitar las luces directas y destellos a la vista de operadores, ausencia de cambios agudos de iluminación durante el día y asegurando la uniformidad de la iluminación en el lugar de trabajo. Se asegura de este modo una iluminación adecuada y eficiente en todos los planos de trabajo.

#### VENTILACIÓN

Durante las horas de trabajo el aire se renueva por lo menos tres veces por hora. Los sistemas de extracción de aire aseguran una buena recirculación y limpieza del aire, los filtros correspondientes se mantienen limpios y sanos.

En aberturas con paños móviles distribuidas en la planta excepto en la sala de elaboración, se cuenta con telas mosquitero sanas y limpias.

#### SERVICIOS HIGIÉNICOS. INSTALACIONES DE ASEO.

Se dispone de servicios higiénicos separados para hombres y mujeres en cantidad adecuada al volumen de trabajadores. Cada uno de estos tiene 2 sanitarios y duchas, considerando que el total de trabajadores en la planta es de 9 personas. Estos servicios se mantienen en buen estado de conservación e higiene, ya que se ha designado una persona de limpieza para este fin. Además poseen buena iluminación y ventilación. En el acceso a la sala de elaboración se ubican lavamanos, provistos de jabón líquido y medios higiénicos para secarse y cestos de basura. Las instalaciones cuentan con tuberías debidamente sifonadas que llevan las aguas residuales a los desagües.

Estos servicios están aislados del sector de elaboración, de las duchas y de los lavabos, con piso y paredes impermeables hasta 1,80 metros de altura.

#### INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE DESECHOS

Se cuenta con un cuarto destinado para almacenar los desechos y materiales no comestibles (restos de envases, etc.) hasta la eliminación de los mismos. Este sector que no está comunicado en forma directa con el de elaboración, se mantiene siempre con la puerta cerrada y está provisto de alcantarillado del lado interno para impedir la salida eventual de líquidos contaminantes.

Se dispone de depósitos de plástico rotomoldeado, aptos para almacenar todo tipo de residuos, provistos de tapa y con bolsa para almacenar los residuos de la preparación de los productos de panadería y eliminarlos diariamente o en cuanto sea posible al depósito central o al contenedor externo. Los cestos están cerrados y se mantienen tapados para evitar la emanación de aromas e impedir el acceso de plagas. Los recipientes y contenedores son lavados y

desinfectados diariamente, después de su uso. Poseen ruedas reforzadas, cierre semi hermético y manijas, y son resistentes a la intemperie.

#### ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

La planta dispone de suficiente cantidad de agua potable para los requerimientos de la elaboración y de limpieza de la planta y demás operaciones higiénicas de los almacenes y de los servicios higiénicos del local. El agua cumple con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano, señalados en las normas aplicables. Se prevén sistemas que garanticen una provisión permanente y suficiente de agua potable, que son mantenidos y protegidos de manera que se evite la contaminación del agua.

La calidad del agua se controla de la siguiente manera: diariamente se efectúa la determinación del cloro libre, por medio del comparador de cloro, cuyo nivel mínimo será de 0.5ppm. Las muestras se tomarán en el punto de utilización, pero ocasionalmente puede ser útil tomar muestras en el punto de entrada del agua al establecimiento. Mensualmente se efectúa el análisis microbiológico y anualmente el físico químico, ambos por parte de laboratorios externos.

Con respecto a las instalaciones, se mantienen:

- Canillas sin pérdida de agua ni sarro acumulado en griferías.
- Tanque de agua aéreo externo con tapa y en buen estado de mantenimiento.
- Servicio anual de limpieza y desinfección de tanques de agua.

#### EVACUACIÓN DE EFLUENTES Y AGUAS RESIDUALES

La planta dispone de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, compuesto de conductos de evacuación

y sistemas de alcantarillado, distribuidos convenientemente en la sala de elaboración. Este se mantiene en buen estado de funcionamiento y está diseñado para soportar cargas máximas. Todos los conductos de evacuación incluidos los sistemas de alcantarillado están contruidos de manera que evitan la contaminación del abastecimiento de agua potable. (Capítulo 16)

### 11.3. DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO Y UTENSILIOS

#### MATERIALES

El material de preferencia en la industria alimentaria, para mesadas de trabajo y equipamiento, es el acero inoxidable sanitario. Es por esto que los equipos adquiridos están contruidos en este material, así como las mesadas de trabajo y de apoyo de utensilios presentes en los sectores de elaboración y las instalaciones de limpieza.

Las estanterías de chapa galvanizada pintadas con pintura epoxi se utilizan en la cámara de refrigeración teniendo en cuenta el mantenimiento preventivo necesario para que no aparezcan manchas de óxido o pintura descascarada. En el depósito de las materias primas no perecederas se emplean pallets, para mantener la matetria prima a una altura de 0,10 m del piso. Con esto se busca que la acumulación de polvo, tierra y contaminación del medio ambiente de los productos sea la mínima posible.

#### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El diseño y la construcción de los equipos y utensilios empleados, permite la fácil limpieza, desinfección e inspección. La instalación de los equipos se hace considerando la facilidad de acceso para poder realizar las limpiezas profundas que correspondan. El

horno cuenta con equipo extractor, con capacidad suficiente para retirar los humos y vapores resultantes del proceso de horneado.

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS UTENSILIOS

Los contenedores de residuos cuentan con carteles que indican su condición para que no puedan ser confundidos. Se tienen diferentes utensilios para manipular ingredientes crudos y cocidos, fácilmente diferenciables a simple vista por su color.

### 11.4. HIGIENE DE LAS INSTALACIONES, EQUIPOS Y PERSONAL

#### 11.4.1. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La buena higiene exige una limpieza eficaz y frecuente de la planta, equipos (batidoras, mesadas de trabajo, balanzas, etc.), utensilios (recipientes, bandejas, espátulas, palas, etc.) y vehículos de transporte para eliminar la suciedad, restos de masa, de materias primas y de productos que pueden servir como medio para que se desarrollen microorganismos y constituir una fuente de contaminación para los productos.

Se tomarán en cuenta las siguientes definiciones de los términos:

**Limpieza:** es la eliminación de la "suciedad visible": residuos alimenticios, grasa, etc. usando combinada o separadamente según el caso, métodos físicos (raspado, cepillado, etc.) y métodos químicos, mediante el uso de detergentes, desengrasantes.

**Desinfección:** es la reducción del número de microorganismos vivos, que generalmente no incluye la eliminación de las formas resistentes (esporas). Se utilizan productos químicos desinfectantes.

**Saneamiento o Higienización:** limpieza más desinfección.

#### 11.4.2. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA HIGIENE

Para facilitar el control de la higiene se crea un cronograma de limpieza y desinfección, que incluye un procedimiento específico para esas tareas. Esto sirve como protocolo para los que realizan las tareas de saneamiento.

El cronograma de limpieza y desinfección, específico para cada equipo, herramientas auxiliares y utensilios, consta de:

- quién hará la limpieza y desinfección, Responsable.
- cada cuánto, Frecuencia.
- qué es lo que hay que limpiar y desinfectar, Equipo y Partes.
- cómo tiene que hacerlo, Procedimiento.

#### 11.4.3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y UTENSILIOS

La falta de mantenimiento de equipos y utensilios puede dar lugar a contaminaciones directas de los productos. La realización de un mantenimiento preventivo en cuanto a ajuste de las partes móviles del equipamiento previene la aparición de tornillos, arandelas metálicas o remaches en el interior de los productos de panadería. Es por esto que se prevé el cumplimiento estricto, en tiempo y forma, de lo estipulado en cuanto a mantenimiento en los manuales de uso de cada equipo.

Se verifica que el equipamiento no libere aceite que pueda entrar en contacto con el producto. El aceite lubricante empleado para tal fin es de grado alimenticio.

Además se contempla la revisión permanente y remoción de elementos (partes de equipos, utensilios) que no se encuentran en condiciones aptas por roturas, desgaste, daño, etc.

#### 11.4.4. HIGIENE DEL MANIPULADOR

Se prevé que todo el personal mantenga una esmerada limpieza personal durante el trabajo de elaboración, por medio de instalaciones adecuadas para la higiene. Llevan ropa protectora, cofia y calzado antideslizante. Todos estos artículos son lavables y se mantienen limpios. Los empleados dedicados a la elaboración ingresan por los vestuarios para dejar la ropa de calle y ponerse la correspondiente para el trabajo. En los vestuarios hay lockers donde conservan sus efectos personales. Las duchas disponen de agua fría y caliente, y cortina plástica de baño. Las piletas o lavabos disponen de agua fría y caliente, jabón líquido en dispenser de pared, toallas de papel descartables para el secado de las manos y un cesto papelerero para desecharlas.

Todos los manipuladores son sometidos a examen médico como requerimiento previo al ejercicio de manipulador, este examen se repetirá anualmente y en otras ocasiones en que esté indicado, por razones clínicas o epidemiológicas.

Se toman las medidas necesarias para que ninguna persona de la que se sepa o sospeche, que padece o es portador de una enfermedad susceptible de transmitirse por los alimentos, o posea heridas infectadas, infecciones cutáneas, plagas, diarrea, pueda trabajar en la planta. El manipulador separado del trabajo podrá reintegrarse a él, cuando el médico extienda un certificado de habilitación.

Todo manipulador mientras está trabajando, se lava las manos de manera frecuente y minuciosa, en los lavabos ubicados para tal fin en la sala de elaboración, específicamente en la zona de ingreso a la misma. Se lavan siempre las manos antes de iniciar el trabajo,

inmediatamente después de haber hecho uso de los sanitarios, después de manipular material sucio y todas las veces que sea necesario. Se dispone avisos que indican la obligación de estas tareas.

Los manipuladores, incluidos administradores y personal de servicio reciben capacitación en higiene de los alimentos e higiene personal. La capacitación comprende los conceptos básicos de las BPM y HACCP.

#### 11.4.5. HIGIENE EN LA OPERACIÓN

Los insumos almacenados se mantienen en condiciones que eviten su deterioro, ya sea en la heladera como en el depósito de secos. Se aplica el principio, PEPS (Primero en entrar, primero en salir).

Las materias primas y los insumos se adquieren de distribuidores conocidos y debidamente certificados y muestran características de calidad y salubridad aprobados. Todos ellos cuentan con el certificado de *libre de gluten* como requisito excluyente. Se exige la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas en los casos que corresponda (harinas). Sólo se aceptan si los envases y el contenido presentan un buen estado de conservación, etiquetas legibles y fechas de vencimiento vigentes. Asimismo, se observa que se cumplan los requisitos de calidad de los manuales específicos de cada uno de los productos.

#### PROCEDIMIENTOS DE HIGIENE

Se aplican rigurosamente los procedimientos de limpieza, desinfección y control de plagas señalados a continuación, para

reducir cualquier riesgo de contaminación de los productos terminados.

Una higiene adecuada se asegura mediante una limpieza eficaz y regular de la planta, incluidos los equipos y utensilios utilizados en la actividad de la elaboración, para eliminar los residuos de alimentos y suciedad. Después del proceso de limpieza, se aplica la desinfección para reducir el número de microorganismos que hayan quedado después de la limpieza.

#### LIMPIEZA

Se eliminan de las superficies de trabajo (mesas, bateas, batidoras, etc.) los residuos gruesos, cepillando o raspando con espátula (trozos de masa seca, capas de grasa o suciedad) y agregando agua caliente para arrastrar el material retirado. Se aplica una solución tibia de detergente alcalino para desprender la capa de suciedad y de bacterias, manteniéndolas de esta manera en solución o suspensión. Se enjuaga con agua tibia o fría, para retirar la suciedad desprendida y los residuos del detergente. Con respecto a la frecuencia, la limpieza es diaria al término de cada jornada de trabajo y en el caso de los equipos que se reutilizan, es al final de cada ciclo.

#### DESINFECCIÓN

La desinfección se efectúa por sustancias químicas, después de un proceso de limpieza que elimine la suciedad y desechos. Se emplea una solución desinfectante tibia, respetando las diluciones y tiempos de contacto especificados por el fabricante. Las soluciones se preparan, por lo tanto, siguiendo estrictamente las instrucciones de uso que aparece en el rótulo del producto y se preparan en el momento.

## 11.5. PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS

Todas estas tareas serán delegadas a una empresa tercerizada especializada en el rubro. En conjunto con la misma, se elabora y aplica un programa eficaz y continuo de prevención y control de plagas.

Este programa contempla que la planta y las zonas circundantes se inspeccionan periódicamente para cerciorarse de que no existe infestación. En caso de que alguna plaga invada la planta, se adoptan medidas de erradicación. Las medidas de lucha sea con agentes químicos, físicos o biológicos se aplican bajo supervisión directa del personal que conozca a fondo los riesgos que el uso de esos agentes pueda significar para la salud, incluidos aquellos que surjan de los residuos retenidos en los productos.

Dentro de este esquema, se prevé que se empleen plaguicidas sólo si no pueden aplicarse con eficacia otras medidas de prevención. Antes de aplicarlos se tendrá cuidado de proteger todos los alimentos, equipos y utensilios contra la contaminación, mediante su evacuación de la zona a desinfectar.

Los plaguicidas y otros productos químicos que pudieran ser utilizados en este tipo de tareas son suministrados por la empresa encargada de esta actividad.

### 11.5.1. CONTROL DE VECTORES

#### ROEDORES

Se realizan por dos razones: para proteger la salud y para evitar o prevenir las pérdidas económicas ocasionadas por los roedores. Previo, a la aplicación de un programa de control de

roedores es necesario comprobar la presencia, el grado de infestación y el espacio de la planta donde las medidas de control serán más intensivas.

Los métodos prácticos para el control incluyen medidas de saneamiento ambiental, la protección de la planta contra el ingreso de roedores y el uso de productos rodenticidas, fumigación y técnicas de trampeo.

Medidas de saneamiento ambiental aplicables a la planta:

- Limpieza exhaustiva del local, retiro de toda clase de trastos, cajones, cajas y cualquier tipo de material que sirva de guarida a los roedores.
- Almacenamiento de la basura y residuos generados durante la comercialización de los productos en depósitos tapados y su retiro diario.
- Almacenamiento de las materias primas e insumos (harina, azúcar, etc.) en envases tapados para dificultar el acceso de los roedores a éstos.
- Mantener caños de agua bien cerrados, evitando las fugas que facilitan a los roedores el acceso al agua.
- Protección de la planta contra el ingreso de roedores.
- Barreras mecánicas para evitar el ingreso de los roedores a través de las aberturas (ventanas, orificios de ventilación, cables de teléfono, etc.).
- Tapas de buzón de desagüe protegidas con mallas.

Los rodenticidas se aplican a través de cebos, los cuales pueden ser preparados a partir de alimentos y aditivos o bien en el agua. Generalmente se utilizan, maíz, trigo o cebada enteros o molidos, nueces, frutas y líquidos). Los cebos se colocan en recipientes o cebaderos.

## INSECTOS

En las plantas alimenticias es frecuente encontrar dos variedades de cucarachas. Para el control de este vector se aplican dos tipos de medidas: medidas de saneamiento ambiental y la aplicación de insecticidas de efecto residual. Las primeras incluyen limpieza rigurosa de los ambientes, especialmente del interior de los hornos, rincones, etc.; conservación de alimentos en recipientes cerrados o bien tapados, utensilios bien lavados, eliminación de restos de masa de los equipos, etc. Estas son efectuadas por el personal de la planta y verificadas por la empresa controladora de plagas.

Todo lo referente al uso de productos químicos con fines insecticidas, será delegado al personal adiestrado de la empresa contratada para el control de plagas.

### 11.6. MEDIDAS DE SEGURIDAD

a. Se cuenta con dispositivos para cortar el flujo de combustible o de energía para el horno en caso de emergencia.

b. Las conexiones eléctricas (cables) están debidamente protegidas (empotradas) y los interruptores con tapa.

c. Se cuenta con extintores tipo ABC, de 10Kg, con fecha vigente y en lugares accesibles, y con salidas de emergencia convenientemente ubicadas. En la figura 11.1 se observa la distribución de ambos.

d. Se capacita al personal de la planta para actuar frente a emergencias.

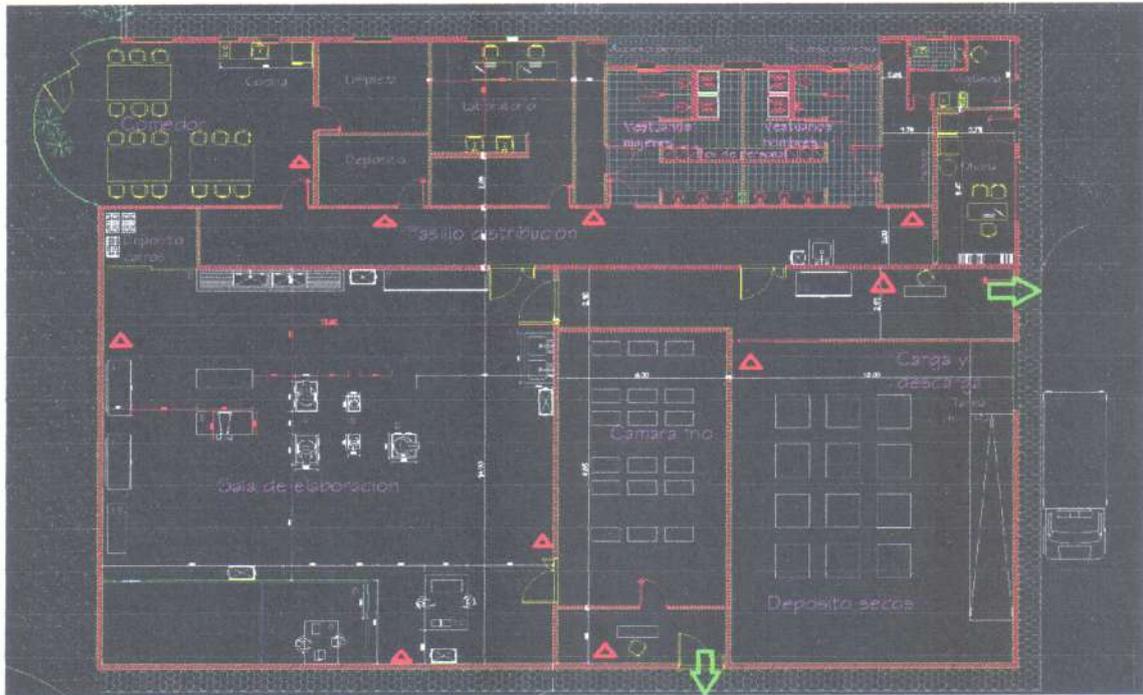
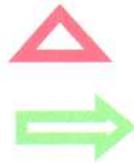


Figura 11.1: Distribución de extintores y salidas de emergencia.



Matafuego.

Salida de Emergencia.

## CAPITULO 12

### ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

El *Análisis de peligros y puntos críticos de Control* (APPCC o HACCP en inglés) es un sistema que permite identificar peligros específicos potenciales a lo largo de la cadena alimentaria y las medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. La filosofía de este Sistema se basa en la prevención implementada en el proceso y no en la inspección realizada en el producto final.

#### SIETE PRINCIPIOS DEL SISTEMA HACCP

Este sistema se basa en 7 principios que se detallan a continuación:

1. Conducción del análisis de peligros.
2. Identificación de los Puntos Críticos de Control en el proceso (PCC).
3. Establecimiento de los Límites Críticos.
4. Establecimiento de los requerimientos de monitoreo.
5. Establecimiento de las Acciones Correctivas.
6. Establecimiento de los procedimientos para verificar.
7. Establecimiento de los procedimientos efectivos de mantenimiento de registros.

En un principio, para una correcta aplicación del sistema HACCP, es de suma importancia la conformación de un equipo en el cual, las personas que lo constituyan, estén implicadas en distintas áreas de la producción. De esta manera se garantiza que el equipo disponga de conocimientos específicos y técnicos tanto del proceso

como del producto final. Por lo tanto, en este caso la composición del equipo será la siguiente:

- Representante de la dirección de la empresa
- Jefe de compras
- Encargado de la línea de producción (“maestro panadero”)
- Técnicos y operarios de distintos sectores (encargado de la recepción de materia prima, operario de la línea de producción).

Luego se realiza la descripción del producto, y la forma en que el mismo se consume para proseguir con la elaboración del plan HACCP:

*Tabla 12.1: Descripción del producto y forma en que se consume.*

Nombre: pan de molde libre de gluten.
Composición: Harina de soja, féculas de maíz y mandioca, leche en polvo, agua, aceite, azúcar, sal, levadura, antifúngico.
Consumidores: Dirigido a la población celíaca especialmente. Apto para todo consumidor.
Proceso de elaboración: se prepara un fermento con levadura, agua tibia, azúcar. Por otro lado se mezclan las harinas y féculas, luego se agrega el fermento, el agua restante, y finalmente la sal y materia grasa. Se fracciona, fermenta, hornea, enfría, envasa, almacena y posteriormente se distribuye.
Tipo de empaque: se expende cada unidad en bolsas de polietileno de alta densidad como envase primario, presentando como envase secundario cajas de cartón conteniendo 12 unidades.
Vida útil: 7 días.
Condiciones de venta / distribución: no exponer al sol y proteger del polvo. Conservar en lugar fresco y seco.
Indicaciones del rótulo: apto para el consumo humano directo.

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 12.2.- Descripción del producto y forma en que se consume.

Nombre: pre-pizza libre de gluten.
Composición: Harina de soja, féculas de maíz y mandioca, leche en polvo, agua, aceite, azúcar, sal, levadura, antifúngico.
Consumidores: Dirigido a la población celíaca especialmente. Apto para todo consumidor.
Proceso de elaboración: se prepara un fermento con levadura, agua tibia, azúcar. Por otro lado se mezclan las harinas y féculas, luego se agrega el fermento, el agua restante, y finalmente la sal y materia grasa. Se fracciona, fermenta, hornea, enfría, envasa, almacena y posteriormente se distribuye.
Tipo de empaque: se expende cada unidad en bolsas de polietileno de alta densidad como envase primario, presentando como envase secundario cajas de cartón conteniendo 12 unidades.
Vida útil: 7 días.
Condiciones de venta / distribución: no exponer al sol y proteger del polvo. Conservar en lugar fresco y seco.
Indicaciones del rótulo: apto para el consumo humano directo.

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación en las figuras 12.1 y 12.2, se muestran los diagramas de flujo de los productos en cuestión, para poder analizar los peligros y determinar los puntos en donde estos pueden presentarse.

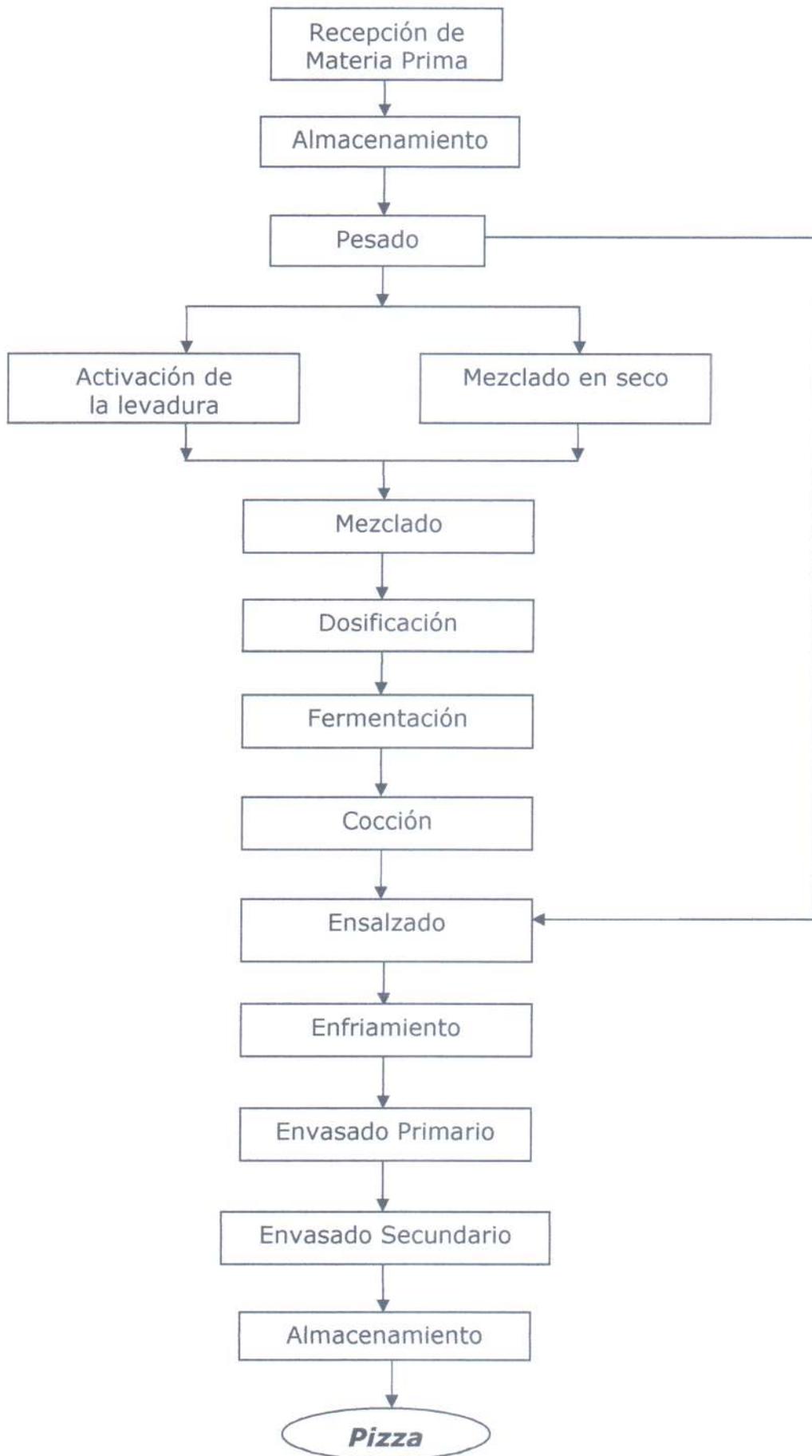


Figura 12.1: Diagrama de flujo para pizza.

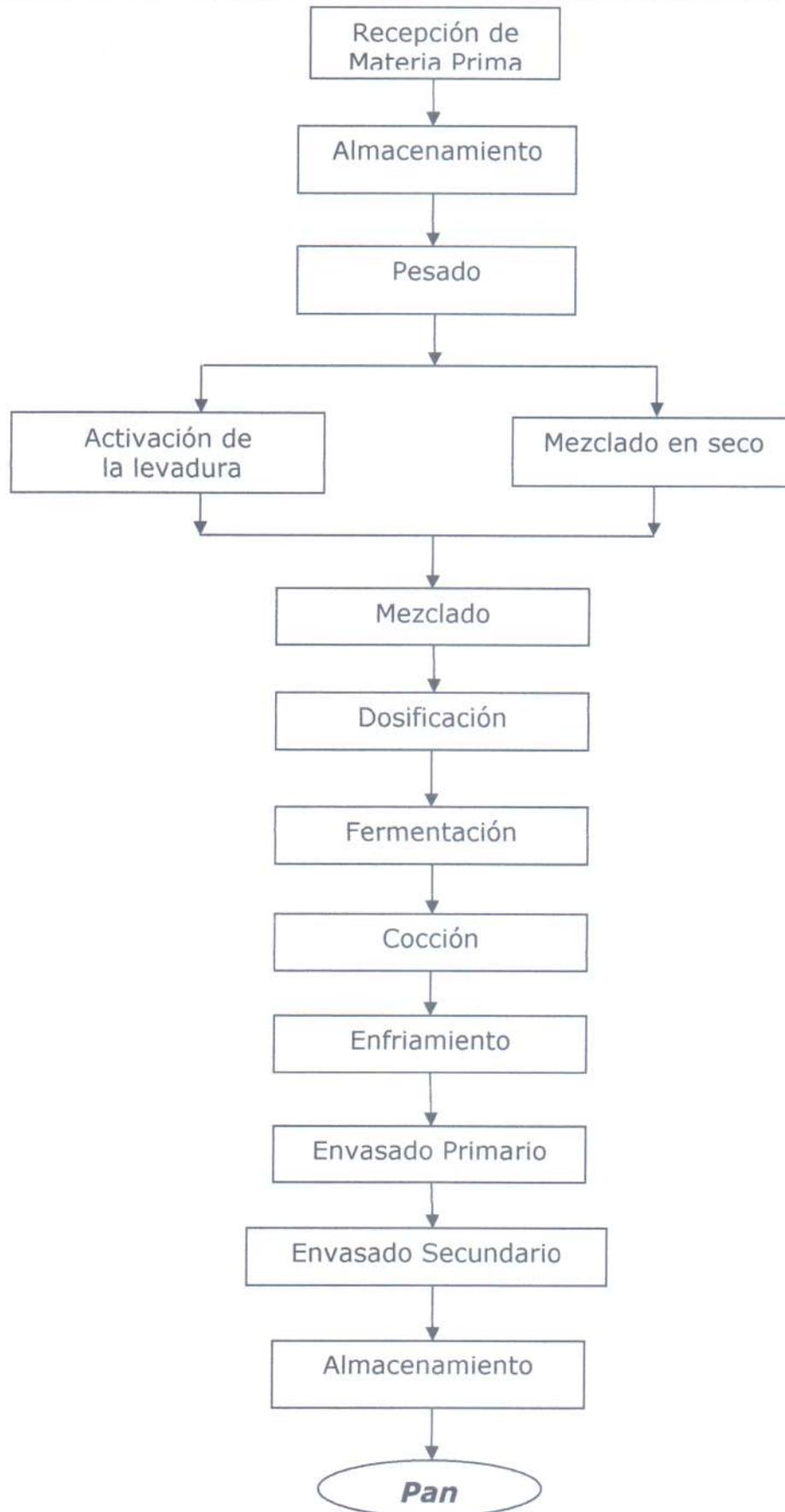


Figura 12.2: Diagrama de flujo para pan.

## 12.1. ANÁLISIS DE PELIGROS

Los peligros de importancia para la salud, asociados con cada paso o etapa en el diagrama de flujo, deben ser listados con la medida preventiva para controlarlos. Durante el análisis, el significado potencial de cada peligro debe ser evaluado considerando su riesgo, derivado de la severidad y la probabilidad de ocurrencia del peligro en cuestión (Yeannes, 2009).

En este sentido, se enumeran a continuación los posibles agentes de naturaleza biológica, física o química, con potencial para causar daño a la salud del consumidor, denominados *peligros*.

### 12.1.1 PELIGROS BIOLÓGICOS

Estos son los principales microorganismos o metabolitos patógenos que, ante su presencia en el producto final, ponen en riesgo la salud al consumidor.

#### AGUA

Los organismos patógenos que pueden ser transmitidos por el agua son bacterias, virus y protozoarios que pueden crecer en las vías intestinales y salir del cuerpo por las heces.

Las bacterias patógenas más importantes que se pueden transmitir por el agua son la *Salmonella typhi* que produce fiebre tifoidea y el *Vibrio cholerae*, responsable del cólera (Forsythe, 2003).

Entre las bacterias más comunes que se encuentran en las aguas naturales están: *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*

(enterococos), *Escherichia coli* y *Listeria monocitogenes* (Forsythe, 2003).

### *Salmonella*

Pertenecientes a la familia de Enterobacteriaceae, la mayoría de las especies de este género se consideran patógenas para el hombre y se relacionan con la fiebre tifoidea (causada por *Salmonella typhi*).

Son organismos asporógenos, facultativamente anaerobios y termosensibles. Su registro de crecimiento se encuentra desde temperaturas por debajo de los 5°C hasta 47°C, con óptimo a 37°C. Se caracterizan por ser huéspedes habituales del tracto gastrointestinal, y como consecuencia, se encuentran diseminadas por medio de las heces al suelo, agua y alimentos (Adams, 1997).

Si bien se conoce a la salmonelosis como una infección zoonótica (los animales infectados son la fuente principal de la enfermedad), su transmisión es vía fecal-oral (el contenido intestinal del animal infectado es ingerido con un alimento o con el agua) y un tratamiento incorrecto de tiempo/temperatura (que permita el crecimiento de las salmonelas) cooperaría en la aparición del brote.

Los portadores humanos son generalmente menos importantes que los animales en cuanto a la transmisión. No obstante, estos pueden transmitirla mediante el contacto de sus manos contaminadas fecalmente con un alimento que será consumido sin una cocción adecuada. En el caso de los productos vegetales, la utilización de agua de riego contaminada o de deyecciones humanas y de estiércol de los animales como abono, pueden ser factores de gran importancia en cuanto a la transmisión de estos microorganismos. Esto se ve reflejado en el caso de los cereales, los cuales pueden ser

infectados mediante la utilización de agua contaminada, o de estiércol de animales infectados como abono.

*Medida preventiva:* suministro de agua potable para consumo humano. Correcta cocción del producto y aplicación de BPM.

### *Vibrio cholerae*

Los vibrio enteropatógenos son bacilos cortos Gram-negativos que crecen entre los 5 y 43°C, presentando su óptimo en torno a 37°C. Una de las características más importantes, es su bajo requerimiento nutricional para su crecimiento, el cual le permite hallarse en el agua (vehículo de infección).

La infección desarrollada por la bacteria *Vibrio cholerae* se manifiesta por diarrea, vómitos, cólicos y se conoce como "cólera". El cólera es considerado principalmente una infección transmitida por alimentos que han estado en contacto con agua contaminada o con manipuladores que presentan contaminación fecal en sus manos (transmisión fecal-oral).

*Medida preventiva:* suministro de agua potable para consumo humano y BPM (higienizar correctamente las manos, evitar el contacto de moscas y otros insectos, etc). Cocción adecuada (tratamiento correcto tiempo/ temperatura).

### *Aeromonas*

*Aeromona hydrophyla* es considerada la principal especie patógena que se transmite por alimentos. Son bacilos Gram-negativos, que crecen óptimamente en torno a los 28°C. Su característica más importante es su capacidad para crecer a

temperaturas inferiores a las de refrigeración. Y a pesar de su escasa resistencia a la presencia de cloro, se encuentra en el agua potable, y en consecuencia en gran cantidad de alimentos frescos. Por lo tanto, si bien las aeromonas no sobreviven ni siquiera a los tratamientos suaves de cocción, pueden ser introducidas a los alimentos después de su procesamiento como contaminantes de un producto no cocido o con agua contaminada (Adams, 1997).

Generalmente, a la infección causada por este género se le asocia con la gastroenteritis (principalmente copiosa diarrea acuosa). Mientras que la especie *A. hydrophyla* produce una serie de factores potenciales de virulencia que incluyen varias enterotoxinas citotóxicas y citotónicas termolábiles (actúa como la toxina colérica).

*Medida preventiva:* suministro de agua potable para consumo humano.

#### *Pseudomonas aeruginosa*

Es un bacilo gram negativo móvil, aerobio, que pertenece a la familia *Pseudomonadaceae*. Su temperatura óptima de crecimiento es de 37 °C, y es capaz de crecer a temperaturas tan altas como 42 °C (Adams, 1997).

Debido a su supervivencia en diferentes medios y condiciones físicas, se lo considera ubicuo y comúnmente se lo encuentra en el polvo, el agua, las plantas y verduras, medio ambiente marino y animales.

Si bien su predilección son los ambientes húmedos la *P. aeruginosa* es primariamente un patógeno hospitalario y causa enfermedad en forma frecuente a huéspedes normales. Se lo

considera un patógeno oportunista en humanos y también en plantas. Los factores que contribuyen a la patogénesis y virulencia incluyen la capacidad de adherencia, producción de toxinas y producción de glycocalix (Todar, 2008; Maimone, 2004).

La adherencia de la *Pseudomona* al epitelio celular, se ve favorecida por la injuria celular (adherencia oportunista.) Procesos tales como la intubación, cateterización urinaria, y trauma que crea injuria celular, pueden facilitar la adherencia de la *Pseudomona* (Maimone, 2004).

Las toxinas pueden cuasar necrosis y la producción de glycocalix puede favorecer la formación de un biofilm mucoso alrededor de las colonias de *Pseudomona*, formando una barrera contra las defensas del huésped, los antibióticos y desinfectantes (Maimone Stella, 2004).

Con lo que respecta a las infecciones producidas, se encuentra en huéspedes inmunocomprometidos, otitis externa y media, infecciones respiratorias, infecciones del tracto urinario, e infecciones de herida en pacientes quemados.

Otras infecciones como osteomielitis, artritis, infecciones de piel, infecciones gastrointestinales han implicado a *Pseudomonas*.

La contaminación del agua corriente, de piletas, palanganas, tanques de hidroterapia, máquinas de hielo y otros reservorios del medioambiente hospitalario con agua han sido fuente de infección de *P. aeruginosa* (Todar, 2008).

*Medida preventiva:* suministro de agua potable para consumo humano y correcto tratamiento de cocción tiempo/ temperatura.

### *Escherichia coli*

Es un organismo mesófilo, gran negativo, que crece a temperaturas desde 7°C a 50°C (temperatura óptima a los 37°C), no representa termorresistencia acusada y no es esporógeno. Existen cuatro clases principales de *E. coli*, las cuales se manifiestan con diarreas, vómitos, fiebre, heces con sangre y moco, inflamaciones intestinales, etc., dependiendo el caso. En lo que respecta a las *E. coli* enterohemorrágicas, se encuentra con mayor frecuencia en personas el sero tipo O157:H7, capaz de causar enfermedades tales como colitis hemorrágica, el síndrome urémico hemolítico y la púrpura trombótica trombocitopénica (Adams, 1997).

La presencia de este organismo en los alimentos se debe a la contaminación durante el riego de los cereales (polución fecal de las redes de abastecimiento de agua), y a la manipulación inadecuada por parte de los operarios portadores. Debido a su escasa resistencia a temperaturas extremas (más de 65°C o menos de 18°C), la detección en alimentos tratados es orientativa de contaminación reciente (Calaveras, 1996).

*Medida preventiva:* El agua potable debe estar libre de material cloacal, determinándose por la cuantificación de bacterias coliformes. Cocción adecuada (tratamiento tiempo/temperatura).

### *Listeria monocitógenes*

Es un organismo patógeno, que crece en un amplio intervalo de temperaturas, desde 0 a 42°C, con un crecimiento óptimo entre los 30 y 35°C. Si bien su presencia en el ambiente indica que la exposición humana es frecuente, la incidencia de la infección es baja ya que solo tiene lugar la infección si un individuo sensible (personas

embrazadas, ancianos, personas muy jóvenes e inmunocomprometidos) esta expuesto a una dosis suficientemente elevada de la cepa virulenta. Los síntomas de la enfermedad ocasionada pueden variar desde los correspondientes a una enfermedad benigna parecida a la influenza hasta los de una meningitis o meningoencefalitis (Adams, 1997).

Su distribución amplia en el ambiente y su capacidad para crecer en la superficie de la mayoría de los alimentos no ácidos, permite que este organismo se introduzca en la cadena alimentaria y se multiplique con gran facilidad. Esto puede observarse en los cereales que son contaminados durante el riego, por medio de agua portadora de dichos patógenos.

*Medida preventiva:* suministro de agua potable para consumo humano. Cocción adecuada de los alimentos (temperaturas mayores a 60°C)

Si bien el agua es uno de los componentes que se encuentra en mayor proporción durante la elaboración de panificados, las bacterias que pueden ser transmitidas por este medio, Gram-negativas, son eliminadas del agua mediante un tratamiento adecuado y el mantenimiento con cloro libre a una concentración de 0.6 ppm.

## HARINAS

En los distintos cereales pueden hallarse hongos capaces de producir toxinas con efectos indeseables para el humano. Estas son metabolitos secundarios tóxicos con diferentes propiedades químicas, biológicas y toxicológicas, conocidas como *micotoxinas*.

Una micotoxina se considera importante si se ha demostrado su capacidad para tener efectos considerables sobre la salud de las personas y la productividad de los animales en diversos países (FAO, 2003).

Según dicho criterio, en la tabla 12.3 se muestran los mohos y micotoxinas considerados de importancia mundial (Miller, 1994; FAO, 2003).

Tabla 12.3 - Mohos y micotoxinas de importancia mundial

Especie de moho	Micotoxinas producidas
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> y G <sub>2</sub>
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxinas B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub>
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	Toxina T-2
<i>Fusarium graminearum</i>	Desoxinivalenol (o nivalenol) Zearalenona
<i>Fusarium moniliforme</i> ( <i>F. verticillioides</i> )	Fumonisina B <sub>1</sub>
<i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratoxina A
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ocratoxina A

Fuente: FAO, 2003

Si bien se conocen dichas micotoxinas indeseables para el humano, se detallan a continuación las que se encuentran principalmente asociadas a problemas de toxicidad alimentaria

presentes en granos como el maíz, trigo, cebada, arroz, maní, etc. (Díaz, 2005).

Los principales hongos contaminantes de alimentos y los tipos de toxinas que producen, se detallan en la siguiente tabla 12.4.

Tabla 12.4: Alimentos y hongos asociados a las micotoxinas.

Micotoxinas	Alimentos	Hongos asociados
Aflatoxinas	Maní, pistacho, nueces, maíz, semilla de algodón y cereales	<i>Aspergillus paraciticus</i> , <i>A. flavus</i>
Fumonisinias	Maíz y otros cereales	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>F. proliferatum</i>
Ocratoxina	Legumbres, cereales y granos de café	<i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i>
Tricoticeños	Trigo, maíz	<i>Fusarium tricinctum</i> , <i>P. poae</i> y otras especies de <i>Fusarium</i>

Fuente: Sharma, 2004.

En cuanto a la toxicidad crónica, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica varias micotoxinas como carcinógenas o potencialmente carcinógenas para el hombre, de acuerdo a los siguientes grupos (Soriano del Castillo et al., 2007):

- Grupo 1: el agente es carcinógeno en humanos
- Grupo 2A: agente probablemente carcinógeno en humanos; existe limitada evidencia sobre humanos pero suficiente con animales.
- Grupo 2B: agente posiblemente carcinógeno; la evidencia en humanos es limitada y tampoco hay suficiente evidencia con animales de experimentación.

- Grupo 3: el agente no es clasificable como carcinógeno para humanos, y no puede incluirse en otro grupo.
- Grupo 4: el agente probablemente no es carcinógeno en humanos; la evidencia disponible, tanto en humanos como de experimentación animal, así lo sugiere (Soriano del Castillo et al., 2007).

Según dicha clasificación se obtiene la tabla 12.5., la cual resume la evaluación por la IARC.

Tabla 12.5: Clasificación de las micotoxinas según la IARC.

Micotoxina	IARC
Aflatoxinas	1
Aflatoxina M <sub>1</sub>	2B
Fumosina B <sub>1</sub>	2B
Ocratoxina A	2B
Patulina	3
Toxinas derivadas de <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. crookwellense</i> ( zearalenona, deoxinivalenol, nivalenol y fusarenona X)	3
Toxinas derivadas de <i>Fusarium sporotrichioides</i> ( toxina T-2)	3

Fuente: Soriano del Castillo ,2007.

Así como se observa en la tabla, las aflatoxinas se consideran las micotoxinas de mayor peligro para la salud, en especial por su potencial hepatocarcinógeno. Entre las cuales, la aflatoxina B<sub>1</sub> es la considerada como la de mayor riesgo (Soriano del Castillo et al., 2007).

Dadas las evaluaciones y clasificaciones realizadas en las distintas tablas, se consideran en este caso a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, como productores principales de las micotoxinas más importantes transmitidas por las harinas de distintos cereales (alfatoxinas, fumonisina y ocratoxina respectivamente).

### *Aspergillus*

Las especies del género *Aspergillus* son mayoritariamente ubicuas, aislándose de diferentes sustratos, aunque con mayor frecuencia en climas calidos (Soriano del Castillo et al., 2007).

Junto con *Penicillium*, se encuentran durante el almacenamiento de los cereales. Adaptados a las condiciones casi constantes del mismo, generalmente crecen con actividades de agua mas bajas que los hongos que se encuentran durante la cosecha (Adams, 1997). Tambien puede acontecer que el cereal sea infectado durante su crecimiento, en el cual el *Aspergillus* suele producir los metabolitos tóxicos antes de la recolección y almacenamiento (Adams, 1997).

Debido a la capacidad de formar grandes cantidades de pequeñas esporas resistentes al daño de la desecación y luz, el *Aspergillus* consigue dispersar sus esporas por el aire, del mismo modo que las partículas de polvo seco, mediante la perturbación física y el viento. De esta manera alcanzan diferentes sitios y son responsables de gran parte de la alteración de alimentos.

Especies como *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, presentan interés industrial debido a su producción de micotoxinas. Ambas especies se aíslan frecuentemente en zonas tropicales y subtropicales y presentan una afinidad especial por frutos de nuez y semillas de oleaginosas. Los cultivos de maíz y semillas de algodón se

encuentran habitualmente contaminados por *A. flavus* y *A. parasiticus*; de la misma manera, se aíslan de cereales y especias. Su crecimiento se produce entre 10°C a 43°C, siendo su óptimo entre 32 y 33°C. La incidencia en alimentos de las restantes especies descritas como productoras es prácticamente nula por el momento (Soriano del Castillo et al., 2007).

La micotoxina mencionada anteriormente se conoce con el nombre de *aflatoxina* y es uno de los compuestos más cancerígenos que se conocen. Las toxinas se desarrollan entre 12 y 40°C ( $a_w$  entre 0,95-0,99), pero en condiciones de humedad elevada y altas temperaturas se pueden originar las concentraciones más elevadas en los alimentos, sobrepasando el límite máximo fijado por la FAO y la OMS (20 µg/ kg en alimentos destinados al consumo humano). Un rango efectivo de temperaturas capaz de descomponer estas micotoxinas se encuentra entre los 237 y 306°C. Cabe destacar que la eficacia del tratamiento, no solo depende de una temperatura mayor a los 150°C, sino también es función de la humedad y el pH del medio (Adams, 1997; Soriano del Castillo et al., 2007).

*Medida preventiva: aplicación de BPA, BPM (condiciones adecuadas de almacenamiento) y cocción adecuada del producto.*

### *Fusarium*

Se encuentra ligado a las alteraciones que sufren los cereales después de la recolección de las cosechas almacenadas, así como también, se relaciona a la producción de una gran cantidad de micotoxinas químicamente diferentes. Estas micotoxinas pueden estar presentes en los cereales y sus productos, llegando así a la cadena alimenticia de los humanos (Adams, 1997).

Las toxinas más comunes producidas por especies de *Fusarium* son los tricotecenos, la zearalenona y las fumonisinas (Soriano del Castillo et al., 2007).

Los tricotecenos son un grupo de metabolitos secundarios con una estructura básica similar, los cuales se clasifican en dos grupos: tricotecenos A (toxinas T-2, HT-2 y el diacetoxiescirpenol) y los del tipo B (deoxinivavenol, sus derivados y el nivavenol) (Soriano del Castillo et al., 2007).

Puede destacarse, que uno de los compuestos mas tóxicos de los tricotecenos (inmunosupresores), es la toxina T-2 (metabolito de *Fusarium*) la cual se metaboliza rápidamente a HT-2. La exposición a dicha toxina ocasiona desde lesiones en las membranas mucosas de la boca, garganta y estómago, hasta lesiones en la médula ósea, anemia y hemorragias en la piel. Esta enfermedad se encuentra asociada al consumo de cereales enmohecidos (Adams, 1997).

Se conoce que la actividad de agua mínima para el crecimiento de *F. sporotrichioides* (especie productora de T-2) es 0,88 y el límite máximo notificado es superior a 0,99. Las temperaturas mínima, óptima y máxima para el crecimiento son -2, 22,5 a 27,5 y 35,0°C, respectivamente. Las condiciones necesarias para la producción de toxinas T-2 y HT-2 se encuentran generalmente en el rango de temperaturas de 7-25°C. Sin embargo, estas micotoxinas también pueden sintetizarse a mayores temperaturas, pero en estas condiciones la amplia competencia con hongos de otros géneros no lo hace viable (FAO, 2003; Soriano del Castillo et al., 2007).

Respecto al segundo grupo (tipo B), se conoce que la presencia de la toxina deoxinivalenol (DON) es mas común que la T-2 en cosechas de trigo y cebada. No obstante, la toxina DON es mucho

menos dañina, ya que la enfermedad desarrollada implica vómitos y diarrea. En este caso, es la especie *F. graminearum* la responsable de desarrollar dicha toxina en un rango de temperatura óptima de 24 a 26°C, con una aw mínima de 0.9. La enfermedad que esta genera se encuentra relacionada con el consumo de trigo, cebada, centeno, avena y arroz contaminados por dicha especie (FAO, 2003; Adams, 1997).

La toxina zearalenona, se conoce que ocasiona una toxicosis conocida como "vulvovaginitis porcina" en hembras porcinas jóvenes. En humanos no se han reportado efectos adversos debidos a la zearalenona (Requena et al., 2005).

En cuanto a las fumonisinas, son producidas esencialmente por *Fusarium moniliforme* y su mayor producción tiene lugar en sustratos con una actividad de agua superior a 0,91 y a una temperatura comprendida entre 15 y 28 °C, encontrándose su óptimo entre los 22,5 y 27,5°C. (Engormix, 2009; FAO, 2003).

Existen 6 tipos de fumonisinas, sin embargo, las que suelen encontrarse con más frecuencia y las más importantes son la fumonisina B1 (FB1) y la B2. La FB1 y FB2 pueden hallarse como contaminantes naturales, en los cereales, preferencialmente en el maíz y subproductos del maíz (Engormix, 2009).

Si bien no hay una evidencia directa para afirmar que las fumonisinas causen problemas de salud en los humanos, se la ha relacionado en varias ocasiones con problemas de cáncer de esófago, de estomago y con problemas de síntomas gastrointestinales adversos como diarreas y espasmos dolorosos.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) concluyó que los estudios cuantitativos disponibles no son suficientes para evidenciar que las fumonisinas ingeridas por vía oral, sean carcinogénicas para los humanos. Es por esto que fueron consideradas como "posibles carcinogénicas" y se incluyeron en el grupo 2B mencionado anteriormente (Engormix, 2009).

Si bien las fumonisinas no se han considerado carcinogénicas, puede reducirse su presencia mediante un tratamiento adecuado tiempo/ temperatura durante la cocción del producto. Por ejemplo, se puede reducir en un 48% el nivel de dicha micotoxina con un tratamiento a 232°C durante 20 minutos, para alcanzar los límites permitidos (Soriano del Castillo et al., 2007).

*Medida preventiva: aplicación de BPA y BPM (almacenamiento adecuado) y cocción adecuada del producto. El perfeccionamiento de la recolección y almacenamiento ha eliminado las posibilidades de contaminación de dicho moho.*

### *Penicillium*

Este género es principalmente responsable de alteración en distintos cereales. Si bien existen especies de *Penicillium* capaces de producir diversas micotoxinas, la mayoría son consideradas saprófitas, existiendo pocas que se aíslan rutinariamente como patógenas oportunistas (Soriano del Castillo et al., 2007).

Mucho más común que el *Aspergillus*, especies como *P. italicum* y *P. digitatum*, causan el enmohecimiento azul y verde de frutas; mientras que otras especies de *penicillium* se encuentran asociadas al enmohecimiento de panes y tortas.

Con lo que respecta a las micotoxinas generadas, se destaca la ocratoxina A, desarrollada por la especie *P. verrucosum* y por *A. ochraceus* (en escasa frecuencia por *A. niger*); presentes principalmente en granos de cebada, centeno, avena, maíz y trigo. Aunque el crecimiento de *P. verrucosum* ocurre entre 0 y 31°C a una  $a_w = 0,95$ , la producción de ocratoxina sólo se genera si el rango de temperatura se encuentra entre 12 - 24°C, siendo la máxima a 20 °C y  $a_w = 0,85$ . Si bien esta especie puede desarrollar la toxina a temperaturas menores de 5°C, la ocratoxina que resulta del género *Aspergillus* parece estar limitada por condiciones de alta humedad y temperatura (Carrillo, 2003).

La ocratoxina A provoca adenoma y cáncer renal en los animales de experimentación, mientras que en los consumidores se de gran peligro para la salud por presentar propiedades carcinógenas, nefrotóxicas, teratógenas, inmunotóxicas y, posiblemente, neurotóxicas. Su toxicidad significativa implicó la ejecución de reglamentos sobre la OA donde las concentraciones permitidas varían de 1 a 50 mg/kg en alimentos (FAO, 2003).

Si bien la OA es una toxina muy estable, su descomposición aumenta por la presencia de agua a una temperatura entre 100 y 150°C, y desaparece a los 200°C. Se observa además, que en el caso de los cereales, la OA se encuentra en la superficie. Por lo tanto su presencia se reduce en la harina un 50% debido a los procesos de limpieza antes de moler. Cabe destacar que la relación temperatura/tiempo es efectiva para la reducción de ocratoxina (en un 50%) en un intervalo de tiempo de 6 y 70 minutos, con temperaturas entre 100 y 250°C (Soriano del Castillo et al., 2007).

*Medida preventiva: aplicación de BPA y BPM (almacenamiento adecuado) y cocción adecuada del producto.*

A modo de resumen de los distintos hongos y micotoxinas mencionados anteriormente, se presenta la tabla 12.6, la cual reúne datos relevantes (en cuestiones de temperatura y toxicidad):

Tabla 12.6: Características generales de los distintos hongos.

Hongo	Toxina	Temperatura óptima y rango de crecimiento	peligros que generan
<i>Aspergillus (A. flavus y A. parasiticus)</i>	aflatoxina	crece: 10-43°C óptimo: 32- 33°C formación de toxina: 12 - 40°C (aw 0,95)	Intensamente tóxica, y cancerígena
<i>Fusarium (F. sporotrichioides, F. graminearum, F. moniliforme)</i>	tricotecenos (T2 y DON)	<i>F. sporotrichioides</i> (T2) crece: -2-35°C (aw 0,88) óptimo: 22,5- 27,5°C formación de toxina: 7- 25°C (aw 0,95)	T2: lesiones en las membranas mucosas de la boca, garganta y estómago, hasta lesiones en la médula ósea, anemia y hemorragias en la piel.
		<i>F. graminearum</i> (DON) óptimo para formación: 24 - 26°C (aw 0,9)	DON: vómitos y diarrea
	fumonisinias	<i>F. moniliforme</i> (fumonisina) formación de toxina: 15 - 28 °C (aw 0,92) óptimo para formación: 22,5 -y 27,5°C	relacionada con problemas de estomago y con problemas de síntomas gastrointestinales adversos como diarreas y espasmos dolorosos. No se han considerado carcinogénicas.
<i>Penicillium (P. verrucosum)</i>	ocratoxina A	crece: 0 - 31°C (aw 0,95) formación de toxina: 12 - 24°C (aw 0,95) máxima formación :20 °C (aw 0,85)	propiedades carcinógenas, nefrotóxicas, teratógenas, inmunotóxicas y, posiblemente, neurotóxicas

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la materia prima, no solo pueden estar presentes mohos y levaduras, sino también distintos

microorganismos como *Bacillus cereus* y *B. Licheniforme*. Además, dentro de los agentes patógenos entéricos se encuentran *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus* spp.y *Streptococcus fecales*

### *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* es un organismo anaerobio facultativo, que crece dentro de una escala de temperaturas desde 8°C a 55°C (temperatura óptima: 25-35°C). Presenta la capacidad de formar esporas, las cuales se encuentran muy difundidas en el ambiente (agua, suelo y vegetación). Dichas esporas presentan una elevada termorresistencia, que les posibilita resistir temperaturas de cocción, pudiendo reproducirse en etapas posteriores, cuando la temperatura desciende en el enfriado del producto.

La capacidad para producir esporas resistentes a factores tales como la desecación y el calor, explica que los bacilos responsables de intoxicaciones alimentarias sean propagados con gran frecuencia en los alimentos y que sobrevivan en alimentos desecados tales como la harina. Sin embargo, solo constituyen una parte insignificante de la flora total y generalmente no se hallan en cantidades suficientes como para causar enfermedad (cantidades superiores a  $10^5$  bacterias por gramo) (Bourgeois, 1994).

Responsable de dos tipos de enfermedad transmitida por alimentos: "síndrome diarreico" de aparición levemente tardía y un "síndrome emético" de aparición rápida. Ambos síntomas son causados por enterotoxinas distintas: la toxina de la enfermedad diarreica es una proteína termolábil, mientras que la toxina emética es termorresistente (estable a 126°C durante 90 minutos) (Adams, 1997).

Si bien las esporas sobreviven a la cocción, germinan, crecen y producen la toxina emética mencionada anteriormente, la germinación puede evitarse mediante refrigeración a temperaturas por debajo de 8°C. Siempre y cuando se tenga la precaución de no refrigerar grandes cantidades, en las que la disminución de la temperatura sea lo suficientemente lenta como para que tengan lugar, tanto el crecimiento de esporas como la producción de toxinas.

*Medida preventiva:* (control estricto de temperatura y humedad durante el enfriado y el almacenamiento). Debido a que la toxina puede resistir las temperaturas de cocción, se evita la germinación y crecimiento mediante refrigeración a temperaturas por debajo de los 8°C durante el enfriamiento y almacenamiento. (Digesa-Ministerio de Salud, 2009).

#### *B. Licheniforme*

Es una especie de *Bacillus* relacionada a enfermedades transmitidas por alimentos, pero de escasa frecuencia en comparación a los brotes que caracterizan a *B. cereus*. En condiciones favorables puede desarrollarse y generar dos tipos de toxinas que pueden provocar vómitos y diarrea en el consumidor, al igual que el *B. cereus* (Digesa-Ministerio de Salud, 2009).

Así como lo determina el género, es un organismo capaz de esporular, sobrevivir a altas temperaturas y resistir factores tales como el calor y la desecación. Debido a estas características, su propagación y permanencia en distintos alimentos también es considerablemente importante. Generalmente, el *bacillus* se encuentra en el suelo, en donde contamina a los distintos cereales y luego permanece en las harinas en forma de espora, esperando las condiciones adecuadas para su reproducción (Adams, 1997).

Dadas estas particulares características, se debe controlar en forma estricta la temperatura y humedad durante el enfriado y almacenamiento, para evitar su crecimiento y germinación (Digesa-Ministerio de Salud, 2009).

*Medida preventiva:* (control estricto de temperatura y humedad durante el enfriado y el almacenamiento). *Bacillus licheniforme actua en forma similar y bajo las mismas condiciones que B cereus. Por lo tanto, a pesar de que su presencia en alimentos sea menor, se evita la germinación de la toxina mediante las mismas medidas:* con refrigeración a temperaturas por debajo de los 8°C durante el enfriamiento y almacenamiento.

#### *Clostridium perfringens*

Es un organismo anaerobio de forma bacilar, que tiene la capacidad de formar esporas ovoides subterminales. A pesar de ser un organismo anaerobio, sobrevive y crece accidentalmente en presencia de oxígeno. La escala de temperaturas en las que se observa dicho crecimiento es de 12 a 50°C, con una velocidad mínima a temperaturas inferiores a los 20°C, y una máxima a su temperatura óptima: 43-47°C. La célula vegetativa no presenta tolerancia a medios ácidos y a concentraciones de sal del 6%, tiene una  $a_w$  mínima de crecimiento de 0.95-0.97 y su termorresistencia es comparable a las bacterias no esporógenas (Admas, 1997).

*C. perfringens* se clasifica en cinco tipos (desde la A a la E) en base a la producción de las cuatro toxinas principales y las ocho de importancia secundaria. El tipo A en el ambiente es ubicuitaria, es decir que no interviene en las intoxicaciones alimentarias. Por el contrario, los tipos B, C, D y E presentan una distribución mucho más limitada, y persisten mucho menos tiempo en el suelo que el tipo A.

La especie en general puede ser aislada en el agua, en los sedimentos, en el polvo, en los alimentos y es un habitante común del tracto gastrointestinal del hombre.

La intoxicación alimentaria por *C. perfringens* se presenta cuando las células vegetativas o esporas de esta bacteria alcanzan grandes cantidades (alrededor de  $10^5$  células por gramo). La intoxicación se relaciona generalmente a una enfermedad no febril que se caracteriza por náusea, dolor abdominal, diarrea y menos corrientemente por vómitos. Las células vegetativas ingeridas crecen, esporulan y liberan una enterotoxina en el intestino delgado (proteína que se inactiva por calentamiento) (Bourgeois, 1994).

Generalmente, la intoxicación tiene lugar cuando el alimento (principalmente productos cárnicos) se someten a tratamientos inadecuados de tiempo/temperatura, permitiendo de esta manera, que las esporas germinen (luego de resistir la cocción) y se multipliquen rápidamente para generar una numerosa población vegetativa. La refrigeración de productos preparados con antelación y la correcta cocción de los mismos, son puntos clave para el control.

*Medida preventiva:* si bien la presencia de *C. perfringens* en las harinas de distintos cereales no es usual, debido a su incapacidad de tolerar bajas  $a_w$ , se considera como medida preventiva la correcta cocción y posterior refrigeración del producto. Además, una correcta aplicación de BPM.

### *Streptococcus faecalis*

*Streptococcus faecalis* es una bacteria gram positiva, que habita el tracto gastrointestinal de humanos y otros mamíferos. Es un microorganismo anaerobio facultativo y su temperatura óptima de

crecimiento es de 35°C aunque pueden crecer en un intervalo de 10°C y 45°C. Toleran la exposición a condiciones ambientales adversas (como la presencia de NaCl al 6.5% y sales biliares al 40%) y resisten procesos de congelación, desecación y tratamiento térmico.

Debido a que su hábitat es el tubo digestivo de animales de sangre caliente, se los considera indicadores de contaminación fecal. Su presencia en los alimentos indica falta de higiene o defectuosas condiciones de conservación (tratamientos ineficientes), excepto en alimentos en los que interviene como flora bacteriana natural de procesos fermentativos, como es el caso de quesos, embutidos crudos e incluso productos cárnicos (Wikipedia, 2009).

Este género puede causar distintas infecciones en humanos tales como infecciones de vejiga, próstata, epidídimo; las infecciones del sistema nervioso son menos comunes.

*Medida preventiva: aplicación de BPM y cocción adecuada del producto.*

#### SALSA DE TOMATE

La planta trabaja con proveedores certificados, que cumplan su plan HACCP, el cual certifique la ausencia de los distintos peligros biológicos, químicos y físicos, que pueden presentarse en este producto, haciéndolos de esta forma, perjudiciales para el consumo humano.

Por lo tanto, el proveedor debe certificar que la salsa cumple con las siguientes condiciones:

- Ausencia de esporas de *Clostridium botulinum*, o en su defecto que el pH de la misma sea menor a 4,5.

- Ausencia de microorganismos patógenos (*Salmonella*, *Shigella*, *S. aureus*, *C. botulinum* y su toxina).
- Ausencia de acidófilos (*Lactobacillus*).
- Esporas de *Bacillus* (10/g), o en su forma vegetativa (10 ufc/g). Y un recuento de mohos y levaduras de 30 ufc/g.
- Libres de toxinas: botulínicas y estafilocócicas y sin alteración organoléptica alguna.
- Ausencia de cuerpos extraños: vidrio, madera, piedras, metal, etc.
- Ausencia de gluten.

#### CONTAMINACIÓN HUMANA (TRANSMITIDA POR HUMANOS)

##### *Staphylococcus aureus*:

Son organismos mesófilos, que presentan un intervalo de temperatura de crecimiento entre 7 y 47°C (temperatura óptima de 35 - 40°C). Por lo tanto son sensibles al calor e incapaces de crecer en refrigeración. Se caracterizan por su tolerancia a la sal y a la  $a_w$  reducida (Adams, 1997).

El hábitat principal de los estafilococos es la piel y las mucosas de los animales de sangre caliente. Sin embargo, en las personas se encuentra asociado al tracto nasal, en el que se encuentra en el 20-50% de los individuos sanos. Se puede aislar en las heces y, esporádicamente, en el suelo, el agua, la superficie de las plantas, el polvo y aire.

El elevado porcentaje de personas portadoras, significa que la contaminación por manipuladores de alimentos, es un hecho corriente. La colonización de las fosas nasales y garganta por este microorganismo, implica su presencia en la piel, por lo que el alimento puede ser contaminado a partir de lesiones cutáneas

infectadas o al toser y estornudar. Si bien la presencia del organismo normalmente no ocasiona ningún problema (ya que es eliminado mediante la cocción del alimento), los brotes pueden ser causados por la producción de enterotoxinas termoestables, previa a la cocción.

Cabe destacar la necesidad de condiciones de tiempo y temperaturas suficientes como para que el organismo se multiplique en gran cantidad (de  $1 \times 10^6$  UFC/g) y de esta manera, la contaminación produzca la cantidad suficiente de toxina para alcanzar un brote.

*Medidas preventivas:* medidas sanitarias adecuadas, refrigeración correcta de los productos y una cocción apropiada. Aplicación de BPM.

#### 12.1.2. PELIGROS QUÍMICOS

La contaminación química puede ocurrir principalmente por la presencia de material tóxico en la recepción de materia prima, o en las distintas etapas de elaboración.

##### RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

La materia prima puede estar contaminada con restos de plaguicidas utilizados durante la cosecha en forma excesiva, o a destiempo para evitar el ataque de las plagas, durante la producción y el almacenamiento del grano.

Finalmente, cabe destacar que en este caso particular, el gluten es el contaminante más perjudicial. Esto se debe a que la presencia del mismo, tanto en las materias primas como en el producto terminado, representa un peligro para la salud del consumidor.

*Medida preventiva: En el caso de la materia prima, se trabaja con proveedores certificados de productos libres de gluten. Aplicación de BPA.*

#### ETAPAS DE ELABORACIÓN

En este caso, el producto en elaboración puede contaminarse con residuos de distintos detergentes que hayan quedado luego de una limpieza inadecuada en los equipos o mesadas.

Por otro lado, del mismo modo que en la cosecha, la materia prima puede contaminarse durante el almacenamiento con distintos insecticidas, plaguicidas, etc.

Otro peligro químico resulta del uso excesivo de aditivos alimentarios, o de aditivos no permitidos, como el caso del bromato de potasio en la elaboración del pan como blanqueador.

*Medida preventiva: BPM y POES aplicadas.*

#### 12.1.3. PELIGROS FÍSICOS

Entre los peligros físicos identificados en la elaboración de productos de panadería se encuentran: trozos de algodón (pabilo) procedentes de los envases; excremento de roedores, insectos (cucarachas, moscas, larvas de polillas, etc.). Asimismo, pueden hallarse contaminantes por materia extraña tales como: piedras, vidrio, metales, cabellos, restos de insectos, pelo de roedores, etc.

*Medida preventiva: BPM y POES aplicada.*

Una vez enumerados los peligros, se indica en que etapa del proceso se encuentran y sus medidas preventivas. Luego, se determinan los puntos críticos de control (PCC). Para ello se puede

utilizar como una herramienta sumamente eficaz, el árbol de decisión del Codex Alimentarius que se muestra a continuación en la figura 12.1.

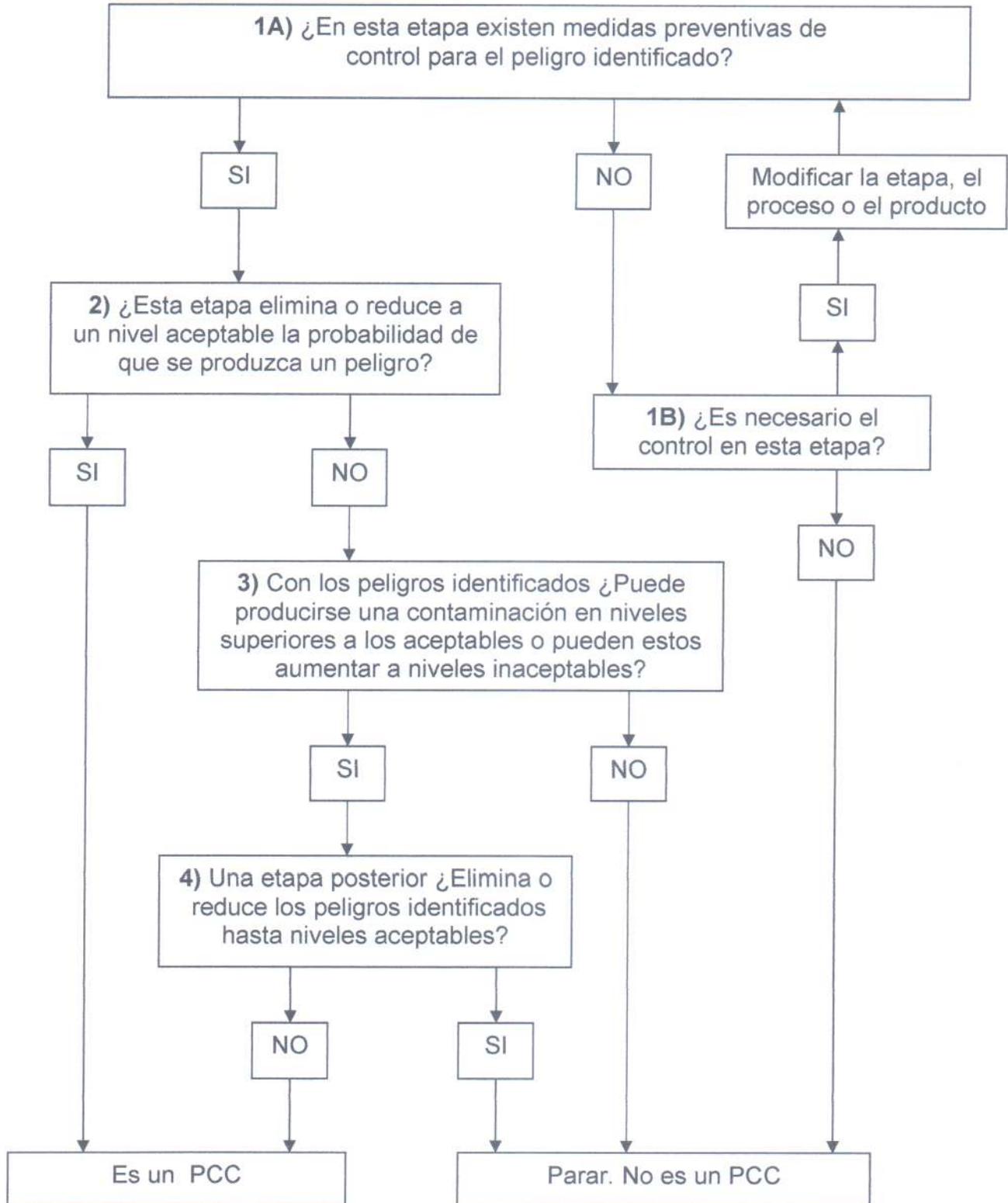


Figura 12.3: Diagrama de flujo para pizza.

## 12.2. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

Un Punto Crítico de Control o PCC es un punto específico en el flujo del proceso en el que se puede controlar un peligro eficazmente, aplicando medidas para su prevención, eliminación o reducción a niveles aceptables.

El Árbol de Decisión del Codex Alimentarius es una herramienta que ayuda a encontrar los puntos críticos de control.

Cada etapa puede tener uno o más peligros. Los PCCs son identificados aplicando el árbol de decisión de HACCP para cada peligro individualmente. Cuando todos los peligros potenciales para una etapa particular se han analizado, se examinan los peligros en la próxima etapa del diagrama de flujo (Yeannes, 2009).

En la tabla 12.7 se detallan los peligros potenciales presentes en las distintas etapas del proceso, con su medida preventiva, y la aplicación del árbol de decisión para la correcta identificación de cada PCC.

Tabla 12.7: Peligros potenciales presentes en las distintas etapas del proceso.

Fase operacional / ingrediente	tipo de peligro	Peligro potencial introducido, controlado o aumentado	Medidas preventivas aplicadas para prevenir, eliminar o reducir el peligro a un nivel aceptable	P1	P2	P3	P4	PCC
recepción de materia prima	biológico	Presencia de <i>Bacillus cereus</i>	* Trabajar con proveedores certificados que implementen BPA, BPM * El producto se somete a cocción antes de ser	si	si			si
		Presencia de <i>B. Licheniforme</i>		si	si			si
		Presencia de <i>Aspergillus</i>		si	si			si
		Presencia de <i>Fusarium</i>		si	si			si

Presencia de <i>Penicillium</i>	consumido	si	si			si
Presencia de <i>Salmonella</i>	* Trabajar con proveedores certificados que implementen BPA, BPM. * El producto se somete a cocción antes de ser consumido.	si	si			si
Presencia de <i>Streptococcus fecalis</i>	* Trabajar con proveedores certificados que implementen BPM	si	si			si
Presencia de <i>Staphylococcus aureus</i>	* El producto se somete a cocción antes de ser consumido	si	si			si
Presencia de <i>Aflatoxinas</i>	* Trabajar con proveedores que garanticen niveles de micotoxina inferiores a los límites establecidos (20 µg/kg)	si	si			si
Presencia de <i>Fumonisin</i>	* Trabajar con proveedores que garanticen niveles de micotoxina inferiores a los límites establecidos (1000 µg/kg)	si	si			si
Presencia de <i>Tricotecenos</i>	* Trabajar con proveedores que garanticen niveles de micotoxina inferiores a los límites establecidos (750 µg/kg)	si	si			si
Presencia de <i>Ocratoxina</i>	* Trabajar con proveedores que garanticen niveles de micotoxina inferiores a los límites establecidos (3 µg/kg)	si	si			si

		Contaminación con microorganismos presentes el agua utilizada ( <i>salmonella, Vibrio cholerae, Aeromonas, P. aeruginosa, E. coli O157:H7, Listeria monocitógenas</i> )	* Se trabaja con agua de red clorada, * El producto se somete a cocción antes de ser consumido	si	si				PC
	químico	combustible	* Trabajar con proveedores que implementen BPA	si	si				si
		plaguicidas		si	si				si
		fertilizantes		si	si				si
		Gluten	* Solicitar requerimientos de proceso y producto al proveedor	si	si				si
	físico	Metales (trazas)	* Trabajar con proveedores certificados que implementen BPM	si	si				si
		Insectos, piedras, vidrio, etc.	* Trabajar con proveedores que implementen BPA y BPM	si	si				si
almacenamiento	biológico	Crecimiento de <i>Bacillus cereus</i> y <i>B. Licheniforme</i>	* Implementar BPM (almacenamiento adecuado para evitar germinación de las esporas) * El producto se somete a cocción	si	si				si
		Crecimiento de <i>Aspergillus</i>	* Implementar BPM (almacenamiento adecuado para evitar crecimiento y formación de toxinas) * El producto se somete a cocción	si	si				Si
		Crecimiento de <i>Fusarium</i>		si	si				Si
		Crecimiento de <i>Penicillium</i>		si	si				Si
		Crecimiento de <i>Streptococcus fecalis</i>		si	si				Si
		Crecimiento de <i>Staphylococcus aureus</i>	* Implementar BPM * El producto se somete a cocción	si	si				si

		Crecimiento de <i>Clostridium perfringens</i>	* Implementar BPM (almacenamiento adecuado para evitar crecimiento y multiplicación de la células anaerobias facultativas) * El producto se somete a cocción antes de ser consumido	si	si			si
		Crecimiento de <i>Salmonella</i>	* Implementar BPM * Correcta cocción del producto	si	si			si
		Crecimiento o desarrollo de <i>Aflatoxinas</i>	* Implementar BPM (almacenamiento adecuado para evitar desarrollo de toxinas)	si	si			si
		Crecimiento o desarrollo de <i>Fumonisin</i>		si	si			si
		Crecimiento o desarrollo de <i>Tricotecenos</i>		si	si			si
		Crecimiento o desarrollo de <i>Ocratoxina</i>		si	si			Si
	químico	MP equivocada	* Identificación de MP (rótulo) * Capacitación del personal * Normas de almacenamiento y manipulación de MP	si	no	no		No
	físico	Excremento de roedores, insectos	* Diseño adecuado de la instalación, * Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no		No
Prefermento	biológico	Contaminación con <i>Streptococcus fecalis</i>	* Implementar BPM, * El producto se somete a cocción	si	no	no		No
		Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )		si	no	no		No
	químico	Detergentes	* Implementación de BPM y POES	si	no	no		No

	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No
		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalación *Implementación de POES y BPM, * Servicio de control de plagas	si	no	no	No
		Fragmentos de metal que se desprendan por roces del equipo	* Mantenimiento preventivo de los equipos .	si	no	no	No
mezclado seco	biológico	Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )	* Implementar BPM, * El producto se somete a cocción	si	no	no	No
	químico	Detergentes	*Implementación de BPM y POES	si	no	no	No
		Aditivos en exceso	* Normas de proceso *Capacitación del personal	si	no	no	No
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No
		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalación *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no	No
		Fragmentos de metal que se desprendan por roces del equipo	* Mantenimiento preventivo de los equipos	si	no	no	No
mezclado	biológico	Crecimiento de <i>Streptococcus fecalis</i>	* Implementar BPM, * El producto se somete a cocción	si	no	no	No
		Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )		si	no	no	No
	químico	Detergentes	*Implementación de BPM y POES	si	no	no	No
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No

		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalacion *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no	No
		Fragmentos de metal que se desprendan por roces del equipo	* Mantenimiento preventivo de los equipos	si	no	no	No
dosificado	biológico	Crecimiento de <i>Streptococcus fecalis</i>	* Implementar BPM, * El producto se somete a cocción	si	no	no	No
		Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )		si	no	no	No
	químico	Detergentes	*Implementación de BPM y POES	si	no	no	No
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No
		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalacion *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no	No
		Fragmentos de metal que se desprendan por roces del equipo	* Mantenimiento preventivo de los equipos	si	no	no	No
fermentación	biológico	Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )	* Implementar BPM, * El producto se somete a cocción	si	no	no	No
	químico	Aditivos en exceso	* Normas de proceso *Capacitacion del personal	si	no	no	No
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No
		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalacion *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no	No

cocción	biológico	Supervivencia de <i>Bacillus cereus</i>	* Tratamiento adecuado tiempo/ temperatura	si	no	no	No
		Supervivencia de <i>B. Licheniforme</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Aspergillus</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Fusarium</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Penicillium</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Clostridium perfringens</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Salmonella</i>		si	no	no	No
		Crecimiento de <i>Streptococcus fecalis</i>		si	no	no	No
		Supervivencia de <i>Staphylococcus aureus</i>		si	no	no	No
		Presencia de <i>Aflatoxinas</i>		si	no	no	No
		Presencia de <i>Fumonisin</i>		si	no	no	No
		Presencia de <i>Tricotecenos</i>		si	no	no	No
		Presencia de <i>Ocratoxina</i>		si	no	no	No
		químico					
físico							
enfriamiento	biológico	Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )	*Implementación de BPM * Normas de proceso ( temperatura y tiempo adecuados)	si	no	no	No
		<i>Aspergillus niger</i>		si	si		Si
		<i>Penicillium expansum</i>		si	si		Si
	químico						
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no	No
	Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalación *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no	No	
envasado primario	biológico	Contaminación durante la manipulación ( <i>S. aureus</i> )	*Implementación de BPM	si	no	no	No

		Contaminación de <i>E. coli</i> O157:H7		si	no	no		No
		Contaminación de <i>Streptococcus fecales</i>		si	no	no		No
	químico	Transferencia de compuestos desde el envase hacia el producto	* Se utilizarán envases aprobados para estar en contacto con alimentos.	si	no	no		No
	físico	Pelo, vidrio, materia extraña, restos de envases	*Implementación de BPM	si	no	no		No
		Insectos o excremento de roedores.	* Diseño adecuado de la instalación *Implementación de POES y BPM, * Selección de servicio de control de plagas	si	no	no		No

Fuente: Elaboración propia.

Según la aplicación del árbol de decisión, se puede observar cuáles son los puntos críticos de control que se definen a lo largo del proceso de producción, mencionados a continuación:

- Ratificación durante la recepción de la materia prima, del cumplimiento de las distintas exigencias solicitadas al proveedor.
- Control de la calidad del agua empleada en las distintas etapas del proceso (formación del prefermento y mezclado general).
- Control del tratamiento temperatura/ tiempo durante la cocción.
- Control del tiempo/ temperatura durante el enfriado del producto.

Una vez identificados los PCC, se establecen los límites de control con el objetivo de determinar cuando un PCC esta fuera de control.

Para establecer estos límites se utilizan parámetros medibles como la temperatura, tiempo, pH, humedad, etc., que constituyen

condiciones de operación. Además pueden emplearse especificaciones sensoriales como color, textura, aspecto, forma, sabor, olor, etc. o aquellas indicadas en la norma correspondiente a cada ingrediente (en el caso de recepción) o para producto terminado. Estos límites son específicos para cada operación o etapa del proceso. En cada caso se fija un valor como límite crítico, a partir del cual el producto en cualquier fase de su elaboración, se considera no adecuado.

Una vez establecidos los límites, se realizan procedimientos de monitoreo de las diversas etapas que presentan PCC. El objetivo del mismo, es la detección de la posible pérdida de control. De esta manera, se proporciona la información a tiempo para que se adopten medidas correctivas con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

El monitoreo se lleva a cabo mediante la medición rápida u observación programada de cada PCC en relación con sus límites críticos. Su periodicidad es tal que permite mantener el PCC bajo control permanentemente. Además se registran en un documento escrito, los controles efectuados y la firma con la aclaración de la persona encargada en ese momento de realizar el monitoreo.

Por otro lado, una vez que se realiza el monitoreo, se evalúa si el producto necesita la aplicación de su medida correctiva específica (establecida con anterioridad) con el objetivo de subsanar cualquier desviación ocurrida, asegurando que el PCC vuelva a estar bajo control. Asimismo se toman medidas correctivas cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia hacia la pérdida de control en un PCC.

Otro de los procedimientos a realizar, es la verificación del sistema HACCP con el objetivo de confirmar su correcto

condiciones de operación. Además pueden emplearse especificaciones sensoriales como color, textura, aspecto, forma, sabor, olor, etc. o aquellas indicadas en la norma correspondiente a cada ingrediente (en el caso de recepción) o para producto terminado. Estos límites son específicos para cada operación o etapa del proceso. En cada caso se fija un valor como límite crítico, a partir del cual el producto en cualquier fase de su elaboración, se considera no adecuado.

Una vez establecidos los límites, se realizan procedimientos de monitoreo de las diversas etapas que presentan PCC. El objetivo del mismo, es la detección de la posible pérdida de control. De esta manera, se proporciona la información a tiempo para que se adopten medidas correctivas con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

El monitoreo se lleva a cabo mediante la medición rápida u observación programada de cada PCC en relación con sus límites críticos. Su periodicidad es tal que permite mantener el PCC bajo control permanentemente. Además se registran en un documento escrito, los controles efectuados y la firma con la aclaración de la persona encargada en ese momento de realizar el monitoreo.

Por otro lado, una vez que se realiza el monitoreo, se evalúa si el producto necesita la aplicación de su medida correctiva específica (establecida con anterioridad) con el objetivo de subsanar cualquier desviación ocurrida, asegurando que el PCC vuelva a estar bajo control. Asimismo se toman medidas correctivas cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia hacia la pérdida de control en un PCC.

Otro de los procedimientos a realizar, es la verificación del sistema HACCP con el objetivo de confirmar su correcto

funcionamiento, o modificar el mismo al comprobar que algunos de los criterios que se tuvieron en cuenta ya no son los más correctos.

Por otro lado, métodos de auditoría, monitoreo, pruebas analíticas y muestreos al azar, también pueden ser empleados para evaluar si el sistema de HACCP está funcionando correctamente o si deberá ser modificado.

La verificación se realiza con la frecuencia suficiente como para validar permanentemente el sistema de HACCP, siendo necesaria cuando el proceso sufra cambios o cuando se tenga conocimiento de algún nuevo peligro asociado al producto, no reconocido anteriormente. Además dicha verificación se registra nuevamente con la firma de la persona responsable de dicha actividad.

Finalmente, es fundamental contar con un sistema de registro eficiente y preciso. Por lo tanto, se realiza una recopilación de toda la documentación generada por la aplicación del Sistema HACCP. Todo acto, intervención de vigilancia, medida correctiva, capacitación, decisión adoptada, etc., debe constar en un documento que forma parte del registro mencionado. También se incluyen en el registro las copias de las actas de las reuniones periódicas y extraordinarias del equipo de HACCP y la copia de los planes HACCP de cada producto considerado y de sus modificaciones, los cuales están codificados para un mejor manejo.

Los límites, el tipo de monitoreo, las medidas correctivas, la verificación y el registro de los datos, se observan en la siguiente Tabla 12.8., para cada PCC. Posteriormente se visualizan los mismos en el diagrama de flujo para cada producto, en las figuras 12.4 y 12.5.



		DON)								
Presencia de Ocratoxina A	10	3 µg/kg para cereales procesados	Certificado o de origen de la materia prima	Se pide el remito correspondiente a la materia prima que ingresa	Al llegar el camión con materia prima, antes de descargar cualquier producto	Encargado o del sector de recepción	* Rechazo de MP y devolución al proveedor * Cambio de proveedor	Análisis mensual de contaminantes físicoquímicos realizado por laboratorio externo	* Copia de remitos * Análisis e incidencias	
	Contaminación con microorganismos presentes en el agua utilizada ( <i>Salmonella</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocitógenas</i> )	11								Bacterias coliformes: NMP a 37° C - 48 hs. (Caldo McConkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3. <i>Escherichia coli</i> : ausencia en 100 ml. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> : ausencia en 100 ml.
químico	combustible plaguicidas	12	Ausencia	Certificado o de origen de la materia prima	Se pide el remito correspondiente a la materia prima que ingresa	Al llegar el camión con materia prima, antes de descargar cualquier producto	Encargado o del sector de recepción	* Rechazo de MP y devolución al proveedor * Cambio de proveedor	Análisis mensual de contaminantes físicoquímicos realizado por laboratorio externo	* Copia de remitos * Análisis e incidencias
		fertilizantes	13							
Gluten		14	Ausencia							
		15	Ausencia							

	físico	Insectos, piedras, vidrio, etc.	16	Ausencia	Certificada o de aplicación de BPM	Se pide el remito correspondiente a la materia prima que ingresa	Al llegar el camión con materia prima, antes de descargar cualquier producto	Encargado o del sector de recepción	* Descartar la materia prima	Revisión diaria	* Registro de acciones correctivas * Incidencias y proveedor
almacenamiento	biológico	Crecimiento de: <i>Bacillus cereus</i> y <i>B. Licheniforme</i> , <i>S. Fecalis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>Salmonella</i>	17	T = 20°C - 22°C Humedad ambiente	Temperatura, humedad	Registro Técnico	Continuo	Operario calificado	* Ajustar temperatura y humedad. * Evaluar el producto y decidir destino	* Revisión diaria de registros; * Análisis microbiológicos periódicos	* Registro de T y t. * Gráficos de control en función del t y T * Análisis de los mismos y estudio de tendencias
		Desarrollo de mohos o toxinas: <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Aflatoxinas</i> , <i>Fumonisinias</i> , <i>Tricotecenos</i> , <i>Ocratoxina</i>									
enfriamiento	biológico	Hongos y levaduras ( <i>Aspergillus niger</i> y <i>Penicillium expansum</i> principalmente)	18	T = 33°C / t = 30 min (Máx 10 <sup>3</sup> ufc/g)	Temperatura y tiempo de enfriamiento	Registro Técnico	Continuo	Operario calificado	Ajustar t y T. Evaluar el Producto. Decidir destino	* Revisión diaria de registros; * Análisis microbiológicos periódicos	* Registro de T y t. * Gráficos de control en función del t y T * Análisis de los mismos y estudio de tendencias

Fuente: Elaboración propia.

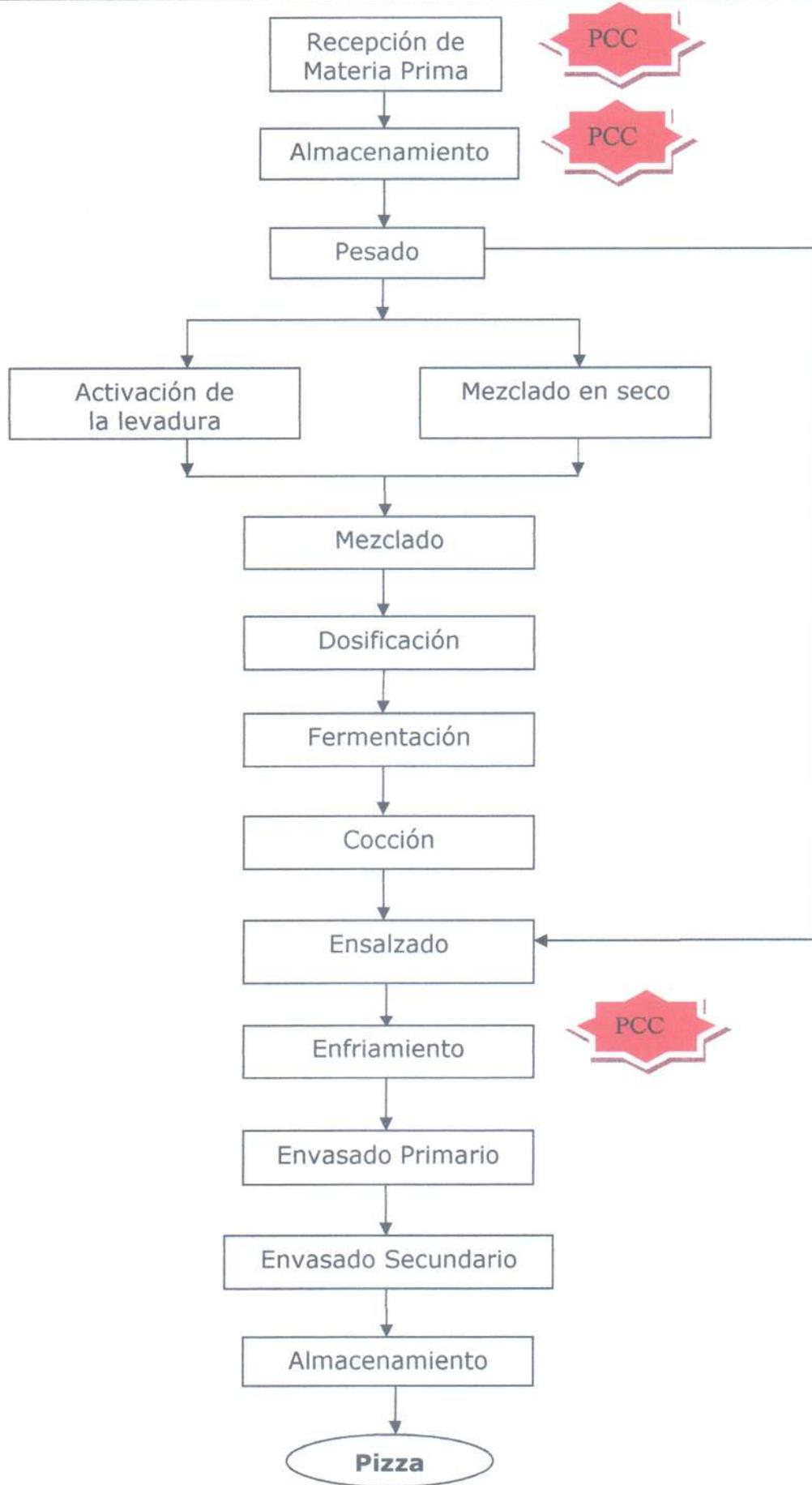


Figura 12.4: Diagrama de flujo para Pizza con sus PCCs.

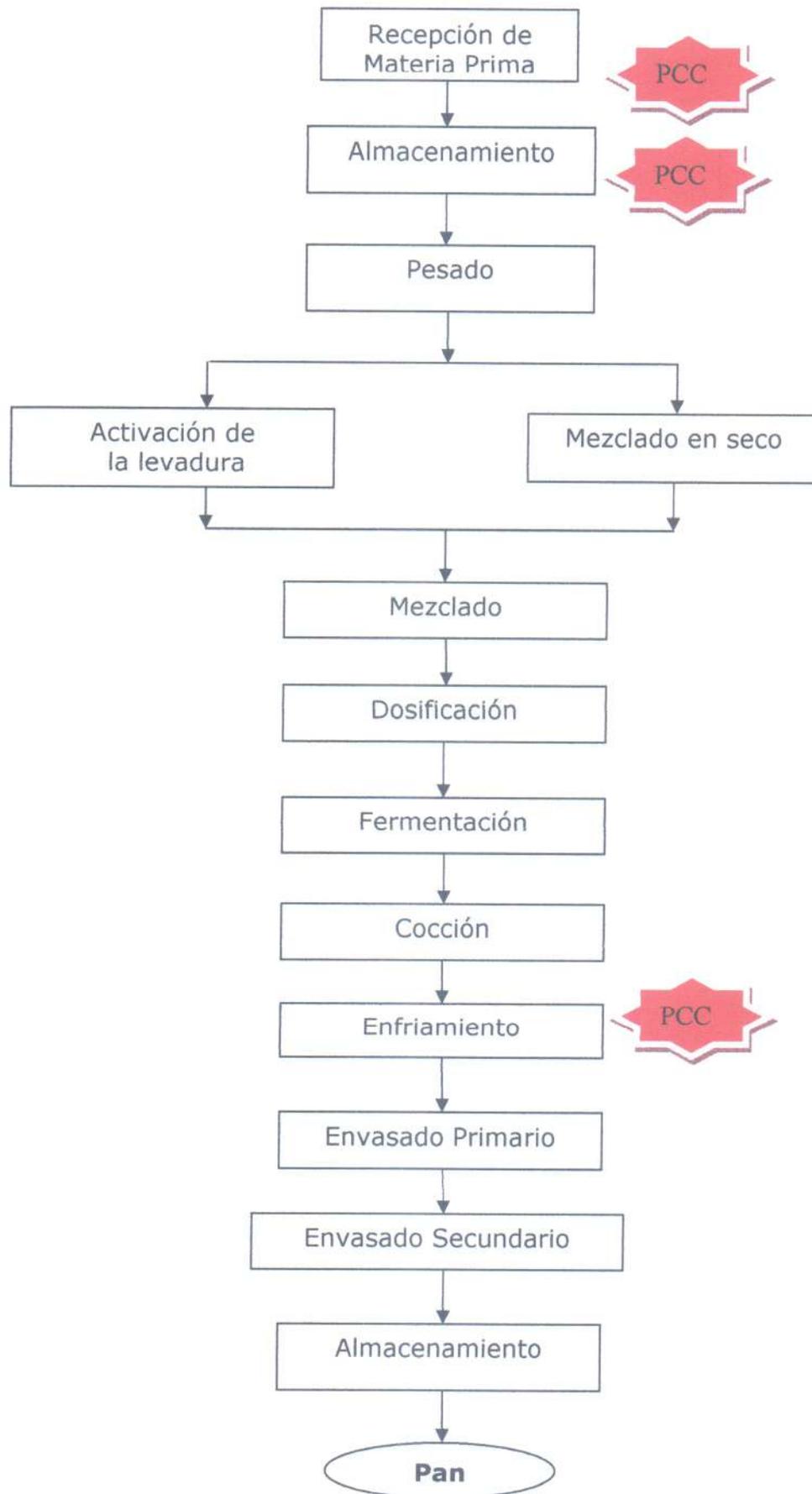


Figura 12.5: Diagrama de flujo para Pan con sus PCCs.

## CAPITULO 13

### DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

#### 13.1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS BÁSICOS.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

En este proceso de ordenamiento se ven afectados todos los medios que participan en el proceso productivo. A saber:

- Los Medios Directos de Producción (operarios, material y maquinaria).
- Los Medios Auxiliares de Producción (servicios auxiliares para la producción, servicios auxiliares para el personal).
- Edificaciones.

Es decir, la distribución en planta sería aquel ordenamiento de los medios de producción, que nos brinde la mejor solución de compromiso entre todos ellos de forma que sea lo más económica posible. Se debe tener en cuenta que las decisiones de distribución en planta afectan significativamente la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos, la dificultad de automatizar el sistema, y la capacidad de respuesta del sistema productivo ante los cambios en el diseño de los productos, en la gama de productos elaborada o en el volumen de la demanda.

Existen tres tipos básicos de distribución en planta que vendrán determinados por:

- La elección del proceso.
- La cantidad y variedad de bienes o servicios a elaborar.

- El grado de interacción con el consumidor.
- La cantidad y tipo de maquinaria.
- El nivel de automatización.
- El papel de los trabajadores.
- La disponibilidad de espacio.
- La estabilidad del sistema y los objetivos que éste persigue.  
(Palominos, 2006)

Los tipos de distribución son:

#### DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA

Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

Características:

- El producto permanece estático durante todo el proceso de producción.
- Los trabajadores, las máquinas, los materiales o cualquier otro recurso productivo son llevados hacia el lugar de producción.
- La intensidad de utilización de los equipos es baja, porque a menudo resulta menos gravoso abandonar el equipo en un lugar determinado. Donde será necesario de nuevo en pocos días, que trasladarlo de un sitio a otro.
- Con frecuencia las máquinas, ya que solo se utilizan durante un período limitado de tiempo, se alquilan o se subcontratan.
- Los trabajadores están especialmente cualificados para desempeñar las tareas que de ellos se esperan, por este motivo cobran salarios elevados.

## DISTRIBUCIÓN POR PROCESO

En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. También llamada taller de empleos o distribución funcional.

Agrupar máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. El enfoque más común para desarrollar una distribución por procesos es el de arreglar los departamentos que tengan procesos semejantes de manera tal que optimicen su colocación relativa.

Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

### Características:

- Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas de clientes muy diferentes entre sí.
- El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.
- Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están muy calificados para poder trabajar con ellas.

## DISTRIBUCIÓN POR PRODUCCIÓN EN LÍNEA O POR PRODUCTO

En esta, producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Conocida originalmente como cadena de montaje, organiza los elementos en una línea de acuerdo con la secuencia de operaciones que hay que realizar para llevar a cabo la elaboración de un producto concreto.

Características:

- Toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación.
- Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno ó varios productos más o menos normalizados.

Dadas las características del producto y del proceso productivo desarrollado en este trabajo, puede decirse que el mismo se enmarca dentro del concepto de ordenamiento del tipo *Distribución Por Producto o en Línea*. Además, puede decirse que dentro del marco de la distribución en línea, la misma adopta específicamente una conformación en *U*.

Se consideran para ello las siguientes ventajas de este tipo de organización:

- El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- Existe menos manipulación de materiales, debido a que el recorrido a la labor es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas ó puestos de trabajo adyacentes.
- Hay una estrecha coordinación de la fabricación debido al y menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- El tiempo total de producción menor, ya que se evitan demoras entre máquinas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.
- El control de producción está muy simplificado. Normalmente la labor se comprueba a la entrada a la línea de producción y a su salida.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo, es más fácil adiestrarla. orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas

(Palominos, 2006; Muther, 1965).

En la práctica, en función de seleccionar la más adecuada distribución dentro de las posibles opciones, se considera que además debe favorecerse el proyecto en los siguientes aspectos:

- Minimizar los costos de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

### 13.2. PLAN LAYOUT

La expresión definitiva de la distribución elegida o plan layout, es el diseño del plano de la distribución física de la planta, equipos principales, áreas de acceso y el diagrama de recorrido de materiales y personas.

Analizadas varias opciones para el mismo, se opta por aquella que brinde, además de los requerimientos primordiales, las ventajas consideradas a continuación:

- Un área de comedor para los empleados ingieran los alimentos en una forma placentera.

- Un área de recreo para los empleados y clientes.
- Facilidad de acceso a los empleados y proveedores.
- Un área de fácil expansión futura.
- Un área de higiene personal confortable.

Además de tener en cuenta lo anterior, para el diseño de una distribución en planta, se debe tomar como base el cumplimiento de los siguientes 6 principios que rigen el óptimo ordenamiento de las áreas de trabajo:

1. Principio de la Integración de conjunto: la mejor distribución es la que integra las actividades principales tanto como las auxiliares, y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes. En este caso particular, este punto se ve reflejado en la disposición de los sectores de lavado que se hallan próximos a los equipos de lavado más frecuente (bateas y brazos intercambiables de las batidoras, utensilios de pesado y medición); en la distribución de los cestos de basura cercanos a las tareas que producen residuos (envasado, embalaje, línea en general); en el armario de almacenamiento de utensilios que es contiguo a la balanza y báscula; en las estaciones de higiene personal que se encuentran en la entrada a la sala de elaboración.

2. Principio de la mínima distancia recorrida: a igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta. Esto se refleja en la secuencia de ubicación de los equipos y en la distancia existente entre ellos, que es la mínima requerida en términos de seguridad y practicidad para el traslado de material y el flujo de personal.

3. Principio de la circulación o flujo de materiales: en igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que esté en el mismo orden o

secuencia en que se transforman o montan los materiales. Esto se manifiesta en la disposición en U de la línea de producción, siguiendo el recorrido de avance y transformación del producto.

4. Principio de espacio cúbico. La economía del área se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal. Esto se expresa en la plena ocupación del espacio horizontal para el despliegue de los equipos y el personal.

5. Principio de la satisfacción y de la seguridad. A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para todas las personas involucradas. Los equipos que constituyen la línea de producción, se ubican en la parte central de la superficie de la sala, permitiendo una buena circulación a su alrededor, tanto de personal como de materiales. Se prevé un mayor espacio de separación entre la dosificadora y los hornos, ya que son los equipos que requieren de mayores maniobras durante su operación y los que presentan los mayores índices de accidentes en este tipo de industrias (Cano, 1997).

6. Principio de la flexibilidad: a igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes (Palominos, 2006).

Cuando se trata particularmente de industrias de alimentos, como es el caso de este trabajo, existen además ciertos condicionantes con respecto al diseño del plan layout. Entre estos se destaca principalmente el hecho de que se deben tener en cuenta criterios higiénicos y de inocuidad. Esto implica que la implantación de los sistemas HACCP y los prerequisites (BPM, POES), debe tomar en consideración el diseño de la distribución planta como una herramienta decisiva para el aseguramiento de la inocuidad del producto.

En las figuras 13.1 y 13.2 se observa el plano de la planta y del terreno, en escala 1:250, con el detalle del flujo de materia y de personal.

La superficie total del terreno donde se haya emplazada la planta es de 2679 m<sup>2</sup>, dentro de los cuales 742 m<sup>2</sup> corresponden a la superficie edificada y 1867 m<sup>2</sup> representan la superficie libre parqueada. Con respecto al edificio, cabe aclarar que el 89.6% del área edificada corresponde a superficie cubierta y el resto comprende áreas semicubiertas (estacionamiento, playón de carga/descarga).

#### Referencias del Plano:

1. Hornos rotativos.
2. Estaciones de lavado.
3. Dosificadora con mesa auxiliar.
4. Batidoras planetarias de 60 L.
5. Batidoras planetarias de 10 L.
6. Báscula.
7. Depósito de utensilios y materiales auxiliares.
8. Sala de enfriamiento.
9. Mesa de envasado primario. Termoselladora.
10. Mesa de envasado secundario.
11. Piletas de lavado para el personal.
12. Mesa de ensalzado.
13. Heladera.
14. Cestos de basura.



Figura 13.1: Plano de la planta y el terreno.

Referencias de la figura 13.2

- > Flujo de Personas.
- > Flujo de Materiales.

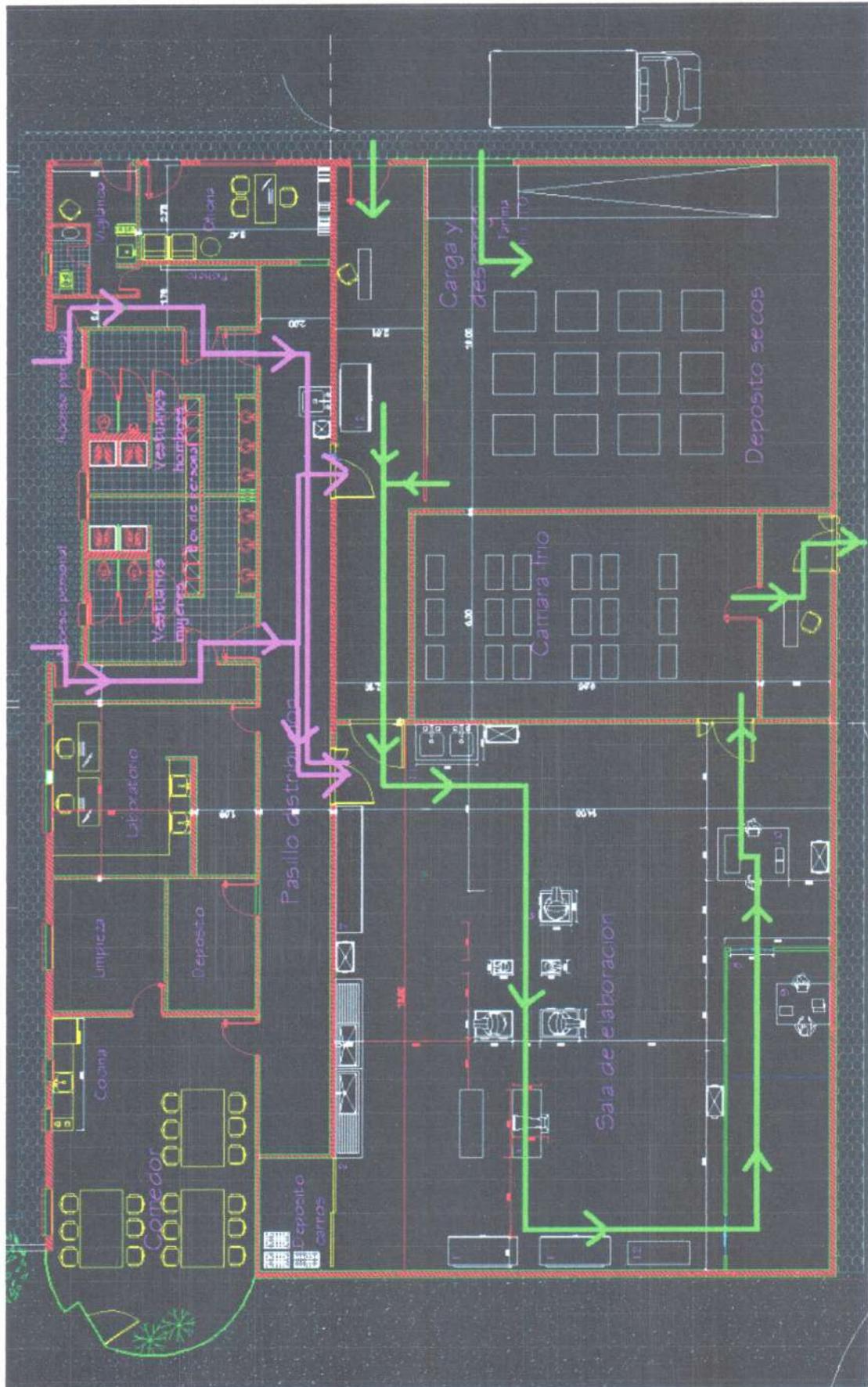


Figura 13.2: Plano de la planta.

### 13.3. MANO DE OBRA

En función del tipo de distribución de planta elegida y de las características del proceso productivo en cuestión, se estima el requerimiento de mano de obra teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Operarios de Sala de Elaboración: se designan 5 operarios para realizar las tareas concernientes al manejo de equipos o estaciones de trabajo.
- Se contrata una persona para limpieza general del resto de las instalaciones de uso común y los servicios higiénicos.
- Operarios de depósito: se destinan 2 operarios para este sector, encargados de recepción, orden y despacho.
- Se adopta un jefe de planta, que también será encargado de laboratorio, y un encargado administrativo-contable.
- Se contrata una persona que oficie como guardia de seguridad.

De esta manera se obtiene un total de 9 trabajadores en planta permanente, como se detalla en la tabla 13.1.

*Tabla 13.1: Detalle de mano de obra requerida*

DETALLE	CANTIDAD
Sala de elaboración	5
Limpieza general	1
Jefe de Planta	1
Administrativo	1
Seguridad	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

#### 13.4. LOCALIZACIÓN

La planta se ubica en el parque industrial General Sabio situado en el partido de de General Pueyrredón. El predio está ubicado en la Ruta Provincial N° 88 Km. 6,5, cercano al casco urbano de la ciudad de Batán.

La elección de dicho predio para la ubicación de la planta elaboradora de panificados se justifica por los siguientes motivos:

- Menor costo de los terrenos, que en otras ubicaciones de la ciudad, debido a que es una zona poco urbanizada.
- El predio cuenta con los servicios de agua de red, sistema de cloacas, gas y energía eléctrica.
- Menor costo de la infraestructura y de los servicios comunes centralizados.

Además de los servicios ya mencionados el predio cuenta con transporte, la Empresa Batán realiza recorridos regulares entre Batán y Mar del Plata e ingresa en el Parque Industrial, siendo este un beneficio importante para el acceso de los empleados de la empresa.

También cuenta con: Sistema Telefónico, Unidad Operativa de Servicios, brindando servicios de mantenimiento y corte de césped en lugares comunes; Servicio de Vigilancia.

El parque industrial constituye uno de los puntos estratégicos más importantes para la radicación y desarrollo de empresas industriales, debido a su conexión directa a los mercados de consumo más destacados, rutas provinciales, aeropuerto internacional y el puerto de la ciudad de Mar del Plata.

Previamente a la instalación de la planta, en el predio mencionado anteriormente, se recurre a la municipalidad del Partido de General Pueyrredón con el objetivo de determinar los requerimientos edilicios que

debe cumplir la instalación. El departamento de Producción informa los sitios disponibles del parque industrial en los cuales es posible instalar la planta.

Luego, el departamento de Uso de suelo y Morfología urbana determina los requisitos que deben cumplirse respecto a la carga y descarga de materia prima y a los lugares de estacionamiento. Se completa la Solicitud de constancia de uso y se lo debe remitir a dicho departamento, solicitando la zona en la que se desea montar la empresa.

Cuando la propuesta es aceptada por dicho departamento, se presenta la documentación para cumplimentar con la habilitación.

## CAPITULO 14

### ENVASES

#### 14.1 DEFINICIÓN

El envasado es una técnica fundamental para conservar la calidad de los alimentos, reducir al mínimo su deterioro y facilitar su manejo durante el transporte, almacenado y distribución hasta llegar al consumidor final.

Según la resolución MERCOSUR GMC N° 3/92 (también incorporada al Código Alimentario Argentino) se define al envase alimentario, como el artículo que está en contacto directamente con alimentos, destinado a *contenerlos* desde su fabricación hasta su *entrega al consumidor* con la finalidad de *protegerlos* de agentes externos de alteración y contaminación, así como de adulteración (C.A.A.).

El envase, debe cumplir entonces diversas funciones de elevada importancia:

- Contener los alimentos, preservar la forma y textura del mismo.
- Permitir la distribución eficiente.
- Brindar información a los consumidores sobre las características del producto, propiedades nutricionales, composición, forma de almacenamiento, vencimiento, etc.
- Protegerlos del deterioro químico y físico.
- Protegerlos de la contaminación y deterioro por microorganismos, parásitos, insectos y otros agentes contaminantes.
- Ser bromatológicamente aptos:

- No deberán transferir a los alimentos sustancias indeseables, tóxicas o contaminantes en cantidad superior a la permitida por el Código.

- No deberán ceder sustancias que modifiquen las características de composición y/o sensoriales de los alimentos. Evitando de esta manera pérdidas de sabor o aroma.

- Preservar la calidad nutricional del producto: envases opacos para evitar la pérdida de nutrientes (vitaminas) fotosensibles (se degradan por exposición a la luz solar).
- Prolongar el tiempo de almacenado.
- Mantener la atmósfera interna del alimento.
- Regular el contenido de agua o humedad del alimento.
- Deberán disponer de cierres o sistemas de cierres que eviten la apertura involuntaria del envase en condiciones razonables (Mundo alimentario, 2005).

Además, según la resolución MERCOSUR GMC N° 36/93 (incorporada al Código Alimentario Argentino) se definen tres tipos de envases, según su proximidad con el alimento:

- ENVASE PRIMARIO: Contiene el producto, en contacto directo con el alimento.
- ENVASE SECUNDARIO O ENVASE COMERCIAL: Contiene el envase primario otorgándole protección para su distribución comercial.
- ENVASE TERCIARIO O ENVASE DE TRANSPORTE: Agrupa envases primarios y secundarios. Constituye la etapa final para el transporte y distribución comercial.

#### 14.2. SELECCIÓN DE ENVASE PRIMARIO

Para obtener un envase que se ajuste a todas las exigencias mencionadas, se precisa de una adecuada selección de los materiales y

sistemas de envasado para panificados. En consecuencia, se requiere del conocimiento de las necesidades de protección de los productos a envasar: protección física y de barrera. Esta última, se determina mediante la evaluación de los principales mecanismos de deterioro, causantes de la pérdida de calidad y de la disminución de la vida útil del producto.

Respecto a la protección física, se exige que el envase soporte condiciones normales de proceso y presente buenas propiedades mecánicas y estructurales. Además, para la selección del mismo, se incorporaran a las funciones del envase mencionadas anteriormente, los requisitos siguientes:

- Presentar un material con propiedades adecuadas, que faciliten el diseño de un envase eficiente para el tipo de producto (en cuanto a forma y función);
- Presentar una relación costo/calidad adecuada;
- Producir el menor impacto sobre el medio ambiente;
- Ser atractivos para el consumidor;
- Facilitar la impresión del mismo para brindar la información necesaria.

A fin de determinar las barreras necesarias para el caso de panificados, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Los panes libres de gluten en general endurecen a mayor velocidad que los panes con gluten, debido a que están elaborados a base de almidón (Ribotta y Tadini, 2009).
- Entre los factores que afectan la vida útil de los productos de panificación, además de la retrogradación de la amilopectina deben considerarse la pérdida de la humedad de la miga y el deterioro por microorganismos.

Por lo tanto, las barreras que debe presentar el envase son las siguientes:

- *Barrera al vapor de agua:* de esta forma se evita el desarrollo de hongos, la retrogradación del almidón y pérdida de humedad del producto, con su consiguiente disminución en cuanto a calidad y vida útil. (Calaveras, 1996; Tejero, 1996). Justificado en los siguientes acontecimientos:
  - Si se permite el egreso del vapor de agua, desde el alimento hacia el exterior, se favorece al deterioro del producto por pérdida de agua, debido a la retrogradación del almidón.
  - Si se permite el ingreso del vapor de agua, desde el exterior hacia el alimento, se favorece la proliferación de hongos, por crear un medio húmedo.
- *Barrera al oxígeno:* con el objetivo de prevenir el deterioro del producto, se impide el desarrollo de microorganismos aerobios y el desencadenamiento de distintas reacciones tales como la oxidación, mediante la disminución del  $O_2$  presente.

Una importante permeabilidad al  $O_2$  y al  $CO_2$  originaría una atmósfera elevada de  $O_2$  y baja de  $CO_2$ , lo que generaría las condiciones propicias para la proliferación de microorganismos aerobios deteriorantes. Además, se vería favorecido el inicio de distintas reacciones que provocarían la oxidación de grasas y vitaminas (Tejero, 1996).

Existen distintos materiales de envases para alimentos como: vidrio, metales, papel, cartón, madera y derivados, materiales plásticos, etc. En este caso en particular, la selección se realiza entre distintos materiales poliméricos, debido a que los mismos cumplen las siguientes características requeridas:

- son de bajo costo,
- poseen capacidad para proteger el alimento,
- ofrecen la posibilidad de adición de otros productos para mejorar sus propiedades,
- son fáciles de procesar.

Entre los materiales poliméricos se destacan:

- Poliolefinas: Polietileno, polipropileno y copolímeros de estos y otros monómeros. Son utilizados en forma de películas para muchos productos que tienen pocos requerimientos críticos. Las propiedades barrera mejoran desde la baja a la alta densidad, siendo el polipropileno el mejor.
- Poliéster: Son usados en alimentos destinados a ser calentados en su propio envase.
- Poliestireno y copolímeros de estireno: Es de baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. Algunas de sus propiedades físicas pueden ser desfavorables, como el hecho de ser rígido y quebradizo.
- Polímeros de vinilo: Se utiliza en Films para bandejas y recubrimientos transparentes. Presenta el problema de la migración de componentes tóxicos hacia el alimento.

Entre los tipos de polímeros mencionados se seleccionan las poliolefinas, debido a que no presentan problemas de migración de componentes tóxicos al alimento, permiten ser utilizadas en forma de film, no presentan problemas de rigidez y de ser quebradizo. Además permiten la ventaja de poseer distintas propiedades barrera según sea la densidad del material.

Dentro de las poliolefinas mencionadas anteriormente, se detallan en la tabla 14.1 las características principales de las más usadas para el envase de este tipo de alimentos:

- ✓ Polipropileno (PP)

- ✓ Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
- ✓ Polietileno de Baja Densidad (LDPE)

Tabla 14.1: Propiedades de las poliolefinas.

LDPE	HDPE	PP
<p>Inercia química.            Autorizado para el contacto con alimentos.            Incoloro, inodoro, no tóxico, más blando y flexible que el de alta densidad.            Transparente u opaco.            Barrera razonable a la humedad.            Permeable al O<sub>2</sub> y a los compuestos orgánicos.            Difícil de imprimir            Económico.            Termosellable            Se ablanda a partir de 85 °C.</p>	<p>Mejor resistencia química, térmica y mecánica.            Incoloro, inodoro, no tóxico.            Barrera excelente a la humedad.            Más opaco que el LDPE.            Termosellable.            Fuerte y resistente a golpes y productos químicos.            Su temperatura de ablandamiento es de 120° C.</p>	<p>Mayor inercia química respecto al PE.            Resistencia a gases.            Buena rigidez.            Brillo.            Transparencia u opaco.            Resistencia a T mayores, permite uso como materiales esterilizados.            Gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura mas elevada (150 °C).            No permite congelación. A una Tg≈0°C pierde propiedades plásticas.            No termosellable</p>

Para realizar una correcta selección se comparan las propiedades de las distintas poliolefinas. Se observa que, si bien el PP presenta características adecuadas como envase para panificados, tiene la desventaja de no ser termosellable. Por lo que la elección del material se centra en el polietileno.

En el Gráfico 14.1 se observa a la derecha la permeabilidad del material al vapor de agua y a la izquierda la permeabilidad del material

al  $O_2$ , para las principales poliolefinas. Allí puede destacarse que el material de mejor propiedad barrera frente al vapor de agua es el polietileno de alta densidad, por tener la menor permeabilidad al vapor de agua de las tres poliolefinas.

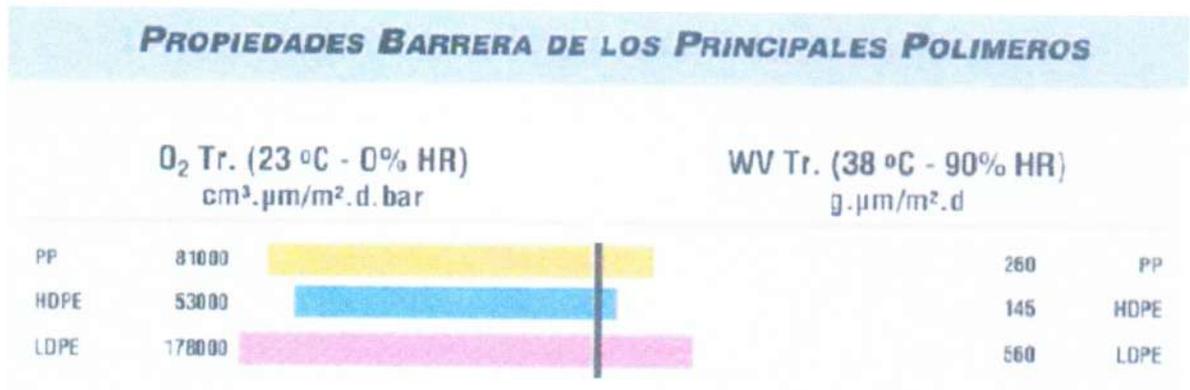


Gráfico 14.1: Propiedades barrera de las principales poliolefinas.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, el material que se selecciona como envase primario es el polietileno de alta densidad, ya que es el que ofrece las mejores propiedades como material barrera frente al vapor de agua y oxígeno.

Una vez que se determina el tipo de envase primario, se debe seleccionar un cierre o sistema de cierre que eviten su apertura involuntaria en condiciones razonables, garantizando de esta forma, la seguridad del alimento.

#### 14.2.1. CIERRE DE ENVASES

La elección del material y sistema de envasado es de suma importancia, pero la misma es ineficaz si el cierre del envase es ineficiente, ya que de esta forma no cumpliría con el objetivo principal del mismo: asegurar la protección y la integridad del producto. Por lo tanto el envase debe estar perfectamente cerrado.

En el caso de los envases de plástico, el cierre se puede efectuar en la línea de envasado, bien por calor, por adhesivos, por tapas roscadas, etc. Si bien, en muchos casos no se brinda la suficiente atención, el cierre de los envases juega un gran papel en la conservación de los alimentos.

Entre los distintos tipos de cierre existentes, el adecuado para nuestro caso es el cierre por calor.

#### CIERRE POR CALOR

Como se menciona anteriormente, la protección del producto y su vida útil dependen en gran medida de la calidad del cierre del envase. La resistencia del cierre depende a su vez del espesor de la película. Para un mismo tipo de película, si se duplica el espesor, casi se consigue duplicar su resistencia. Sin embargo, cuanto mayor espesor tenga el material, más reducida es la gama de temperaturas a las que se puede efectuar el sellado por calor. Esto es consecuencia del grosor de las películas, el cual no permite que el calor fluya con facilidad, dificultando el fundido de la capa o polímero involucrada en el sellado térmico. Además, la película gruesa retiene el calor, manteniendo fluido el cierre, sin que se seque bien. Conjuntamente, requiere una presión de trabajo mayor para doblar y hacer que las películas entren en contacto.

No solo el espesor es de importancia en cuanto a la efectividad del cierre, sino también el diseño de las partes involucradas en el mismo. Lo ideal es que estas zonas sean planas, aunque no siempre se puede evitar las arrugas y pliegues.

Por los motivos expresados, los panes y prepizzas serán envasados individualmente en bolsas de polietileno de alta densidad, y cerrados por calor mediante el uso de una termoselladora.

### 14.3. SELECCIÓN DE ENVASE SECUNDARIO

El envase secundario contiene un número determinado de unidades de venta, tanto si va a ser vendido como tal al usuario o consumidor final, como si se utiliza únicamente como medio para reabastecer los anaqueles en el punto de venta. El mismo puede separarse del producto sin afectar las características de éste.

En ciertas ocasiones, este envase puede considerarse como embalaje y palletización (envase de transporte o envase terciario) por estar diseñado para facilitar la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases, con objeto de evitar su manipulación física y los daños inherentes al transporte.

Los requisitos que debe cumplir en este caso un envase secundario son los siguientes:

- Requerimientos menores de manejo de imagen;
- Facilitar la impresión del mismo para brindar información sobre manejo de estiba y almacenamiento ( sistema de identificación), para poder cuantificarlo y localizarlo;
- Manejo cómodo y eficiente durante su transporte y almacenamiento;
- Resistente a la daños durante el transporte, carga y descarga;
- Ser lo más ligero posible y a su vez, poder soportar la carga requerida;
- Conformar una unidad que evite el choque entre sí de la mercancía que contiene;
- Preferentemente debe ser reutilizable, reciclable.

Teniendo en cuenta los distintos materiales que se pueden utilizar con este fin (papel, plásticos, madera, metales, etc.), se ha seleccionado al papel (cartón).

El cartón es una variable del papel, se compone de varias capas de este, las cuales superpuestas y combinadas le dan su rigidez característica. Se considera papel hasta  $65 \text{ g/m}^2$ ; mayor de  $65 \text{ g/m}^2$ , se considera como cartón.

En los que respecta a los diferentes envases que pueden realizarse con el material seleccionado, se ha decidido utilizar en este caso como envase secundario a las cajas plegadizas de cartón por los motivos expuestos en la tabla 14.2.

Tabla 14.2: Características de las cajas plegadizas de cartón.

Ventajas	Desventajas
Resistencia mecánica durante el transporte, carga y descarga, etc. Son de bajo costo Se almacenan fácilmente debido a que pueden ser dobladas, ocupando un mínimo de espacio. Pueden lograrse excelentes impresiones, lo que mejora la presentación del producto. Biodegradables en períodos cortos a diferencia de los plásticos.	No tienen la misma resistencia que contenedores de otro tipo de material. La resistencia de las cajas plegadizas está limitada por el proceso de manufactura, el cual no puede fabricar cartones más gruesos de 0,040", esto no permite envasar productos que excedan a 1,5 Kg.

Pueden observarse las ventajas que el mismo presenta, en cuanto al bajo costo, el reducido espacio que se precisa para almacenar el mismo en el depósito, la facilidad de impresión para brindar la información necesaria, y su nula contaminación al medio ambiente. Además, si bien presenta desventajas, éstas no interfieren de manera perjudicial en el uso que le daremos al mismo.

Finalmente, se decide utilizar dichas cajas de cartón como envase secundario, disponiendo el pan y prepizzas en cajas diferenciadas para cada producto, de 12 unidades cada una.

## CAPITULO 15

### ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 15.1 INVERSIÓN FIJA

Se realiza la estimación de inversión fija ( $I_F$ ) a partir del método de los factores, mediante el cual se puede extrapolar el costo de inversión a partir del costo de los equipos principales del proceso con instalación (Chilton, 1949; Lupin et al., 1998).

El costo de los equipos principales se encuentra en la tabla 15.1.

*Tabla 15.1: Costos de los equipos principales*

EQUIPO/ ACCESORIO	COSTO (US\$)	CANTIDAD	TOTAL (US\$)
Batidora 10L	530	2	1060
Armario de Conservación	687	1	687
Batidora 60L	2.200	2	4.400
Dosificadora	30.227	1	30.227
Horno	12.769	2	25.538
Ventilador	286	1	286
Termoselladora	750	1	750
Balanza digital	59	1	59
Bascula	261	1	261
Filtro absoluto	428	1	428
Equipo frigorífico	5.610	1	5.610
TOTAL			68.877

Para realizar el cálculo de  $I_E$  (costo del equipo principal instalado) se suman los costos de los equipos principales de proceso. Los costos de la instalación de los equipos están incluidos en el costo total de los mismos.

$$I_E = \text{total costos de equipos} = 68.877 \text{ US\$}$$

Los factores considerados para realizar los cálculos se encuentran en las tablas 15.2 y 15.3.

Tabla 15.2: Factores experimentales como fracción de  $I_E$ 

FACTORES EXPERIMENTALES COMO FRACCIÓN DE $I_E$	FI	COSTO (US\$)
Tuberías de proceso: <i>Proceso de sólidos</i>	0,085	
Instrumentación	0	
Edificios de fabricación : <i>Construcción cerrada</i>		281.027
Plantas de servicios		25.000
Conexiones entre unidades	0	
Costo físico total $I_E(1+\sum f_i)$		380.759

Tabla 15.3: Factores experimentales como fracción del costo físico

FACTORES EXPERIMENTALES COMO FRACCIÓN DEL COSTO FÍSICO	FLI	COSTO (US\$)
Ing. y construcción: <i>Ing. inmediata</i>	0,27	
Factores de tamaño: <i>Unidad comercial pequeña</i>	0,1	
Contingencias: <i>Variaciones imprevistas</i>	0,1	
Factor de costos indirectos $f_i = \sum f_{ii} + 1$	1,47	
Inversión fija $I_F = I_E(1+\sum f_i) f_i$		559.715

En el caso de tuberías de proceso se selecciona proceso de sólidos, debido a que no se transportan fluidos a través de cañerías, solo se considera el transporte de agua para limpieza.

Se considera que el costo de construcción para edificios industriales es de 1700 \$/m<sup>2</sup> (colegio de arquitectos, 2010) y la superficie construida de la planta es de 656,28 m<sup>2</sup>, por lo tanto el costo del edificio es de 281.027 US\$ (considerando la cotización del dólar a 3,97 \$).

La red de gas natural en el parque industrial donde se instala la planta se suministra con una presión que se encuentra en el rango de 2,5-10 Kg/cm<sup>2</sup>, según Camuzzi Gas Pampeana S.A. Dado que los hornos que utiliza la planta requieren una presión de 28 g/cm<sup>2</sup>, en la red de gas a la que deben estar conectados, se observa la necesidad de construir una instalación reductora de presión previa a la conexión de los equipos a la red. Se entrevista al Inspector de Obras Industriales de la empresa proveedora de gas, Licenciado Daniel Errasti del Valle, quien recomienda efectuar la disminución de presión en dos fases, empleando sendas válvulas de regulación adecuadas para cada caso: primero una reducción

de 10 Kg/cm<sup>2</sup> a 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>, y por último de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup> a 28 g/cm<sup>2</sup>. Esta planta de servicios, consiste en una edificación anexada al edificio principal, que contiene a las válvulas reductoras, además de toda la instalación (cañerías, etc.) complementaria a las mismas. El licenciado del Valle comunica que el costo de la misma es de 23.000 US\$.

Dentro de este rubro se incluye el sedimentador de sólidos mediante el cual se efectúa el tratamiento de efluentes. El costo del mismo es de 2.000 US\$.

En cuanto a la ingeniería y construcción se considera a la planta como de ingeniería inmediata por ser la planta de construcción sencilla. En el caso de los factores de tamaño se considera a la planta como una unidad comercial pequeña. Las contingencias se tienen en cuenta para contrarrestar los acontecimientos imprevistos.

El cálculo realizado corresponde al  $I_F$  sin terreno, por lo tanto al valor obtenido se le suma el costo del terreno.

Costo del terreno = 22.260 US\$

$I_F = I_F \text{ sin terreno} + \text{costo del terreno.}$

**$I_F = 559.715 + 22.260 \text{ US\$} = 581.975 \text{ US\$}$**

## 15.2. CAPITAL DE TRABAJO

Se considera que el capital de trabajo es el costo total de producción sin depreciación para tres meses de producción.

Para tal fin se calcula el costo de producción. En la tabla 15.4 se encuentran los costos fijos, variables y el costo total, para un año de producción.

La depreciación se calcula por el método de la línea recta, en el cual la depreciación anual es constante. La duración del proyecto es de 10 años, entonces  $n=10$ . El valor residual o de reventa al final de la vida útil de un bien (L) de los equipos se estima como el 15 % de su inversión.

El costo total de producción se calcula en el apartado 15.3, luego se le resta el costo de depreciación y se obtiene el costo total sin depreciación.

$$L = 0,15 * \text{Costo de equipos sin instalar} = 10.140 \text{ US\$}$$

$$I_{\text{depreciable}} = I_{\text{sin terreno}} - L = 549.574 \text{ US\$}$$

Dado que  $n = 10$ ,

$$\text{Costo de depreciación} = I_{\text{depreciable}} * 1/n = 54.957 \text{ US\$/año}$$

$$\text{Costo total sin depreciación} = 597.148 \text{ US\$/año}$$

$$\text{Capital de trabajo} = 0,25 * \text{costo total sin depreciación}$$

$$\text{CAPITAL DE TRABAJO} = 149.287 \text{ US\$}$$

### 15.3. ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos arroja los valores totales enunciados en la tabla 15.5 para los costos fijos y variables. En los apartados 3.1 y 3.2 de este capítulo se especifica el detalle de cada uno.

Tabla 15.4: Costos de producción

<b>COSTOS VARIABLES</b>	US\$/AÑO
Materia prima	231.743
Envases	23.916
Mano de obra, supervisión y cargas sociales	178.292
Servicios	6.175
Mantenimiento 6% de IF	34.919
Suministros 0,5% de IF	29.099
Laboratorios 10% de MO	13.715
Regalías y patentes	0
<b>Total costos variables</b>	<b>517.858</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>	
Depreciación	54.957
Impuestos 1% de IF	5.820
Seguros 0,75% de IF	4.365
Financiación	0
Ventas y Distribución 2,5% de las ventas anuales	19.973
Administración y Dirección 30% de MO	41.144
Investigación y Desarrollo	7.989
<b>Total costos fijos</b>	<b>134.248</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>652.106</b>

### 15.3.1. COSTOS VARIABLES

#### MATERIA PRIMA

En la tabla 15.5 se encuentra la estimación del costo anual de materia prima. Se tienen en cuenta las cantidades de MP que requiere un año de producción, la formulación de los productos y los precios de las materias primas.

Para la producción de un año se obtiene un costo de 231.743 US\$ de materia prima.

Tabla 15.5: Estimación del costo anual de materia prima

MATERIA PRIMA	COSTO MP(US\$/KG)	COSTO MP ANUAL(US\$/AÑO)
Harina de soja	0,4	8.950
Fécula de mandioca	1	49.224
Almidón de maíz	0,74	36.426
Sal	0,12	379
Aceite	0,5	3.716
Salsa de tomate	0,5	2.586
Levadura	0,75	5.929
Ac. Ascórbico	21,85	6.910
Leche en polvo	3	111.872
Sorbato de Potasio	7,47	5.752
Total		231.743

## ENVASES

El costo del envase primario (Polietileno de alta densidad) es de 0,0417 \$/unidad para envasar una unidad prepizza de 200 g y 0,03477 \$/unidad para envasar una unidad de pan de 250 g. El costo del envase secundario es de 0,72 \$/caja para envasar 12 panes y 0,6 \$/caja para envasar 12 pizzas.

Considerando la cotización del dólar a 3,97\$/US\$, se obtiene:

Total costo envases = costo envase primario + costo envase secundario

Total costo envases = 23.916 US\$/año

## MANO DE OBRA, SUPERVISIÓN Y CARGAS SOCIALES

El personal con el que cuenta la planta se compone de:

- Diez operarios: Se encargan de tareas varias como pesar las materias primas, introducir las mismas en las batidoras, realizar trasvases, cargar y descargar del dosificador y el horno, realizar las tareas envasado y almacenamiento, limpieza de los equipos.

- Dos Jefes de Planta, encargados de supervisar y organizar la producción.
- Una persona que realiza tareas administrativas.
- Un encargado de limpieza general de la planta.
- Un empleado de seguridad.

Se calculan los costos de mano de obra y supervisión a partir de la escala salarial para empleados de industrias alimenticias (Sindicato de trabajadores de Industrias de la Alimentación, 2010).

En la tabla 15. 6 se encuentran los costos por año de mano de obra.

Se considera que la planta trabaja 24 días /mes y 16h/día en dos turnos de 8 h y la cotización del dólar a 3,97\$. Se toman 13 meses de sueldo, ya que se tienen en cuenta los aguinaldos.

Las cargas sociales se consideran como un 30% del salario anual (Parin et al., 1998).

Tabla 15.6: Costos de mano de obra anual

EMPLEADOS	CANTIDAD EMPLEADOS	\$/HORA	SUELDO(\$/MES/EMPLEADO)	US\$/AÑO
Operarios	10	13,39	2.570,88	84.185
Jefe de Planta	2	--	4.296	28.135
Administrativo	1	--	2.980	9.758
Limpieza	1	--	1.900	6.222
Seguridad	1	--	2.702	8.848
TOTAL				137.148
TOTAL CON CARGAS SOCIALES				178.292

## SERVICIOS

En la tabla 15.7 se encuentran los consumos diarios de cada equipo y la cantidad de horas que funciona.

Se calcula el consumo de servicios diario, mensual y anual (ver tabla 15.8) para establecer la categoría en la que se ubica la instalación y se establecen los costos de los servicios.

Teniendo en cuenta el cuadro tarifario proporcionado por EDEA, la instalación se ubica en la categoría T3 grandes demandas (suministro mayor que 50 KW de demanda) por lo tanto el costo de la energía eléctrica es de 0,1268 \$/ KWh y el cargo fijo de 379,36 \$/mes.

Camuzzi Gas Pampeana S.A establece que a la planta le corresponde la tarifa de servicio general de categoría P. Para un consumo mensual mayor que 9000 m<sup>3</sup> el cargo es de 0,179 \$/m<sup>3</sup> de consumo.

Tabla 15.7: Consumos diarios de equipos y tiempo de funcionamiento diario.

EQUIPO/ ACCESORIO	CANTIDAD	CONSUMO (W)	H/DÍA	ENERGÍA ELÉCTRICA (WHR /DÍA)	GAS (M <sup>3</sup> /DÍA)
Armario de Conservación	1	350	12	4.200	-
Batidora 10L	2	373	3,33	1243,33	-
Batidora 60L	2	2700	3,33	9.000	-
Dosificadora	1	1000	1,6	1.600	-
Horno	2	750	16	12.000	37,82
Cámara fermentación	2	1000	16	16.000	-
Ventilador	1	110	16	1.760	-
Termo selladora	1	750	2,41	1.806,87	-
Balanza digital	1	5	16	80	-
Bascula	1	25	16	400	-
Cámara frigorífica modular	1	3600	8	28.800	-
TOTALES	15	10.663	110,67	76.890,21	37,82

Tabla 15.8: Consumos de servicios.

SERVICIO	CONSUMO		
	DÍA	MES	AÑO
Electricidad (KWh)	77	2.307	27.680
Gas (m <sup>3</sup> )	37,82	1.135	13.617

El agua utilizada en la planta, pertenece a tareas de limpieza, agua de proceso y agua para uso general y humano. Se estima que el consumo aproximado es de 300 l/ día para agua de proceso, 1000 l/día para tareas de limpieza y 1000 l/día para uso general y humano; por lo tanto el consumo diario es de 2,3 m<sup>3</sup>/ día .La tarifa que establece OSSE para la categoría a la que pertenece la planta es de 0,59 \$/m<sup>3</sup> de agua.

Costo total de servicios = 6.175US\$/año

#### MANTENIMIENTO

En este punto se tienen en cuenta los costos de materiales y de mano de obra empleados en rutinas o reparaciones incidentales. Se puede estimar como un 2-10 % de la Inversión Fija con terreno por año (Parin et al., 1998).

Se considera un 6% de  $I_F$  por año, ya que se toma un promedio de estos valores.

#### SUMINISTROS

Se consideran otros elementos usados por la planta exceptuando los incluidos en materia prima, materiales de reparación o embalaje. Se puede estimar como 0,5-1% de la inversión fija sin depreciación por año.

En este caso se realiza un promedio de los porcentajes, por lo tanto se considera un 0,75% de  $I_F$  por año.

## LABORATORIO

Se puede estimar como un 0-20% de mano de obra (Parin et al., 1998). En este caso se decide tomar un 10% de mano de obra.

## REGALÍAS Y PATENTES

No se consideran gastos correspondientes a este ítem.

## 15.3.2. COSTOS FIJOS

### DEPRECIACIÓN

Se calcula por el método de la línea recta, en el cual la depreciación anual es constante. La duración del proyecto es de 10 años, entonces  $n=10$ . El valor residual o de reventa al final de la vida útil de un bien (L) de los equipos se estima como el 15 % de su inversión.

El cálculo se realiza en el apartado 15.2.

$$\text{Costo de depreciación} = 54.957 \text{ US\$/año}$$

### IMPUESTOS

Se puede estimar como el 1-2% de la inversión fija por año (Parin et al., 1998). En este caso se puede tomar un 1% de la  $I_F$ , debido a que la planta se encuentra en un parque industrial donde los impuestos son de menor costo, debido a que no se encuentra en una zona urbanizada.

### SEGUROS

Este punto puede ser estimado como el 0,5-1% de la inversión fija por año. Se decide tomar un promedio de estos valores, por lo tanto se toma 0,75% de la inversión fija por año.

## FINANCIACIÓN

Se considera nulo este ítem debido a que no se solicita financiación.

## VENTAS Y DISTRIBUCIÓN

Se puede estimar como un 1-5% de las ventas totales. Se decide tomar un promedio de estos valores, por lo tanto se considera un 2,5% de las ventas anuales. Esto incluye salarios y gastos generales de oficinas de ventas, gastos de embarque y transporte, gastos extras asociados con las ventas.

Teniendo en cuenta el costo total de producción sin el costo de ventas y distribución se determina el precio de venta por Kg. de producto. A dicho costo de producción se lo incrementa en un 28% y se obtiene el precio de venta del producto por Kg. Este porcentaje surge del análisis de sensibilidad que se realiza en el apartado 15.5.

Luego se multiplica el precio de venta calculado por la producción anual y se obtiene el ingreso por ventas anual.

## ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN

Incluye los costos de todos los servicios adyacentes a la planta de producción pero que no están en relación directa con ella. Incluye laboratorios de control de calidad, servicio médico y hospitalario, servicio de seguridad, cafetería y comunicaciones.

Se puede estimar como 20-40 % de la mano de obra (Parin et al., 1998). Se decide tomar un promedio, por lo tanto se estima como un 30% de la mano de obra.

## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Incluyen salarios y jornales de todo personal directamente relacionados con el desarrollo de métodos y productos nuevos; como también los gastos fijos y de operación de toda maquinaria y equipos utilizados para tal fin.

Puede estimarse como 0-5% de las ventas totales (Parin et al., 1998).

Para el proyecto se estima que los gastos originados en presente ítem ascienden al 1% de las ventas totales, debido a que no es el objetivo principal de la empresa desarrollar productos nuevos durante la duración del proyecto.

### 15.4. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es la suma de la inversión fija y del capital de trabajo.

Inversión total = inversión fija + capital de trabajo

Inversión total = 581.975 US\$+ 149.287US\$

**INVERSIÓN TOTAL = 731.262 US\$**

### CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

En la tabla 15.9 se representa el cuadro de Fuentes y Usos de Fondos en US\$, para los 10 años de duración del proyecto.

El flujo de caja se calcula como:

$FC = BN + \text{depreciación}$

El beneficio neto (BN) se calcula como:

$BN = (1-t) \text{ BNAI}$

La tasa impositiva (t) se puede tomar como 40-50% del beneficio neto antes de impuestos como deducción sobre las ganancias brutas (Parin et al., 1998). Se decide tomar un 40%, por lo tanto  $t = 0,4$ .

El beneficio neto antes de impuestos se calcula:

$$\text{BNAI} = V - C \text{ e } I_f$$

e = Factor de depreciación interno

V = Ingresos por ventas

C = Costos de producción sin incluir el costo por depreciación

Tabla 15.9: Cuadro de Fuentes y Usos de Fondos

EJERCICIO	AÑO1	AÑO 2-9	AÑO 10
<b>FUENTE</b>			
Capital propio(IT)	731.262		
Crédito	0		
Ventas anuales	798.905	798.905	798.905
<b>Total (a)</b>	<b>1.530.167</b>	<b>798.905</b>	<b>798.905</b>
<b>USOS</b>			
Activo fijo(IF)	581.975		
Activo de trabajo(IW)	149.287		
Costos de financiación	0		
Costos de producción	652.106	652.106	652.106
<b>Total (b)</b>	<b>1.383.369</b>	<b>652.106</b>	<b>652.106</b>
Saldo (a)-(b)	146.799	146.799	146.799
BN	88.079	88.079	88.079
Depreciación	54.957	54.957	54.957
Flujo de caja	143.037	143.037	143.037

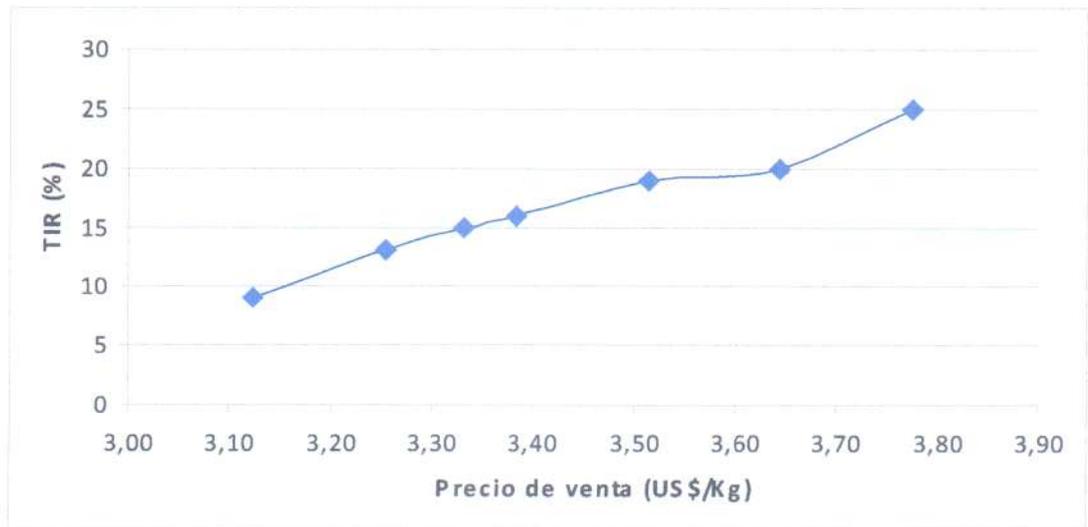
### 15.5. ESTIMACIÓN DE RENTABILIDAD

Para estimar la rentabilidad se decide utilizar el tiempo de repago y la tasa interna de retorno (TIR).

El tiempo de repago ( $n_R$ ) es el mínimo periodo de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión en forma de flujo de caja del proyecto.

La tasa interna de retorno tiene en cuenta el valor temporal del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto.

Se realiza un análisis de sensibilidad, observando cómo varía la TIR con el precio de venta del producto (Gráfico 15.1).



*Gráfico 15.1: Variación de la TIR con el precio de venta.*

Se considera que el proyecto es de riesgo moderado ya que es un producto que existe en el mercado actualmente, por lo tanto el tiempo de repago debe ser menor a 5 años y la TIR igual al 15% para que el proyecto sea rentable (Parin et al., 1998).

Como se observa en el gráfico 15.1, el precio de venta que corresponde con este valor de la tasa interna de retorno es de 3,33 US\$/Kg. de producto.

Con el objetivo de verificar si el proyecto es rentable se realiza el cálculo del tiempo de repago, considerando el precio de venta mencionado anteriormente.

Para calcular el tiempo de repago se utiliza un método gráfico. Se grafica flujo de caja acumulado versus año y se obtiene que se requieren tres años y siete meses para recuperar la inversión. (Ver grafico 15.2)

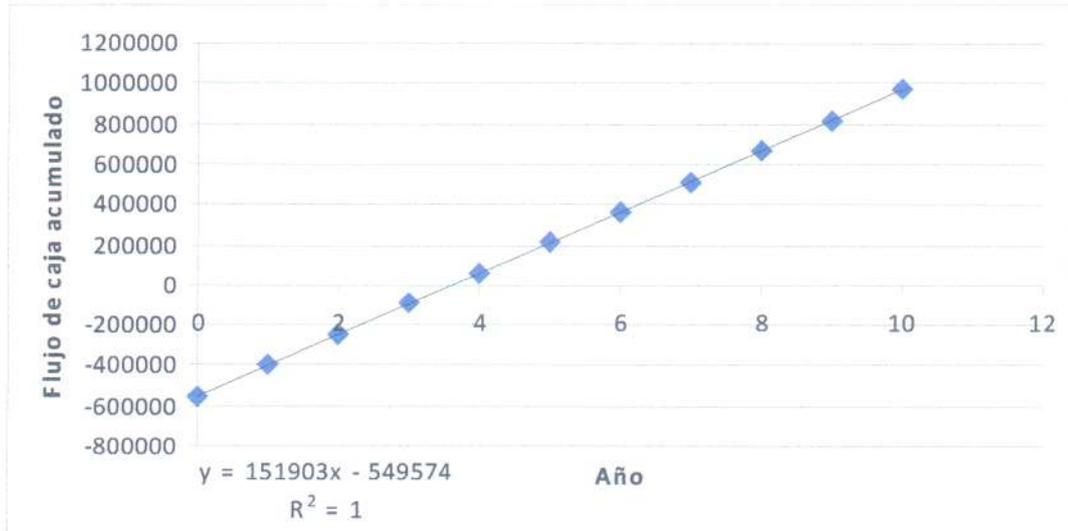


Gráfico 15.2: Estimación del tiempo de repago.

Considerando como precio de venta 3,33 US\$/Kg. de producto y según los parámetros ya mencionados, se concluye que se trata de un proyecto rentable.

#### PUNTO DE EQUILIBRIO

El propósito del análisis es determinar el volumen de producción mínimo para el cual no se obtienen pérdidas ni ganancias. Para ello es necesario hallar la funcionalidad de los costos y de las ganancias respecto del volumen de producción. El punto de equilibrio se obtiene al igualar los costos de producción a las ganancias por ventas del producto.

En la gráfico 15.3 se observa que la intersección de los costos totales y las ventas anuales ocurre cuando la producción es de 117762 Kg de producto por año, siendo éste el punto de equilibrio. Asimismo se aprecia que dicho valor, representa un 60% del nivel de producción.

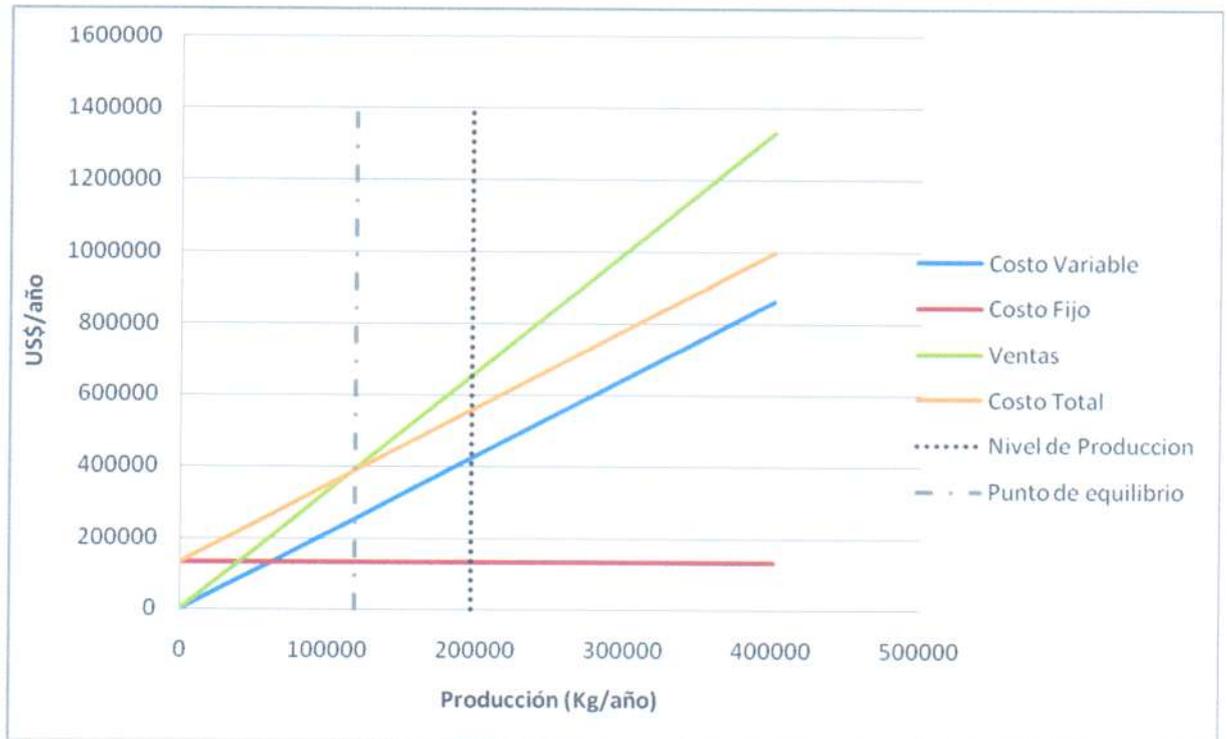


Gráfico 15.3: Carta económica de producción.

## 15.6. CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Para concluir el análisis económico, se estudian los tres factores que determinan la aprobación del proyecto: rentabilidad, factibilidad y oportunidad del mismo.

En cuanto a la rentabilidad, se obtiene una TIR de 15% y un tiempo de repago de 3 años y 7 meses, constituyéndose en un proyecto rentable desde este punto de vista. Además, se observa que la producción anual establecida se encuentra por encima del punto de equilibrio en un 66%, dando lugar a la obtención de ganancias.

Para determinar la factibilidad del proyecto, se analizaron los siguientes puntos: la disponibilidad de materias primas y mano de obra, la accesibilidad en cuanto a los equipos necesarios y la simplicidad del proceso. A partir de estos se concluye que se trata de un proyecto factible.

Finalmente se determina que es oportuno ya que la demanda se encuentra en continuo ascenso, la disponibilidad actual local de este tipo productos es escasa.

## **CAPITULO 16**

### **IMPACTO AMBIENTAL**

#### **16.1 INTRODUCCIÓN**

Los alimentos se producen por y para los seres humanos, y hay poderosas fuerzas sociales y económicas que influyen sobre sus formas de producción. En función de asegurar un indispensable y adecuado suministro de alimentos basado en un desarrollo productivo sostenible, deben analizarse las interacciones entre el uso de los recursos naturales (tierra y agua, recursos genéticos vegetales y animales, suelos) para la producción alimentaria y las diversas opciones técnicas para reducir los impactos ambientales negativos de esta actividad (FAO, 1996).

La industria alimentaria, con su diversidad de segmentos, genera una gran cantidad de residuos, consume una gran cantidad de agua y amplios recursos naturales (Restrepo Gallego, 2006). Estos antecedentes reflejan la importancia de la realización de un estudio de impacto ambiental para una industria alimenticia como la presente, dado que la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales es parte esencial del desarrollo de toda sociedad (Cano, 1996).

#### **16.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Dado que todo proyecto genera cambios irreversibles en el ambiente cercano, se hace necesario un Estudio de Impacto Ambiental que permita medir los impactos de la obra con anterioridad a su ejecución (Coria, 2008).

En la Argentina, el tema medioambiental es de competencia provincial, en ejercicio de la cual los gobiernos provinciales han desarrollado legislaciones y procedimientos locales que regulan la

evaluación de impacto ambiental. El Decreto N° 1741/96 de la provincia de Buenos Aires clasifica los establecimientos industriales, incluidos los agroalimentarios, en tres categorías de acuerdo con su nivel de complejidad o magnitud de impacto ambiental. Los municipios provinciales pueden emitir los certificados de aptitud ambiental de plantas de I y II categorías. En términos de esta clasificación, esta planta corresponde a *Categoría I: Bajo impacto ambiental* ("Elaboración de productos de panadería (pan, pasteles y facturas, excepto venta directa y exclusiva al público)").

Cabe destacar que la planta no emite ningún tipo de contaminante a la atmósfera y por lo tanto, de acuerdo con la ley 11.727 vigente en la provincia de Buenos Aires, no se requiere la implantación de un sistema de monitoreo del aire. En el marco de esta ley, tampoco se efectúan prácticas que perturben el uso del recurso del suelo, la flora ni la fauna.

En cuanto al ambiente de trabajo, los impactos en la salud de los trabajadores por la emisión de humos o cambios bruscos de temperatura, están controlados mediante la apropiada ventilación del lugar y los equipos extractores del horno. Por otro lado el ruido no sobrepasa los límites normalmente establecidos para situaciones similares y la iluminación es eficiente. Además hay un amplio espacio disponible para circulación, lo cual disminuye en gran medida el riesgo de accidentes.

#### 16.2.1. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES

La transformación de materias primas en productos terminados por parte de la industria alimenticia en general y en particular por esta planta, genera residuos. Es por esto que en esta fábrica se diagrama un sistema de disposición de los mismos. Además de contemplarse los residuos sólidos, se consideran los efluentes líquidos, la eliminación de las aguas de las operaciones lavado y limpieza (que contienen residuos de productos de

limpieza y desinfectantes), y las procedentes de las instalaciones higiénico-sanitarias del personal.

Es importante tomar en cuenta el problema del tratamiento de residuos en la instancia de diseño de planta, de modo de poder analizar las posibilidades de disminución de la cantidad de desechos producidos y la minimización del impacto efectuado.

El desarrollo de un régimen eficaz para el tratamiento de los residuos, implica una minuciosa revisión del diagrama de flujo correspondiente al proceso y los correspondientes balances.

De este surge la conclusión de que los principales residuos sólidos generados son los envases de la materia prima consumida (bolsas de cartón, papel kraft, bolsas de polietileno, papel aluminio, etc.) y las unidades defectuosas o no conformes descartadas de la línea. En consecuencia, los residuos sólidos de esta planta se asimilan a desechos urbanos y por lo tanto se cuenta con un espacio físico especialmente destinado a su depósito, previo a la disposición final. El mismo tiene una capacidad apropiada para el acopio diario y se halla en el exterior, debidamente aislado y protegido.

De la misma manera, se determina con respecto a los efluentes líquidos de esta planta, que están constituidos principalmente por las aguas de lavado de utensilios y equipos, que contienen residuos de productos de limpieza, detergente, desinfectantes y restos de masa, diluidos. Estos se generan en todas las etapas del proceso, ya que durante la limpieza entre lotes, se lavan bateas y utensilios de las batidoras; y al final de cada día de producción se efectúa la limpieza de todas las instalaciones y equipos.

De acuerdo con la reglamentación vigente en el partido de Gral. Pueyrredón, este efluente vertido debe cumplir con los límites máximos

admisibles previstos en la resolución 198 y enunciados en la tabla 16.1. En esta se establecen las condiciones físico-químicas a las que deben ajustarse las descargas industriales que efectúe la planta a la red colectora cloacal.

Tabla 16.1: Límites máximos admisibles para descarga a colectora cloacal

Parámetros	Unidad	Técnica Analítica	Caudal (m <sup>3</sup> /día) (1)	Límites admisibles		
Temperatura	°C	S.M.18thEd (2)		<45		
pH	upH	S.M.18thEd		7 - 10		
Sulfuros	mg/l	S.M.18thEd (3)		Ausentes (4)		
SSEE (5)	mg/l	Método de Partición Gravimétrico		Muestra		
					Parcial	Compuesta
				≤20	700	150
				>20 y ≤ 100	150	30
		> 100 y ≤ 150	100	20		
		>150	60	10		
Sólidos Sed.(6) 10 minutos	ml	Segun Resol.389/98 AGOSBA		Ausentes (4)		
Sólidos Sed. 2horas	ml	Segun Resol.389/98 AGOSBA		<5		
DBO (7)	---	---	---	No se establece valor límite		
DQO (8)	---	---	---	No se establece valor límite		

- 1) Caudal (m<sup>3</sup>/ día) = Se refiere a los datos de caudales de desagüe, estimados como el 50% del consumo de agua. Dichos consumos fueron obtenidos de los registros del servicio medido por Obras Sanitarias Mar del Plata.
- 2) S.M. 18<sup>th</sup> Ed. = Standard Methods 18<sup>th</sup> Edition.
- 3) Método Azul de Metileno
- 4) Ausentes = Valor mínimo detectable por el método analítico indicado.
- 5) S.S.E.E. = Sustancias solubles en éter etílico
- 6) Sólidos Sed. = Sólidos Sedimentables
- 7) DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno
- 8) DQO = Demanda Química de Oxígeno

Teniendo en cuenta estos parámetros, se determina que el único que podría encontrarse fuera de los límites admisibles de descarga son los sólidos sedimentables. La temperatura y pH del efluente se consideran estar en niveles admisibles, ya que: el lavado se efectúa con agua tibia y los enjuagues con agua fría en mayor cantidad; los detergentes empleados son de carácter alcalino (pH 7-9) y muy diluidos considerando el alto volumen de agua empleada en estas tareas. Las DBO y DQO se consideran despreciables, y los demás ítems no aplican a esta industria.

Con el objetivo de conocer con precisión el valor de la concentración de sólidos sedimentables, se realiza el ensayo correspondiente con el agua

de lavado. Para ello se emplea el método estándar de medición de estos parámetros, empleando la decantación de los sólidos contenidos en 1 L de muestra en un cono de Imhoff. Trascurrido el tiempo de reposo establecido por la ley se lee directamente a través de la graduación del cono, el valor correspondiente a los mililitros sedimentados por litro de agua de efluente.

De este modo, los valores obtenidos para sólidos sedimentables son:

- SS - 10 minutos: 0 mL/ L de agua de lavado
- SS - 2 horas: 0,6 mL/ L de agua de lavado

Puede observarse que tanto el valor obtenido para 10 minutos como para 2 horas, no sobrepasan los máximos admisibles para este parámetro establecido en la legislación.

No obstante, se decide construir un sedimentador diseñado especialmente para estos requerimientos, a fin de asegurar que ante cualquier circunstancia excepcional en cuanto a la carga de sólidos en el efluente, se cumplan los parámetros exigidos por la autoridad competente.

#### 16.2.2. DISEÑO DE SEDIMENTADOR

Un sistema de pretratamiento es una estructura auxiliar que debe preceder a cualquier sistema de tratamiento. Este equipo persigue principalmente los objetivos de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que traen consigo las aguas residuales.

Se considera como pretratamientos y acondicionamientos previos a la evacuación de los efluentes de la planta a los sedimentadores. Para realizar el diseño del mismo se estima que las partículas, aun siendo de diferentes tamaños, se comportan como partículas discretas y aisladas.

El sedimentador tiene por objeto separar del agua las partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar que se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El sedimentado se refiere normalmente a la remoción de las partículas a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm.

En primer lugar, se determina la velocidad de sedimentación ( $V_s$ ) mediante la longitud del cono de Imhoff utilizado en el ensayo de Sólidos Sedimentables. En el mismo se tiene en cuenta el tiempo máximo en el cual, según la reglamentación vigente, no se deben encontrar sólidos sedimentables.

Datos:

Longitud del cono: 0,4 m

Tiempo de sedimentación: 10 minutos

$$V_s = 0,4 \text{ m}/10 \text{ min} = 6,67 \times 10^{-4} \text{ m/s} = 2,4 \text{ m/h.}$$

Asumiendo que la sedimentación ocurre en régimen laminar, el diámetro de partícula para el cual se realiza el diseño puede obtenerse de la ley de Stokes:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right) d^2 \quad (1)$$

Con

$$\rho_s = 1.386,53 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,001 \text{ kg/m.s} \quad \text{NO}$$

El diámetro de partícula resulta:  $d = 5,57 \times 10^{-5} \text{ m} = 0,0557 \text{ mm.}$

Para confirmar el régimen de flujo, se calcula el número de Reynolds:

$$Re = \frac{d \cdot V_s \cdot \rho_l}{\mu_l} \quad (2)$$

Dónde  $V_s$  es la velocidad de sedimentación y  $\rho_l$  y  $\mu_l$  la densidad y viscosidad del líquido. Reemplazando con los valores adecuados se obtiene:

$$Re = 3,72 \times 10^{-2} = 0,0372.$$

Debido a que el número de Reynolds resulta menor a 2, se confirma que la sedimentación ocurre en régimen laminar, tal como se había supuesto.

Como caudal de diseño se toma el máximo, éste se determina para el caso en que estén funcionando en forma simultánea las diez canillas existentes en toda la planta. Asumiendo que cada una presenta un consumo estimado de 600 L/h, resulta:

$$Q = 600 \text{ L/(h*canilla)} * 10 \text{ canillas} = 6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

En el caso de la sedimentación a caudal continuo, la longitud del tanque y el tiempo que un volumen unitario de agua permanece en el mismo (tiempo de residencia) deben ser tales que todas las partículas con la velocidad de sedimentación calculada se depositen en el fondo del sedimentador.

Se plantean las siguientes ecuaciones:

$$H = V_s \cdot t_s \quad (3)$$

$$\text{Vol}_{\text{equipo}} = t_{\text{resid}} \cdot Q_{\text{vol}} \quad (4)$$

$$t_{\text{resid}} > t_s \quad (5)$$

$$\text{En la situación límite: } t_{\text{resid}} = t_{\text{sedim}}, \text{ con lo cual } L=L_{\text{min}} \quad (6)$$

Siendo: H: altura del sedimentador (m)  
 $t_s$ : tiempo de sedimentación (seg)  
 $Vol_{\text{equipo}}$ : volumen del equipo ( $m^3$ )  
 $t_{\text{resid}}$  : tiempo de retención o de residencia en el equipo (seg)  
 L: longitud del sedimentador (m)

Con respecto al área superficial de la zona de sedimentación ( $A_s$ ), se estima la mínima con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{vol}} = V_s \cdot A_s = V_s \cdot (W \cdot L) \rightarrow A_s = Q_{\text{vol}} / V_s = 2,5 \text{ m}^2 \quad (7)$$

Donde, W: Ancho del sedimentador (m)

Dado que el funcionamiento real del sedimentador difiere del ideal, el diseño se sobredimensiona en un factor de 1,5, para compensar estas discordancias. Con lo cual el área del sedimentador resulta igual a  $3,75 \text{ m}^2$  (Organización panamericana de la Salud, 2005).

Se proponen las dimensiones del sedimentador:

Largo (L) = 3,5 m,

Ancho (W) = 1,6 m,

Alto (H) = 1,2 m.

Con los parámetros definidos (W, L y H) se efectúan los cálculos necesarios para verificar los siguientes criterios de diseño:

i) Área superficial

$$A_s = W \cdot L = 5,6 \text{ m}^2 \quad (8)$$

Como se observa, el área superficial obtenida con las dimensiones establecidas, es mayor al mínimo requerido.

ii) Velocidad horizontal ( $V_H$ ) y velocidad de arrastre ( $V_a$ )

La velocidad horizontal debe ser tal que las partículas sedimentadas no sean arrastradas desde el fondo del tanque.

$$Q_{vol} = V_H \cdot W \cdot H \rightarrow V_H = 3,125 \text{ m/h} \quad (9)$$

El arrastre ocurre cuando la velocidad horizontal es suficiente para hacer pasar la suspensión a las partículas ya depositadas.

La velocidad horizontal mínima o crítica a la cual se inicia el arrastre de partículas (resuspensión del material ya depositado) se denomina velocidad de arrastre.

Si se cumple la relación  $V_a > V_H$ , se asegura que no se producirá la resuspensión, dado que las partículas sedimentan antes de ser arrastradas por la corriente que circula con  $V_H$ .

Luego, la velocidad  $V_a$  viene dada la siguiente ecuación empírica:

$$V_a = \sqrt{\frac{8\beta g d (\rho_s - 1)}{f}} \quad (10)$$

Siendo:

$V_a$ : velocidad de arrastre (m/seg)

$\beta = 0,06$  para material no uniforme que puede apelmazarse.

$f$  = factor de fricción de Darcy-Weisbatch: 0,03 para el cemento.

Reemplazando los valores se obtiene:  $V_a = 3,5 \text{ m/h}$  *NO*

La velocidad horizontal ( $V_H$ ) se compara con la velocidad de arrastre calculada empíricamente ( $V_a$ ). Como  $V_H$  es menor que  $V_a$ , se asegura que el material sedimentado no será resuspendido ni arrastrado.

## iii) Tiempo de residencia y de sedimentación

Los tiempos de residencia y sedimentación se calculan de acuerdo con las ecuaciones (3) y (4) respectivamente:

$$t_s = H / V_s = 0.5 \text{ h} = 30 \text{ min}$$

$$t_{\text{resid}} = A_s \cdot H / Q_{\text{vol}} = 1,12 \text{ h} = 67,2 \text{ min}$$

Entonces, se verifica el criterio propuesto en la ecuación (5) donde  $t_{\text{resid}} > t_s$ .

Por otro lado, para facilitar la acumulación y posterior eliminación de los sólidos, el fondo del tanque tendrá una pendiente del 10%. Además, a fin de promover un flujo uniforme dentro de la zona de sedimentación, se colocará un baffle con orificios, inmediato a la pared de entrada. Para evitar que los sólidos que floten sean vertidos al desagüe, el baffle de la zona de entrada actuará también de parante, con lo cual tendrá una altura ligeramente mayor al tanque. De este modo los sólidos flotantes no podrán pasar a la zona de sedimentación.

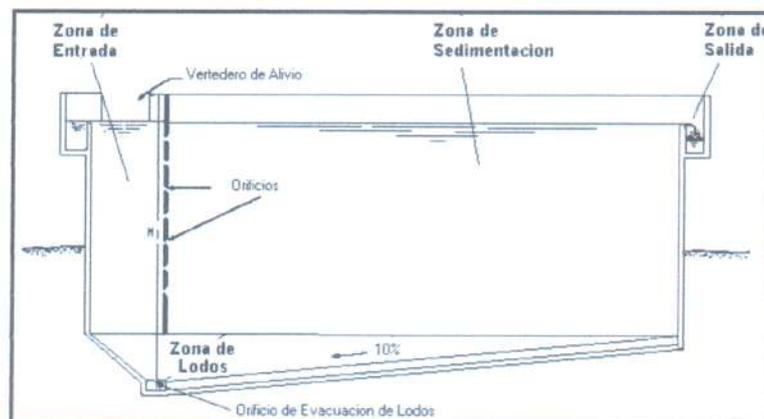


Figura 16.1: Corte transversal del sedimentador

## **CAPITULO 17**

### **CONCLUSIÓN**

Puede enunciarse que se cumplieron los objetivos propuestos al inicio del presente trabajo.

Se desarrollaron dos productos aptos para celíacos, pan y prepizza libres de gluten, cuyo precio de salida de fábrica es similar al de los productos a base de harinas que contienen gluten.

Luego se diseñó la planta alimenticia para la elaboración industrial de pan y prepizza incluyendo estudio de mercado, selección y diseño de equipos, organización de la producción, aseguramiento de la inocuidad del producto, impacto ambiental, análisis económico, entre otros.

Se contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas con enfermedad celíaca, por ser una propuesta factible, oportuna y rentable. Se trata de un proyecto rentable desde el punto de vista económico, factible, por la disponibilidad de materia prima, mano de obra y equipos de proceso, y oportuno, por la creciente demanda y la escasa oferta de productos similares. Estos factores determinan que se trata de un proyecto interesante para inversionistas.

## CAPITULO 18

### BIBLIGRAFÍA

- Adams, M.R; Moss, M.O .1997. *Microbiología de los alimentos*. Ed. Acribia. España.
- Albarrán Valenzuela, Guillermo. *Diseño de envases y embalajes*. Universidad de Londres. Disponible en: <http://docs.google.com>
- Alderete, Juan M.; García, Walter. *Cuidado del ambiente*. S.A.G.P.yA. Disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/alimentos/inicio.htm>
- Alegre M.T. y Mesas J.M., 2002. *El Pan y su proceso de elaboración*. Ciencia y Tecnología Alimentaria. México.
- Alimentos Argentinos. 2004-2008. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1994. *ASHRAE handbook: refrigeration*. Ed. Atlanta. EEUU.
- Anmat. 1994. CAA: Capítulos I/IV-IX-XVII. Disponible en <http://www.anmat.gov.ar>.
- Zugarramundi A. y Parin M., 1994. Análisis Económico. UNMdP.
- Argental. 2009. Disponible en: <http://www.argental.com.ar>
- Brennan J.C; Butters J.R; Cowell N.D y Lilley A.E.V. 1998. *Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Ed. Acriba, S.A. Zaragoza. España. Páginas: 24-35, 162-179, 400-407, 438-450
- Calaveras Calvo, Jesús. 1996. *Nuevo tratado de panificación y bollería*. Ed. Iragra. España.
- Calvel, Raymond; Ronald Wirtz (trans.), 1994. *The Taste of Bread*. Ed. Springer. Vista disponible en: <http://www.raymondcalvel.org>
- Cano, Sabrina. 1997. *El impacto ambiental de las microempresas en El Salvador*. PROMICRO/OIT. El Salvador.
- Carrillo, Leonor. 2003. *Microbiología Agrícola*. Capítulo 6, pág. 6.

- *Cartón ondulado: Embalaje del futuro.* Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FmGwGRDZaXAJ:corrugando.com/index.php>
- Casiba Filtros S.A., 2010. Disponible en: <http://www.casiba.com/>
- Cheftel, Jean Claude; Cheftel, Henry y Besançon Pierre. 1977. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.* Ed. Acribia. España.
- Coria, Ignacio D. 2008. *El estudio de impacto ambiental: características y metodologías.* Redalyc. Argentina.
- COULTATE, T. P. 1996. *Manual de Química de los alimentos.* Ed. Acribia. España.
- Cueto Rua, Eduardo; Nanfito Gabriela A. 1997-2004. *Enfermedad Celíaca Rápida sospecha, diagnóstico oportuno, tratamiento adecuado y casi "un modo de ser".* Intramed. Argentina.
- Cumbre Mundial sobre Alimentación, 1996. *Producción de alimentos e impacto ambiental.* Documentos técnicos de referencia FAO. Roma.
- Díaz G. 2005. *Micotoxinas y micotoxicosis de importancia en salud humana en Colombia.* Memorias IX Congreso Nacional de Avicultura. Federación Nacional de Avicultura. Venezuela.
- FAO, 2003. *Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas.*
- Fellows, P. 1994. *Tecnología del procesado de Alimentos.* Ed. Acribia, S.A. España.
- Fennema, Owen R. 2000. *Química de los Alimentos.* Ed. Acribia. España.
- Forsythe. 2003. *Alimentos seguros: Microbiología.* Ed. Acribia. España.
- Gimén, Alberto, 2009. *Fumonisinias en humanos y contaminaciones con éstas en maíz e higos secos.* Engormix. Disponible en: <http://www.engormix.com>

- Gimeno, A. y Martins, M.L. (2006). *Mycotoxins and Mycotoxicosis in Animals and Humans*. Special Nutrients, Inc. USA (Ed.). Victor Mireles Communications, Mexico. pp. 1-127.
- *Guía técnica a nivel de envase y embalaje*. Disponible en: <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf>
- Hosney, R. Carl. 1991. *Principios de ciencia y tecnología de los cereales*. Ed. Acribia. España.  
[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_civil/plastico/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_civil/plastico/)
- Il Sole. Alimentos sin TACC. 2009. Disponible en: <http://www.ilsole.com.ar/index.php?section=ultrac>
- INDEC 2001. *Tabla de población. Distribución de ingresos en Argentina. Estimaciones y proyecciones de población*. Disponible en: <http://www.indec.mecon.ar>
- Instituto Argentino de Gastronomía. *Manual de fabricación. Todo lo que hay que saber sobre el pan*. Fundación IAG.
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Fifty-sixth meeting, 2001. pp.1-33. Italia.
- Kapac. *Alimentos Específicos*. 2009. Disponible en: <http://www.kapac.com.ar/index.htm>
- Kretz Argentina. 2009 <http://www.kretz.com.ar>
- La Delfina. 2009. Disponible en: [http://www.productosladelfina.com.ar/pag\\_ad.php?id\\_pagina=1](http://www.productosladelfina.com.ar/pag_ad.php?id_pagina=1)
- León, Alicia; Requena, Fanny; Saume, Elsy. 2005. *Micotoxinas: Riesgos y prevención*. *Zootecnia Trop.* vol.23, p.393-410. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php>
- Ley celíaca, 2009. Disponible en: [www.ley-celiaca.com.ar](http://www.ley-celiaca.com.ar)
- Maimone, Stella. 2004. *Pseudomonas aeruginosa*. Disponible en: <http://www.codeinep.org/CONTROL/pseudomonaaeruginosa.htm>
- *Material de construcción: Plástico*. Disponible en:
- Mundo alimentario, 2005. *El envasado de alimentos: función, tecnologías y futuro*. Disponible en: <http://www.mundoalimentario.com/>

- Muther, Richard. 1965. *Distribución en planta*. Ed. Hispano Europea. España. Vista disponible en <http://books.google.com.ar>.
- Nora's Skills. Alimentos libres de Gluten. 2009. Disponible en: <http://www.noraskills.com/productos.php>
- Normahomed, Israte. 2005. *Tipus i tecnologia de la panificació*. Sabadell Universitat. España.
- Organización Panamericana de la Salud, 2005. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Perú.
- Palominos, Pedro. 2006. *Distribución Física en planta*. Disponible en: <http://www.scribd.com>
- PROARCA, 2004. *Guía Práctica de Monitoreo de Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales*. El Salvador.
- Programa Universitario de Alimentos de la Universidad Autónoma de México - Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2009. México.
- Reinhart, Peter. 2000. *The Bread Baker's Apprentice: Mastering the Art of Extraordinary Bread*. Ed. Ten speed press. EEUU.
- *Revista Profesional de Panadería, Pastelería y Molinería*. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com>
- Ribotta, Pablo D; Tadini, Carmen C. 2009. *Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados*. Ed. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Señor de Sipán. 2009. Disponible en: <http://www.sipansingluten.com.ar/activo/htm/03.htm>
- Siemens Argentina. 2009 <http://www.siemens.com.ar>
- Sindicato de trabajadores de Industrias de la Alimentación. 2009. Disponible en: [www.stia.org.ar](http://www.stia.org.ar)
- Smitter Anzola, Antonio J. 2002. *Evaluación del Grado de Avance y Propuesta de Implementación de un Programa de Buenas Prácticas de Manufactura*. Costa Rica.
- Soriano del castillo, José Miguel. 2007. *Micotoxinas en alimentos*. Ediciones Díaz de Santos. España.
- Tante Gretty. 2009. Disponible en: <http://www.tantegretty.com.ar/empresa.htm>

- Tejero, Francisco. 1996. *Manual de Formación Profesional en Panadería*. Ed. Montagud Editores. España.
- Terribile, Karina. 2008. *La función del envasado*. Disponible en: <http://karinaterribile.blogspot.com/2008/08/la-funcin-del-ensvasado.html>
- Todar, Kenneth. 2008. *Textbook of bacteriology*. Disponible en: <http://textbookofbacteriology.net/pseudomonas.html>
- WHO (World Health Organization), 2002. *Evaluation of Certain Mycotoxins in Food*. Fifty-sixth report of the Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 906. pp. 1-62. Italia.

**CAPITULO 19****ANEXO I: ENCUESTA DESTINADA A CELIACOS**

*Somos Estudiantes de Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Estamos cursando nuestro último año de carrera y realizando nuestro Trabajo Final de Grado. Este consiste en el desarrollo de productos panificados destinados a celíacos. El proyecto se centrará en el diseño de una planta para la fabricación de estos productos a escala industrial. Nuestros objetivos son los de obtener alimentos nutritivos, sabrosos y principalmente a precios accesibles. Este último será el eje de nuestro trabajo, en vista de los elevados precios que se encuentran en el mercado, sin descuidar los otros dos y teniendo en cuenta que nuestra educación universitaria está orientada a aplicar conocimientos científico-tecnológicos al diseño y desarrollo de procesos para la transformación de materias primas alimenticias bajo parámetros de calidad.*

*Para esto, nos resultará de gran utilidad contar con información acerca de la percepción que Ud. tiene de los productos que actualmente se encuentran en el mercado y de sus preferencias con respecto a los mismos, con el propósito de lograr un alimento que cumpla favorablemente con las exigencias de sus consumidores.*

*Por último cabe aclarar que el proyecto es un desarrollo teórico, efectuado sólo con fines académicos y sin ningún interés comercial. Y que ha sido pensado como un aporte a la mejora en la calidad de vida de nuestra sociedad.*

Edad: .....

Sexo: .....

Fecha de diagnóstico: .....

1) ¿Compra productos para celíacos o los prepara Ud. mismo?

- a. Compro
- b. Preparo
- c. Ambos

**Si respondió a y/o c:**

a. 2)

¿Qué panificados para celíacos compra? ¿A que precios aproximados los consigue?

Pan \$

Prepizza \$

Tapas Tarta/Empanadas \$

Masas dulces \$

Tostadas \$

Pan Dulce \$

Otro galletitas dulces \$

a.3) ¿Encuentra los productos con facilidad? si/no

¿Donde los consigue?

Dietéticas:

Supermercados:

Otros: ¿Cuales?

a.4) ¿Con qué regularidad consume estos productos?

<b>Pan</b>	<b>Prepizza</b>
Nunca	Nunca
Algunas veces por mes	Una unidad /mes
2 veces por semana o menos	Una unidad/semana
5 veces por semana o menos	Más de una unidad/semana
Todos los días	Menos de una unidad/semana
Otro(especifique)	Otro(especifique)

a.5) Por favor, califique a su criterio las cualidades de los productos panificados para celíacos que compra:

(Utilice el siguiente puntaje: **1- Muy malo/...../5- Muy Bueno**)

	Pan	Pre-Pizza	Masas dulces	Tapas Tarta/Emp	Tostadas
Textura					
Sabor					

**Si respondió b y/o c:**

b.1) ¿Hasta cuánto estaría dispuesto a pagar por un producto de los siguientes que lo satisfaga en cuanto a su calidad? (y en las presentaciones que se consiguen comúnmente en el mercado)

Pan  
 Pizza  
 Tapa Tarta/Empanadas  
 Pan dulce  
 Tostadas  
 Masas dulces

b.2) ¿Comparte la comida con su familia?

b.3) ¿Qué productos elaborados o semielaborados para celíacos le gustaría que existiesen en el mercado o fueran más fáciles de conseguir?

b.4) ¿Qué cantidad de productos panificados elaborados por usted consume aproximadamente?

<b>Pan</b>	<b>Pizza</b>
No consumo	No consumo
Menos de 50 gr/día	Menos de media unidad/semana
50 gr/día	Media unidad/semana
100gr/día	Una unidad/semana
200gr/día	Más de una unidad/semana
Más de 200gr/día	Otro(especifique)
Otro (especifique)	

¡Muchas Gracias por su Colaboración!

## ANEXO II: DOSIFICADORES

Se cuenta con los siguientes equipos a fin de realizar una selección:

- Dosificador a pistón - *INGESIR*:

Se utiliza en envasadoras de aceite, miel, mayonesa, dulce, etc.

El dosificador a pistón está compuesto de una tolva de alimentación, un pistón dosificador y una válvula direccionadora. El dosaje es por volumen según la carrera del pistón y es regulable según los requerimientos de proceso. Posee un pico vertedor y el avance de los moldes hacia él debe hacerse de manera manual o complementarse con una cinta transportadora.



Figura 2.1: Dosificador a pistón.

- Dosificadora Automática de Magdalenas - *FORMEX*:

Es empleada normalmente en la fabricación de magdalenas, bizcochos y otros productos con masas blandas o semi-blandas.

El equipo posee una tolva que almacena la masa y debajo de ésta una cierta cantidad de picos vertedores (adaptables según los requerimientos de dosificación específicos de los productos que se elaboran). Estos depositan el fluido sobre los moldes a medida que

avanzan por la parte inferior, por medio de un sistema tipo cinta transportadora que traslada las bandejas, colocadas en forma manual. La dosificación del producto es volumétrica y regulable, permitiendo una muy alta velocidad de operación, adaptable a distintos requerimientos.

Posee una computadora interna que efectúa el control electrónico de las operaciones. Es decir, de manera automática supervisa el avance de las bandejas a través de la cinta, el posicionamiento adecuado para el llenado y salida de las mismas. Así mismo una señal acústica avisa en caso de no retirar la bandeja al final del proceso, o en caso de ausencia de bandeja, mostrando en la pantalla digital el motivo de la parada.

Todas las partes de las máquinas que están en contacto con la masa están fabricadas con materiales aptos para uso alimentario.



*Figura 2.2: Dosificador para magdalenas*

- **Inyectadora de Magdalenas a pedal - MAPEPAN:**

Es empleada comúnmente en la fabricación de magdalenas y bizcochos, productos con masas blandas o semi-blandas.

El principio de funcionamiento es análogo a la anterior, posee una tolva que almacena la masa y debajo de ésta una cierta cantidad de picos vertedores (adaptables según los requerimientos de dosificación específicos de los productos que se elaboran). Estos inyectan el fluido sobre los moldes a medida que estos son colocados en la parte inferior, tarea que se efectúa en forma manual, colocando las bandejas que contienen los moldes, en la superficie de apoyo. La dosificación del producto es volumétrica y regulable, y se activa neumáticamente mediante el pulsado de un pedal que se encuentra en la base del equipo.



*Figura 2.3: Dosificadora a pedal*

## ANEXO III: HORNOS

Los distintos hornos pueden clasificarse en: hornos por calentamiento directo y por calentamiento indirecto. En este caso, los utilizados en panificación son por calentamiento indirecto. De esta manera, se previenen peligros de naturaleza tóxica producidos por la combustión del combustible de los quemadores, al evitar el contacto directo entre la zona de combustión y el alimento.

Como subclasificación de los hornos por calentamiento indirecto, podemos describir los siguientes modelos:

### **A) Hornos de carros rotativos:**

Las piezas a hornear son colocadas sobre bandejas que se introducen en carros móviles de acero. Éstos poseen capacidad para varias bandejas superpuestas a modo de estantes. Una vez introducido el carro en el horno éste comienza a girar sobre su propio eje para obtener un mejor flujo de calor.

Aunque las bandejas calientes conducen el calor directamente al fondo de los panes, este tipo de proceso de horneado se basa principalmente en la transferencia de calor mediante convección. El gas de calentamiento producido en estos hornos se dirige primero a un intercambiador de calor. Donde el aire caliente producido en el intercambiador se proyecta a los pisos o estantes de horneado mediante la acción de una turbina (responsable de transmitir calor a toda la cámara). El contacto directo entre los panes y una atmósfera caliente resulta en un horneado uniforme. Otra de las características que presenta este modelo, es la posibilidad de introducir humedad (vapor de agua) dentro del horno y la capacidad de desmontar e intercambiar estantes. Esto permite, en caso que fuese necesario, ajustar el espacio entre los estantes para lograr introducir piezas más grandes.

En algunos hornos se sustituye el combustible por resistencias eléctricas como fuente de producción de calor (Calaveras, 1996; PUA-UNAM).

Este tipo de horno se aplica normalmente a panes con bases frágiles y deben utilizarse masas con bastante fuerza para evitar este efecto, ya que sino se pueden obtener panes con cortezas muy finas y bases de pan extendidas.

*Tabla 3.1: Características de los hornos de carros rotativos.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Facilidad de la carga (ingresa el carro completo directamente al horno).	Las condiciones de horneado son idénticas en todos los pisos (calor y humedad); por lo que sólo se pueden usar programas de horneado con requerimientos generales de uniformidad.
Aplicación intensiva de calor al producto (circulación de aire caliente mediante turbinas).	
Bajo consumo de combustible.	
Elevado grado de flexibilidad de la temperatura en todo el horno.	
Requerimientos de espacio reducidos.	

*Fuente: Elaboración propia en base a datos de Buscaglia, 2009.*

## **B) Hornos sin carro:**

Todos transmiten calor por convección y pueden organizarse en los siguientes grupos:

*Hornos rotativos:* El funcionamiento del mismo es similar al de los hornos de carros rotativos. La diferencia se encuentra en el interior de horno, donde presenta una estructura con aptitud de giro y capacidad

para varias bandejas superpuestas en forma de estantes. Esto permite, que la carga del horno se realice en forma directa con las bandejas, en lugar de ingresar un carro.

Además, si bien ambos hornos giran los "carros" para lograr una cocción eficiente, estos modelos mejoran la efectividad de la cocción, mediante la incorporación de un cambio continuo en la dirección del flujo de calor.

*Hornos convectores:* Los más utilizados son los que usan agentes caloríficos como la electricidad y gas. Casi exclusivamente son de transmisión por convección forzada. El quemador calienta el aire que es directamente transmitido a las piezas que hay que cocer. Normalmente, llevan un intercambiador que evita la mezcla del aire caliente y el aire contaminado de la combustión (Calaveras, 1996; UNAM, 2010).

Tabla 3.2: Características del horno sin carro.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Facilidad de la carga	La utilización de exceso de potencia térmica para aplicar durante la carga, debido a que en éste se produce cada vez que se carga, mientras que en los demás esto solo sucede antes de comenzar la carga.
Bajo consumo ya que tiene aislamiento de la cámara de combustión.	Cocción dispareja por tener en fondo del equipo el ventilador que permite la circulación del aire caliente.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Buscaglia, 2009.

*Hornos de pastelería:* Suelen ser hornos de poca capacidad con una sola cámara. Generalmente no disponen de vaporización. Ocupan muy

poco espacio. Son hornos de cocción estática turbo calefaccionados por sistema eléctrico. La temperatura máxima que alcanzan son 280° C. Es un horno limpio, que no necesita utilización de salida de humos, pues cuenta con un sistema de campana extractora-condensadora que elimina el vapor que se produce al abrir la puerta (Calaveras, 1996).

**C) Hornos de túnel:** Son los hornos aplicados a producciones grandes y producciones automáticas en continuo con sistemas de gran rendimiento.

Generalmente están compuestos de una sola cámara de cocción, de varios metros de longitud, donde la placa o bandeja es una cinta móvil transportadora. La pieza de masa formada se introduce por una extremidad del túnel, recibe vapor, recorre todo el horno y sale por el lado opuesto del mismo, ya cocido.

La forma de deslizar los panes son las siguientes:

- Deslizamiento por cinta red: Se transporta por una red metálica sin fin y tiene una caldera aparte que es la productora de vapor. Admite cargadores de diferentes tipos y grado de automatización. Transmite calor por convección y radiación.
- Deslizamiento por placas refractarias: Prácticamente es el mismo sistema que el anterior, pero este material confiere al pan elaborado un aspecto similar al de los hornos de solera. Siempre se utiliza convección forzada.
- Deslizamiento por balancines: Tiene la carga en el mismo extremo que la descarga, cosa que no sucede en los anteriores, dando la vuelta completa alrededor de la cámara. Consiste en dos cámaras de cocción superpuestas, por donde circulan los balancines arrastrados por una cadena. Transmite calor por radiación.

Tabla 3.3: Características del horno de túnel.

Ventajas	Desventajas
Posibilidad de conseguir distintas temperaturas según la etapa de cocción.	Para grandes producciones y que sean en continuo.
El tamaño de la pieza no es limitante.	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Argental, 2009.

Tabla 3.4: Características de hornos rotativos

Company Name (Website)	Model Name	Model Number	Fuel Type	Energy Efficiency (%)
Adamatic Corporation (www.adamatic.com)	Adamatic	PRO2G	Gas	50
Baxter (www.baxtermfg.com)	Baxter	BXA2G	Gas	56
Baxter (www.baxtermfg.com)	Baxter	OV500G1	Gas	52
Baxter (www.baxtermfg.com)	Baxter	OV500G2	Gas	54
Sveba-Dahlen (www.sveba-dahlen.se)	Dahlen	V42	Gas	52
Gemini Bakery Equipment, Co. (www.geminibe.com)	Gemini	V42	Gas	52
LBC Bakery Equipment (www.lanbakery.com)	LBC	LRO-2G	Gas	54
Hobart (www.hobartcorp.com)	Hobart	HBA-2G	Gas	56
Revent (www.revent.se)	Revent	724	Gas	62
TMB Baking (www.tmbbaking.com)	TMB Baking	XL2	Gas	53

Fuente: Food Technology Center (2010).

La tabla 3.4 exhibe valores de eficiencia energética obtenidos a través de las normas ASTM Standard Test Methods para hornos rotativos, proporcionados por Food Technology Center (2010).

A partir de estos datos se obtiene una eficiencia energética promedio para estos equipos de **54,1%**.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
.....  
UNIVERSIDAD NACIONAL MAR DEL PLATA