

GESTIÓN DE LACTOSA Y FRUCTOSA EN EL PLAN DE ALÉRGENOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SU ELIMINACIÓN O SUSTITUCIÓN

Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Trabajo Fin de Grado

Naiara Nicolás Sagarzazu

Curso académico 2022/2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
3. METODOLOGÍA	4
4. DESARROLLO	5
4.1 Aspectos legales y normativa en materia de gestión de alérgenos	5
<i>4.1.1 Legislación europea sobre alérgenos</i>	5
<i>4.1.2 Etiquetado y declaraciones de alérgenos</i>	6
4.2 Plan de gestión de alérgenos	8
<i>4.2.1 Materias primas</i>	9
<i>4.2.2 Formulaciones</i>	10
<i>4.2.3 Instalaciones, equipos y procesos</i>	10
<i>4.2.4 Limpieza</i>	13
<i>4.2.5 Formación del personal</i>	13
<i>4.2.6 Etiquetado</i>	15
4.3 Funcionalidad e implicación tecnológica de la lactosa y/o fructosa en los alimentos	16
4.4 Aplicaciones tecnológicas para la eliminación o sustitución de la lactosa y/o fructosa	17
<i>4.4.1 Tecnologías para la eliminación de lactosa</i>	17
<i>4.4.2 Sustitutos libres/sin lactosa</i>	19
<i>4.4.3 Edulcorantes para la sustitución de la fructosa</i>	20
5. CONCLUSIONES	20
6. BIBLIOGRAFÍA	21

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer las prevalencias de las intolerancias a la lactosa y a la fructosa, como alérgenos, en auge en los últimos años.

La intolerancia a la lactosa se presenta en individuos con deficiencia a la enzima denominada "lactasa", desarrollando un trastorno digestivo que aparece tras su ingesta. Puede deberse a que las células de la mucosa intestinal la pierden sin que se conozca una causa específica, debido a anomalías genéticas o por una pérdida gradual de su síntesis en el intestino delgado.

Los intolerantes a la fructosa presentan cuadros digestivos similares pero están causados por la deficiencia del transportador intestinal "GLUT 5".

Un control riguroso de las materias primas y de los productos intermedios en los que puedan estar presentes se hace necesario para ofrecer alternativas aptas y seguras para personas intolerantes cumpliendo con la normativa vigente. Así mismo, el plan de gestión de alérgenos, como parte de la documentación en materia de calidad e inocuidad alimentaria, puede minimizar la contaminación cruzada y/o los riesgos asociados a la presencia de estos carbohidratos. No obstante, otros elementos claves serán la limpieza exhaustiva, la formación del personal y un etiquetado correcto.

Las tecnologías actuales se enfocan en la eliminación o sustitución de dichos carbohidratos. En el caso de la lactosa, la más común es la hidrólisis enzimática, pero también se puede emplear la ultrafiltración, la cromatografía y la nanofiltración. En el caso de la fructosa, se reemplaza habitualmente por edulcorantes naturales o artificiales.

1. Introducción

En los últimos años las alergias e intolerancias alimentarias se han convertido en un reto a abordar en la industria alimentaria desde el punto de vista de la transformación de alimentos debido a un aumento de su prevalencia. La lactosa y la fructosa son dos carbohidratos naturales que se utilizan en el sector alimentario debido a sus propiedades funcionales y a su capacidad para mejorar la textura, el sabor y la apariencia de los alimentos (1).

La lactosa es un disacárido compuesto por dos azúcares, en concreto, por una molécula de β - galactosa unida por un enlace β -1,4 a otra de glucosa. Se encuentra principalmente en los productos lácteos, y se utiliza como agente edulcorante, estabilizante, espesante y como conservante (2,3).

Mientras tanto la fructosa es un monosacárido que se encuentra naturalmente en las frutas, en la miel y en menor medida en las verduras y hortalizas. Se utiliza como edulcorante por su alta capacidad de endulzar y tiene un menor contenido calórico que la glucosa y la sacarosa. Ambos azúcares son importantes ya que son una fuente de energía para el organismo, sin embargo, pueden resultar problemáticos para la salud de los consumidores si no se digieren adecuadamente (4).

La intolerancia a la lactosa se produce cuando una persona carece de la enzima denominada "lactasa" o la cantidad de esta es baja. Al no estar presente, la lactosa no se puede hidrolizar en los monosacáridos que la componen, glucosa y galactosa, y las bacterias del intestino grueso la fermentan en ácido láctico, ácido acético, dióxido de carbono, metano e hidrógeno (5). Y a causa de estas sustancias liberadas sobrevienen los síntomas gastrointestinales. La intolerancia a la lactosa puede ser de tres tipos (6):

- a) Intolerancia primaria:** se produce por una pérdida progresiva de la producción de la lactasa en el intestino delgado.
- b) Intolerancia secundaria:** se produce por un daño en la mucosa intestinal de manera temporal, por lo que, es reversible.
- c) Intolerancia genética:** es producida debido a anomalías genéticas desde el nacimiento ya que el intestino delgado no produce lactasa.

Por otro lado, la intolerancia a la fructosa se produce cuando el cuerpo no puede absorberla adecuadamente en el intestino delgado ya que hay una deficiencia del transportador específico intestinal (GLUT 5), por lo que, la fructosa llega al intestino grueso y es fermentada por las

bacterias produciendo gases como el hidrógeno, dióxido de carbono y metano, así como ácidos grasos de cadena corta (7). Esta última intolerancia puede ser hereditaria o adquirida, y puede estar relacionada con otros trastornos digestivos como el síndrome del intestino irritable (SII) (8).

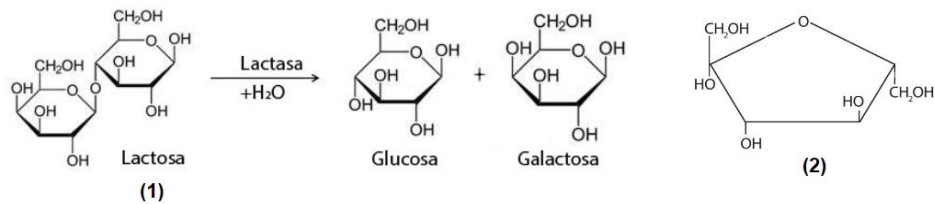


Imagen 1. Estructura química de la lactosa (1) y de la fructosa (2)

Las intolerancias alimentarias son reacciones adversas a ciertos alimentos en las que no intervienen el sistema inmunológico, y, por lo tanto, es importante diferenciarlas de las alergias alimentarias, las cuales sí lo involucran (9).

Los síntomas de las primeras pueden variar, pero generalmente producen gases, diarrea, dolor abdominal e hinchazón. Pueden verse afectadas personas de todas las edades y variarán según la gravedad y la duración. Algunas intolerancias son leves y transitorias, mientras que otras pueden ser más graves y requieren un cambio permanente en la dieta (8,10). Aquellos individuos que no pueden tolerar estos dos azúcares pueden optar por alternativas como productos lácteos sin lactosa y alimentos sin fructosa (8).

Conocer la prevalencia de las intolerancias alimentarias permite entender mejor las necesidades de los consumidores y que la industria alimentaria desarrolle productos alternativos que satisfagan sus necesidades. En este sentido, se han realizado estudios epidemiológicos para investigar la prevalencia de las diferentes intolerancias en diferentes regiones del mundo (11).

La prevalencia de la intolerancia a la lactosa varía según la zona geográfica y grupo étnico observado. Los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Suecia y Alemania) presentan bajos niveles de intolerancia, entre el 0 y 15%. Esto se debe a que estos pueblos tradicionalmente han sido ganaderos y con escasa agricultura y han consumido leche fresca generación tras generación. Mientras que los países mediterráneos (Francia, España, Grecia e Italia) basaron su alimentación en productos agrícolas debido al clima y consumiendo leche en un menor porcentaje, por lo cual, presentan niveles más altos, entre el 19 y el 28% (3).

Se estima que en todo el mundo alrededor del 70% de la población tiene algún grado de intolerancia a la lactosa en la edad adulta (10). Es más común en lugares geográficos como África, Asia y América Latina y en personas de ciertas razas. Por ejemplo, en Estados Unidos que tiene una prevalencia de entre 15 y 30%, los descendientes de personas asiáticas o afroamericanas presentan una intolerancia del 90 y 75%, respectivamente (11). Cuantos más rasgos genéticos nórdicos se tienen, menor probabilidad de ser intolerantes a la lactosa, y cuantos más rasgos asiáticos o africanos, más probabilidades de padecerla.

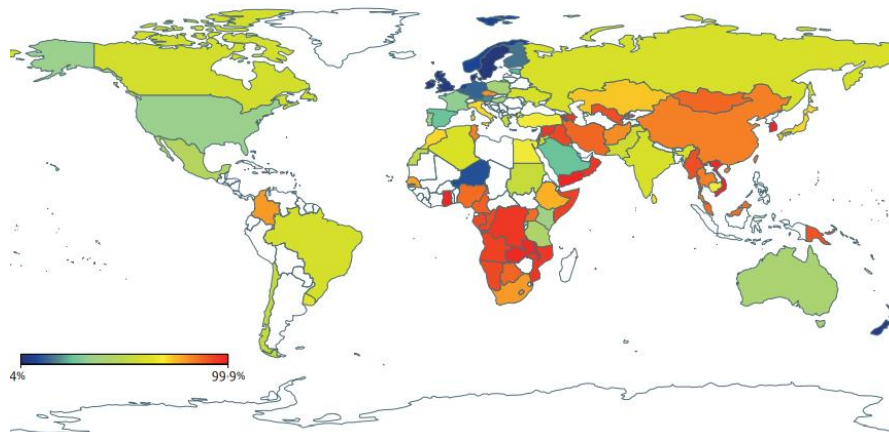


Imagen 2. Representación de la distribución geográfica de la prevalencia de la intolerancia a la lactosa. [Fuente: Lovold, Kjetil y Fadnes, 2017 (11)]

Por otra parte, la prevalencia de la intolerancia a la fructosa se observa que es mucho menos común que la de la lactosa, los factores geográficos o raciales no tienen ninguna influencia en ella, pero aun así puede ser significativa. La Sociedad Andaluza de Patología Digestiva (SAPD) estima que la prevalencia varía entre el 40 y 60% y que es más común en mujeres que en hombres (12). En pacientes con trastornos digestivos funcionales y con síndrome del intestino irritable hay una alta tasa de intolerancia a la fructosa según estudios realizados (13,14).

Como la presencia de estos dos azúcares puede alterar la salud de ciertas personas y dada la prevalencia de estas intolerancias, es importante un etiquetado adecuado de los productos que pudieran contenerlos y que se tomen medidas necesarias para prevenir la contaminación cruzada en los entornos alimentarios (industria transformadora, sector de restauración, etc) (15). Para ello, las autoridades obligan al etiquetado de alérgenos y paralelamente a la implementación de planes de gestión de los mismos, los cuales van encaminados a reducir la presencia de estos en los alimentos y a garantizar la seguridad y la protección de los consumidores y especialmente de las poblaciones sensibles (16).

Un plan de gestión de alérgenos tales como lactosa y fructosa debe incluir medidas como el control y la gestión de las materias primas y sus proveedores, la formulación de productos, así como la identificación y el etiquetado de los alimentos que pudieran contenerlos, la limpieza y desinfección adecuadas de las instalaciones y equipos, así como la capacitación del personal involucrado. Las empresas tienen la responsabilidad de identificar, controlar, prevenir la contaminación cruzada de los alérgenos en sus productos, y cumplir con la normativa vigente (17).

Un plan efectivo supondrá una ventaja competitiva al aumentar la oferta alimentaria en productos “libres de” y con ello, la confianza y la fidelidad de los potenciales consumidores demostrando su compromiso con la seguridad y la calidad de los alimentos, asegurando además que sean inocuos y conformes con la legislación vigente (17).

2. Objetivos

Dado que las intolerancias a la lactosa y/o a la fructosa son cada vez más comunes, el objetivo del presente Trabajo Fin de Grado (TFG) es elaborar un plan de gestión para la lactosa y fructosa como alérgenos en la industria alimentaria enfocado a minimizar la presencia de estos dos, así como describir las posibles alternativas para su eliminación o sustitución. Para ello, se tendrá en cuenta la legislación europea relacionada con la gestión de alérgenos. Además, se analizará la funcionalidad e implicación tecnológica del empleo de la lactosa y/o de la fructosa en la producción de los alimentos, y se propondrán alternativas para la eliminación y/o sustitución de dichos alérgenos para elaborar alimentos “libres de lactosa y/o fructosa”.

3. Metodología

Para la realización del presente Trabajo Fin de Grado se ha realizado una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos de carácter científico, así como, Pubmed, Elsevier y Scielo utilizando las siguientes palabras clave: “Lactose”, “lactose intolerance”, “fructose”, “fructose malabsorption”, “galactosidase”, “almond milk”, “stevia”. A través de estas bases de datos se han conseguido diversos artículos sobre los que se ha podido obtener información relevante para elaborar el Trabajo Fin de Grado.

Además, se han visitado páginas web de entidades como la Asociación de Intolerantes a la Lactosa (ADILAC) y la Asociación de Afectados por Intolerancia Hereditaria a la Fructosa (AAIHF).

Por último, se han consultado libros científicos sobre química y bioquímica de los alimentos, calidad y seguridad alimentaria, tecnología enzimática y/o ciencia y tecnología de la leche.

4. Desarrollo

En primer lugar, se tratarán los aspectos legales en materia de gestión de alérgenos y a continuación, se abordará el plan de gestión de alérgenos y su sustitución con un caso hipotético: un bizcocho tipo *brownie* libre de fructosa y lactosa. Por último, se propondrán alternativas tecnológicas para la eliminación y/o sustitución de la lactosa y fructosa.

4.1 ASPECTOS LEGALES Y NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE ALÉRGENOS

4.1.1 Legislación europea sobre alérgenos

La información alimentaria que se facilita al consumidor acerca de las sustancias o productos que producen alergias o intolerancias está regulada por el Reglamento (UE) N.º 1169/2011 (18).

Según este, los alimentos envasados deben indicar información sobre los alérgenos que contienen. En la lista de ingredientes deben resaltarse los 14 alérgenos siguientes: cereales que contienen gluten, crustáceos, huevos, pescado, cacahuetes, soja, lácteos, frutos con cáscara, apio, mostaza, sésamo, sulfitos, altramuces y moluscos. Estos alérgenos deberán distinguirse en negrita y con una fuente tipográfica que la destaque del resto de ingredientes (18).

Este reglamento también requiere a los fabricantes de alimentos que garanticen que la información sobre los alérgenos sea concreta y comprensible para los consumidores. También deben tomar medidas para evitar la contaminación cruzada, que puede ocurrir cuando se manipulan alimentos que contienen alérgenos con otros durante la producción (18).

Si un alérgeno se utiliza en la elaboración de un producto alimenticio, pero no está presente al final, debe indicarse en la etiqueta que el alérgeno se ha utilizado en la fabricación. Además, los alimentos sin envasar, como los de supermercados o restaurantes, deberán informar sobre los alérgenos presentes en los recipientes de venta a granel o en la carta o a través del personal del establecimiento. A nivel nacional, el Real Decreto 126/2015, aprobaba la norma general relativa

a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor (19).

Según la Ley 28/2015, del 30 de julio, para la defensa de la calidad alimentaria, las empresas que no cumplan con estos requisitos serán sancionadas. Las autoridades de la Unión Europea pueden ordenar la retirada del mercado de los productos alimenticios que no cumplan con las normas de información de alérgenos. También podrían imponerse multas y sanciones similares. Además, las empresas deben contar con un sistema de control de calidad y una información adecuada para garantizar la exactitud de la información sobre alérgenos (20).

En septiembre de 2020, la Comisión del *Codex Alimentarius* adoptó el código de prácticas para la gestión de alérgenos para operadores de empresas alimentarias (CXC-80-2020), que incluye recomendaciones para un enfoque concordado en la cadena alimentaria para reducir los alérgenos en función de los requisitos generales de higiene (21).

4.1.2 Etiquetado y declaraciones de alérgenos

En este subapartado se mencionará únicamente el etiquetado referente a los alimentos que contienen lactosa ya que la intolerancia a la fructosa no es tan común y por el momento, no hay indicaciones específicas para ello.

Las etiquetas alimentarias son el medio de comunicación más importante para garantizar que los consumidores estén debidamente informados sobre los alimentos que consumen (22).

El Reglamento (UE) N.º 1169/2011, establece requisitos específicos de etiquetado para los alimentos que contienen lactosa. Las etiquetas deben indicar claramente si contienen lactosa, ya sea como ingrediente principal, como componente de un ingrediente, si se ha utilizado en los procesos de fabricación, o incluso si no está presente en el producto final, pero se ha utilizado en el proceso de preparación. Los ingredientes que contengan este disacárido deben figurar en la lista de ingredientes, utilizando un tipo de letra fácil de leer y visible en el envase del producto. Los fabricantes también deben asegurarse de que dicha información sobre el alérgeno sea correcta y actualizada en todo momento (19).

Actualmente, en la Unión Europea no existe una normativa que establezca un criterio común para considerar un producto sin lactosa, salvo en los preparados para lactantes y preparados de continuación, así como en los alimentos para usos médicos especiales. Al no existir un criterio universal, cada país ha definido su propio límite (3). No obstante, AESAN (Agencia Española de

Seguridad Alimentaria), dado que el Reglamento N.º 1169/2011 no establece reglas para el uso de las declaraciones, teniendo en cuenta la incidencia actual de la intolerancia a la lactosa, se pronunció en 2015 con una nota informativa definiendo unos niveles de referencia hasta que se adopte una norma común a nivel europeo. Los adoptados fueron los siguientes (23):

- **Productos “sin lactosa”**: aquellos que, según las técnicas de análisis más sensibles basadas en el estado actual de la ciencia, confirmen que su contenido en lactosa es inferior al 0,01%.
- **Productos con un “bajo contenido en lactosa”**: son aquellos que tienen un contenido de lactosa residual medible y que generalmente se encuentran por debajo del 1%.

En 2006, ADILAC (Asociación de Intolerantes a la Lactosa) creó el sello “no lactosa” (véase imagen 3) con el objetivo de identificar aquellos productos libres de lactosa. Este logotipo identifica a los productos que cumplen con el límite de detección más exigente, es decir, inferior a 0,01% o 100 ppm (3). Además, desde el año 2019, ADILAC comenzó a analizar muestras aleatorias de alimentos para comprobar que los fabricantes siguen cumpliendo con el límite establecido.

El sello "no lactosa" es propiedad intelectual de ADILAC y es una marca registrada en España, una marca comunitaria en 27 países de la Unión Europea y registrada en Estados Unidos y China. Se trata de una recomendación que orienta y da seguridad a los potenciales consumidores en los supermercados a la hora de comprar y en caso de duda sobre el contenido de lactosa de un producto (3).



Imagen 3. Logotipo del sello “no lactosa”. [Fuente: ADILAC, 2006 (3)]

4.2 PLAN DE GESTIÓN DE ALÉRGENOS

Un plan de gestión de alérgenos es un conjunto de procedimientos diseñados para prevenir la contaminación cruzada y/o la presencia accidental de los alérgenos alimentarios en los productos alimenticios finales. La contaminación cruzada puede ocurrir en cualquier etapa del proceso de la producción de alimentos, desde la adquisición de materias primas hasta la preparación o distribución (15,24).

El objetivo es prevenir que los consumidores se expongan de manera accidental a éstos y prevenir las reacciones alérgicas. Para implantar un plan de gestión de alérgenos eficaz, existen herramientas como los sistemas de autocontrol basados en la metodología APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) que ayudan a identificar los puntos críticos donde puede haber presencia de estas sustancias (25).

A continuación, se explicarán los elementos clave (véase imagen 4, en la página siguiente) a tener en cuenta para el diseño de un plan de gestión de la fructosa y la lactosa como alérgenos, eficaz para un caso hipotético en una empresa que elabore bizcochos tipo *brownies* de chocolate.

Se debe modificar la formulación de dichos brownies con el objetivo de poner a la venta un producto sin la presencia de lactosa ni fructosa, manteniendo el producto a base de cacao. La demanda de esta variedad está en alza en los últimos años, el País Vasco en 2021 fue la comunidad autónoma que tuvo el consumo per cápita más alto, siendo un 30,3% superior a la media nacional (26).

Desde el departamento de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) además se tienen en cuenta las tendencias alimentarias 2020 según el informe elaborado por AZTI (27) considerando importante cumplir con las siguientes:

- **“Better for me”**: los consumidores buscan un estilo de vida y una alimentación saludable.
- **“Transient food”**: el 58% de los españoles buscan productos más saludables la mayor parte del tiempo.
- **“My universe”**: los consumidores buscan productos adaptados a sus necesidades (por ejemplo, productos sin lactosa y sin fructosa).

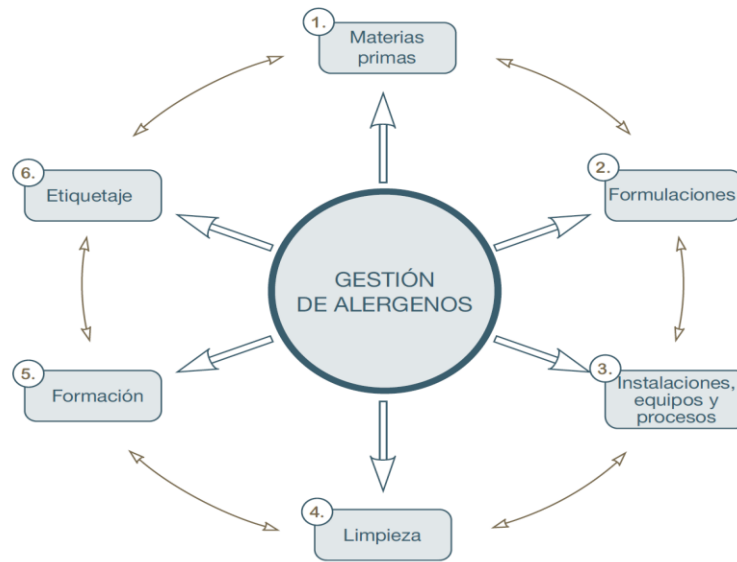


Imagen 4. Esquema plan de gestión de alérgenos. [Fuente: ACSA, 2009 (28)]

Los ingredientes son sustituidos para que el nuevo producto sea más saludable y además, se reemplazan aquellos que contienen fructosa por estevia y se utiliza bebida de almendras para eliminar la lactosa y/o la presencia de leche.

4.2.1 Materias primas

En la empresa se confirmará que las materias primas recibidas de los proveedores contienen lactosa y/o fructosa o no, y se les solicitarán los albaranes relativos para completar el formulario correspondiente (véase tabla 1, en la página siguiente). En base a este registro, será posible establecer medidas preventivas adecuadas ya que se podrá llevar una gestión y un control adecuado de las materias primas (28).

Las materias primas que contengan estos carbohidratos se conservarán en recipientes cerrados desde la etapa de recepción, separados del resto con el objetivo de prevenir una posible contaminación cruzada (15). Además, siempre que haya presencia de algún alérgeno, se completará un registro adicional basado en la Guía para la gestión de alérgenos y el gluten en la industria alimentaria, editada por ACSA (28).

Asimismo, se llevará un registro de las materias primas (véase tabla 2, en la página siguiente) para comprobar que cumplen con esas mínimas especificaciones y su loteado para el control interno.

Tabla 1. Registro de declaración de alérgenos por parte de los proveedores

Proveedor:	Productos suministrado/s:		
Alérgenos	Forma parte del producto (ingrediente) SI/NO	Sospechas de trazas SI/NO	Sospechas de contaminación cruzada SI/NO
Leche y derivados (<i>lactosa*</i>)			
Fructosa			
Otros alérgenos conforme al anexo II del Reglamento N.º 1169/2011 (17)			
Firma del responsable:	Albarán del proveedor:	Fecha:	

Tabla 2. Registro de las materias primas (MP) en la etapa de recepción

Fecha	MP	Documentación/ Registro interno-loteado	Estado del producto	T	Condiciones del transporte	Observaciones

4.2.2 Formulaciones

La información sobre las formulaciones de los productos debe quedar registrada mediante fichas técnicas (véase tablas 3 y 4, en las páginas siguientes).

4.2.3 Instalaciones, equipos y procesos

Las instalaciones (véase imagen 5, en la página 12) tendrán un diseño industrial que impedirá la acumulación de suciedad, fáciles de limpiar, y construidas con materiales que resistan a la corrosión para minimizar la posibilidad de que ocurra una contaminación cruzada entre las áreas de producción y almacenamiento, además de cumplir los requisitos específicos en materia de higiene alimentaria tal y como recoge la legislación europea del Reglamento (UE) N.º 852/2004 (29).

Los productos sin lactosa y sin fructosa se elaborarán al comienzo de la jornada y tras haber realizado las operaciones de limpieza y desinfección. Dicha producción se planificará dando prioridad a evitar que ocurra una contaminación cruzada.

El Reglamento (UE) N.º 2021/382 menciona que la comprobación de los procesos de limpieza debe ser al menos visual, acción que no garantiza la ausencia de residuos que pueden suponer la presencia de trazas de alérgenos (24,30). Por lo que, además de la implementación de un estricto plan de limpieza (véase en el apdo. 4.2.4) como medida adicional, a la validación de estas operaciones de higienización se realizarán test ELISA (ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas). Estos se emplean comúnmente para la detección de alérgenos por su rapidez, economía y alta especificidad porque se unen específicamente a anticuerpos y producen una reacción colorimétrica (31,32).

Tabla 3. Ficha técnica del brownie [Fuente: ACSA, 2009 (28)]

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
Denominación de venta (33)	Brownie de chocolate con pepitas de chocolate belga
Ingredientes (33)	Azúcar, aceite de girasol, huevos , harina de trigo , 9% chips de chocolate Belga (azúcar, pasta de cacao, manteca de cacao, lecitina de soja , aroma de vainilla natural), jarabe de glucosa, cacao en polvo, estabilizantes (sorbitol , glicerina vegetal, goma guar), emulgente (mono y diglicéridos de ácidos grasos, ésteres de propilenglicol de ácidos grasos), gasificantes (difosfato de sodio, bicarbonato de sodio), dextrosa, conservador (propionato de sodio), almidón de trigo, acidulante (ácido cítrico), aroma natural de vainilla, sulfato de hierro, ácido fólico.
Ingredientes alergénicos	Huevos, harina de trigo, lecitina de soja, chocolate, sorbitol
Características físico químicas (34) y microbiológicas (35)	<u>Características físico-químicas:</u> Color: característico a chocolate de consistencia esponjosa Sabor: característico a chocolate Textura: masa húmeda y gomosa pH: 5.5-5.8 actividad de agua: 0.6-0.7 <u>Características microbiológicas:</u> Enterobacterias: < 100 UFC/g <i>Salmonella</i> spp: Ausencia/25 g <i>Listeria monocytogenes</i> : Ausencia/25 g
Formato y presentación	8 unidades envasadas individualmente en bolsas de 200 gramos
Condiciones de conservación	En un lugar fresco y seco, protegido de la luz del sol y de la humedad
Vida útil del producto (34)	1 mes a temperatura ambiente
Destino	A todos los sectores de la población

Tabla 4. Ficha técnica del brownie sin lactosa y sin fructosa [Fuente: ACSA, 2009 (28)]

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
Denominación de venta	Brownie de cacao con nueces
Ingredientes	Huevos (32%), harina de almendra (28%), bebida de almendra (27%), nueces (10%), cacao en polvo desgrasado (1%), aceite de oliva, estevia, esencia de vainilla, conservador (propionato sódico), gasificante (bicarbonato sódico) y acidulante (ácido cítrico)
Ingredientes alergénicos	Almendra, huevo, nueces
Características físico-químicas (34) y microbiológicas (35)	<p><u>Características físico-químicas:</u> Color: característico a cacao Sabor: característico a cacao y nueces Olor: libre de olor desagradables Textura: masa esponjosa y húmeda pH: 5.5-5.8 actividad de agua: 0.6-0.7</p> <p><u>Características microbiológicas:</u> Enterobacterias: < 100 UFC/g <i>Salmonella</i> spp: Ausencia/25 g <i>Listeria monocytogenes</i>: Ausencia/25 g</p>
....
Destino	Especialmente destinado a intolerantes a la lactosa y a la fructosa

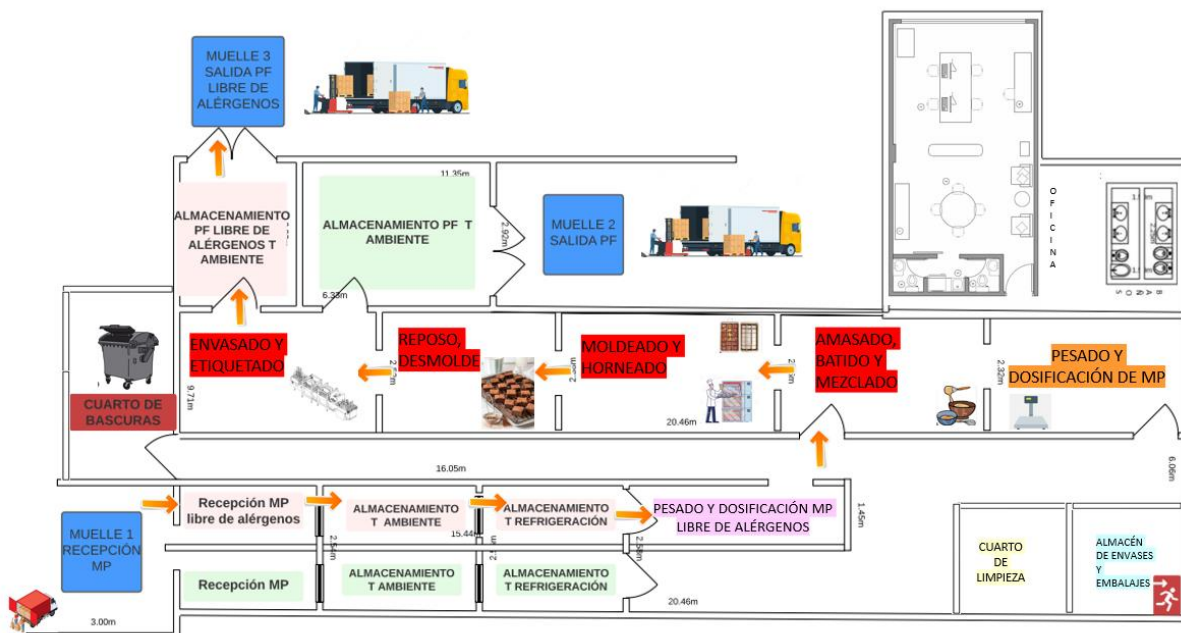


Imagen 5. Diagrama del flujo de producción en la planta procesadora

[Nota: → refleja la direccionalidad de las materias primas relativas a la elaboración libre de alérgenos].

4.2.4 Limpieza

El proceso de limpieza es una fase relevante ya que la presencia de trazas de estos dos carbohidratos podría causar reacciones alérgicas graves en los potenciales consumidores (28).

Complementaria a la verificación ELISA, se realizarán análisis microbiológicos de superficies. La eficacia de los mismos para la interpretación de los resultados tendrá en cuenta los parámetros legales (36). En el caso de que se superen los límites establecidos, se repetirá la limpieza y desinfección y se tomarán nuevamente muestras para su análisis.

Paralelamente se llevará a cabo un registro de la supervisión de las zonas que se higienizan diariamente (véase tabla 5). Siempre que sea posible, se elegirán preferentemente métodos de limpieza húmedos ya que favorecen la eliminación completa de residuos alimentarios. En el caso de limpieza por métodos físicos, se emplearán métodos de aspiración para evitar la dispersión de los alérgenos y los métodos químicos, incluirán detergentes y desinfectantes específicos (15,36).

Tabla 5. Registro de las operaciones limpieza y desinfección diaria

Año:	Mes:	Semana/día		
Zona	Elemento	Semana:	Responsable	Observaciones
Sala de envasado	Suelo			
	Equipos			
	Paredes			
	Mesas			
	Básculas			

4.2.5 Formación del personal

Los manipuladores de alimentos, como personal implicado en la producción, la venta y la distribución en la empresa, deben ser conscientes de las consecuencias de la presencia de los alérgenos en los alimentos. Por ello, recibirán una formación específica sobre los siguientes temas (21,37).

1. ¿Qué son la lactosa y la fructosa?
2. ¿Qué son las intolerancias alimentarias a la fructosa y a la lactosa?
3. ¿Cómo garantizar la ausencia de estos carbohidratos?

4. ¿Cómo manipular productos sin lactosa y sin fructosa? Recomendaciones para cumplir con las BPM, BPF, BPH, L+D, etc.
5. ¿Qué tipos de peligros pueden ocurrir en la manipulación de alimentos (físicos, químicos, biológicos...)?
6. ¿Cuáles son las medidas necesarias para minimizar el riesgo de una contaminación cruzada?
7. Importancia y responsabilidad individual en la manipulación de los alimentos (cultura de la inocuidad alimentaria).

Los planes formativos impartidos en la empresa y recibidos por los empleados quedarán adecuadamente registrados (37). Asimismo, para verificar que los operarios han adquirido los conocimientos adecuados se realizará una evaluación de la acción formativa (véase tabla 7).

Tabla 7. *Evaluación de las acciones formativas dentro del plan formativo anual*

Acción formativa			
Formador			
Fecha/Lugar			
EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA			
¿Se ha realizado un test de evaluación individual?			
¿El personal que asiste conoce el mapa de los procesos que tienen lugar en la empresa alimentaria para evitar una contaminación cruzada?			
¿El personal formado ha identificado correctamente las etiquetas que indican la presencia de estos dos carbohidratos?			
¿El personal identifica la lactosa y la fructosa adecuadamente en los ingredientes y en las etiquetas de los productos elaborados en la empresa?			
¿El personal es capaz de identificar las medidas de higiene para elaborar productos sin estos alérgenos?			
N.º asistentes (Anexar listado de firmas):	Puesto:	Firma del formador/a:	Evaluación de la eficacia de la formación (% APTOS):

4.2.6 Etiquetado

Las etiquetas son fundamentales para la comunicación con el consumidor, por lo tanto, se pondrá especial interés en redactar la lista de ingredientes que mostrará todos los ingredientes y los alérgenos que se han utilizado para elaborar el brownie (15,21).

La información nutricional del nuevo producto se ha calculado en base a los datos aportados por la Base Española de Datos de Composición Alimentaria (BEDCA) y a los de NUTRIFEN de la Fundación Española de Nutrición (FEN), para cada uno de los ingredientes (38,39).

Los prototipos de etiquetas se muestran en las imágenes 6 y 7. La información nutricional se indica por 100 gramos de producto, así como por ración (25 gramos). Además, se ha añadido la declaración nutricional de “fuente de fibra” (40) porque su contenido supera los 3 g/100 g.

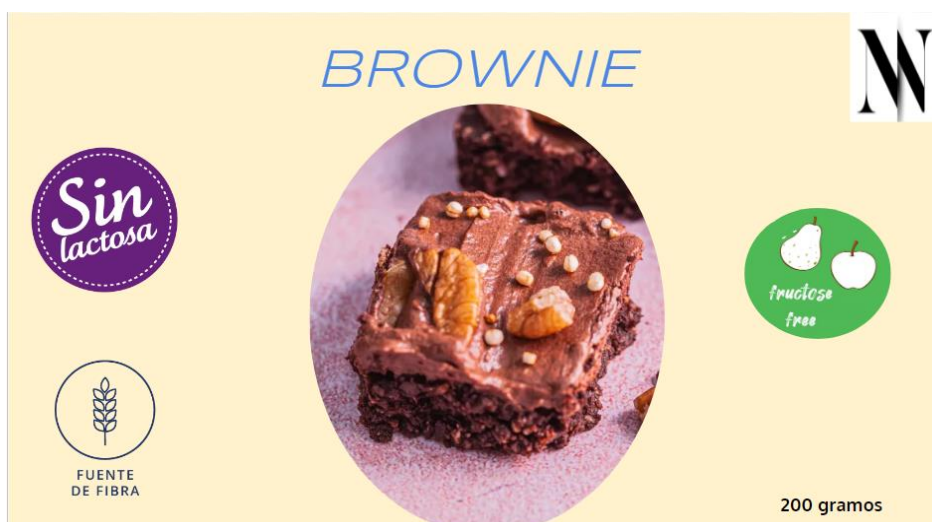


Imagen 6. Prototipo de etiqueta frontal del brownie libre de lactosa y fructosa

Los brownies que mantengan la presencia de estos carbohidratos como ingredientes, incorporarán en sus etiquetas, la palabra “contiene” acompañado del nombre lactosa y/o fructosa (28).

Lote: 2202-NN

Brownie de cacao con nueces

Ingredientes: **Huevos** (32%), harina de **almendra** (28%), bebida de **almendra** (27%), **nueces** (10%), cacao en polvo desgrasado (1%), aceite de oliva, stevia, esencia de vainilla, conservador (propionato sódico), gasificante (bicarbonato sódico) y acidulante (ácido cítrico).


	100 g	25 g (ración)
Energía	1325 kJ / 317 kcal	330 kJ / 79 kcal
Grasas (g)	26,36	6,59
de las cuales saturadas (g)	5,69	1,42
Hidratos de carbono (g)	2,36	0,59
de los cuales azúcares (g)	1,65	0,41
Fibra	5,10	1,27
Proteínas (g)	13,79	3,45
Sal (g)	0,17	0,04

Consumir preferentemente antes del: 02-08-2023

Fabricado por: Dulces NN S.A, Polígono Industrial Txiplao, 20280, Hondarribia, Guipúzcoa

Conservar en un lugar fresco y seco, alejado de la luz directa del sol

Peso neto: 200 gramos



5 012345 678900

Imagen 7. Prototipo de etiqueta trasera del brownie libre de lactosa y fructosa

4.3 FUNCIONALIDAD E IMPLICACIÓN TECNOLÓGICA DE LA FRUCTOSA Y/O LACTOSA EN LOS ALIMENTOS

La importancia tecnológica de la fructosa y la lactosa en los alimentos es significativa. Ambos carbohidratos se utilizan en la industria alimentaria para mejorar el sabor y la textura de los alimentos y ayudar en la elaboración de productos alimenticios (1).

La función tecnológica de la fructosa se debe a sus propiedades físicas, químicas y sensoriales. En primer lugar, es mucho más dulce que la sacarosa, lo que significa que es necesaria en menor cantidad para lograr el mismo dulzor, lo cual la hace más económica desde el punto de vista de los costes de producción. Además, la fructosa es más soluble en agua que la sacarosa, es decir, se disuelve más fácilmente en disoluciones líquidas (41).

La fructosa también tiene la capacidad de retener la humedad, es decir, es muy higroscópica, por lo que, es útil en la producción de panes, pasteles y otros productos horneados. Gracias a esta propiedad, puede extender la vida útil de los alimentos elaborados con fructosa, manteniéndolos frescos y gomosos durante más tiempo (42).

Otra característica tecnológica importante de la fructosa es su capacidad para reducir la cristalización. Por ejemplo, en el caso de la elaboración de helados, se puede utilizar fructosa en lugar de sacarosa para reducir el tamaño de los cristales de hielo favoreciendo un mayor número de cristales, creando así una textura cremosa más suave en el producto final (41).

Con respecto a la lactosa, se usa como un ingrediente fundamental en muchos productos lácteos debido a su dulzor y su capacidad para contribuir a la textura y cremosidad (1).

Las principales funcionalidades tecnológicas de la lactosa son las siguientes:

- **Edulcorante:** De origen natural, ya que se encuentra en la leche y sus derivados. Su capacidad es menor que el de la sacarosa, pero se puede utilizar para endulzar diversos productos alimenticios, como yogures, postres, etc (41).
- **Estabilizador:** También de origen natural, que mejora la textura, la estabilidad y puede aumentar la viscosidad de los alimentos (43). Por ejemplo, en la elaboración de helados y sorbetes, la lactosa al poder cristalizarse ayuda a controlar la formación de cristales de hielo produciendo productos más suaves y blandos (41).
- **Emulsionante:** La lactosa favorece la mezcla de sustancias que normalmente no son miscibles, como grasas. Al adicionar este disacárido a una disolución de proteínas, suele perjudicar la capacidad espumante, pero mejora la estabilidad de la espuma formada (43). Además, también facilita la dispersión de grasas en productos alimenticios como la leche y sus derivados (42).
- Además, la lactosa puede participar en la reacción de Maillard por lo que, en los productos horneados contribuye al color de la corteza (43).

4.4 APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ELIMINACIÓN O SUSTITUCIÓN DE LA LACTOSA Y/O FRUCTOSA

En este apartado, se describirán las tecnologías más utilizadas para la eliminación de la lactosa, y a continuación, se propondrán sustitutos libres/sin lactosa. Por último, se mencionarán brevemente los edulcorantes más comunes para la sustitución de la fructosa, citando únicamente la estevia por ser el ingrediente planteado para la elaboración del *brownie* libre de lactosa y fructosa.

4.4.1 Tecnologías para la eliminación de la lactosa

Las tecnologías de eliminación de lactosa más comunes son la hidrólisis enzimática, la ultrafiltración, la cromatografía y la nanofiltración (44).

Desde hace décadas, se ha empleado la hidrólisis enzimática para hidrolizar la lactosa mediante enzimas que actúan de manera eficiente y específica para abordar los problemas que genera la intolerancia a la lactosa (45).

La hidrólisis enzimática es comúnmente utilizada en la industria láctea para eliminar la lactosa ya que es un método sencillo y barato debido a que admite un procesado en continuo. Consiste en

la adición de β -galactosidasa, de origen fúngico y bacteriano habitualmente (46). Permite mejorar las propiedades organolépticas y tecnológicas de los productos finales, ya que consigue un mayor dulzor en el producto, aumenta la solubilidad disminuyendo la posibilidad de cristalización, y reduce el tiempo de fermentación (47). Además, este proceso aumenta la vida útil de los productos ya que modifica las propiedades funcionales evitando la cristalización (48).

Según ACSA, las enzimas alimentarias son “productos que pueden ser obtenidos a partir de plantas, animales o mediante un proceso de fermentación de los microorganismos, y que generalmente se añaden a los alimentos con un objetivo tecnológico en cualquier etapa de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento de estos” (49).

Una de las tecnologías más comunes es el empleo de lactasa, enzima que hidroliza la lactosa en sus compuestos más simples, glucosa y galactosa. También denominadas β -galactosidasas, catalizan la hidrólisis del enlace β -glicosídico de la lactosa y son altamente específicas, por lo que, no hidrolizan otros disacáridos o monosacáridos. Pueden provenir de levaduras o microorganismos (*Lactobacillus delbrueckii*) (50).

En la industria alimentaria se utilizan comúnmente dos tipos: lactasa fúngica y lactasa de levaduras. Ambas catalizan la misma reacción, pero sus propiedades son muy diferentes. Las primeras se obtienen a partir de hongos como *Aspergillus niger* y *A. oryzae* y actúan en un medio ácido a temperatura bastante elevada, es decir, son termoestables. En cambio, las segundas provienen de levaduras como *Saccharomyces lactis* y *Kluyveromyces lactis* (51), actúan en un medio neutro (50).

Por otra parte, la ultrafiltración es una técnica de separación que disminuye el contenido de lactosa en los productos lácteos separando los compuestos por peso molecular mediante presión. En concreto, utiliza membranas con poros muy pequeños para concentrar moléculas grandes como, lípidos y proteínas de tal manera que la lactosa y otros componentes de la leche, como, por ejemplo, los minerales y las vitaminas atraviesan los poros de la membrana (44,52).

La cromatografía es un proceso de separación basado en las diferentes afinidades de los componentes utilizando dos fases: la fase estacionaria y la fase móvil. La fase estacionaria retiene la lactosa y permite el paso de otros componentes, como, por ejemplo, el paso de las grasas y de las proteínas (53).

Finalmente, otro método de eliminación de lactosa es la nanofiltración, que se usa comúnmente en combinación con la ultrafiltración. Es un tipo de ósmosis inversa que separa compuestos por tamaño y por carga eléctrica de tal manera que retiene la lactosa permitiendo permear únicamente minerales y agua, es decir, deja que los iones monovalentes pasen a través de la membrana y rechaza a los iones divalentes (44,52).

4.4.2 Sustitutos libres de/sin lactosa

La Asociación de Intolerantes a la Lactosa (ADILAC) menciona que en los últimos años se ha incrementado el consumo de bebidas vegetales a nivel mundial (54). Según Proveg Internacional, en concreto, en España, en 2021, las bebidas vegetales estuvieron presentes en un 37% de los hogares (55).

Las bebidas vegetales son las opciones más comunes para sustituir la leche de vaca, concretamente, son derivados que no contienen lactosa ya que están elaboradas a partir de agua e ingredientes vegetales. Comercialmente existe una amplia variedad, siendo las más populares las bebidas de arroz, de soja, de avena, de almendra y de coco (56).

En cuanto a la composición nutricional, existen ciertas diferencias entre estas y la leche de vaca. En primer lugar, las bebidas vegetales no contienen colesterol y aportan menos calorías, pero tienen un menor contenido de calcio y de proteínas, sin embargo, pueden contener otros nutrientes que las hacen beneficiosas para la salud, como, por ejemplo, fibra o estar enriquecidos con micronutrientes (57).

En el apartado 4.2, se ha propuesto la bebida de almendras para elaborar el *brownie* libre de lactosa. Este derivado proporciona ácidos grasos esenciales, vitaminas (A, D, E, B₂), minerales (potasio, calcio, magnesio, zinc) y fibra. Es una buena fuente de vitamina E, que tiene propiedades antioxidantes. Además, presenta un menor contenido de azúcares que la leche y controla los niveles de triglicéridos y colesterol. Cabe destacar que la bebida de almendras es la que mayor cantidad de proteínas aporta como alternativa vegetal (57,58).

Actualmente, en el mercado, se pueden encontrar otras alternativas sugerentes como la leche y derivados lácteos sin lactosa, así como lactasa en pastillas. Estas últimas se ingieren antes de consumir alimentos que puedan contener lactosa, por lo que, la enzima descompone el disacárido y reduce la probabilidad de padecer los síntomas digestivos asociados a esta intolerancia, sin embargo, se recomienda tomarlas de manera ocasional ya que no siempre es fácil conocer la dosis adecuada para cada consumidor, y, además, su efecto es transitorio (59).

4.4.3 Edulcorantes para la sustitución de la fructosa

Existen diversos edulcorantes para reemplazar la fructosa en los alimentos. Estos se agrupan en artificiales (aspartamo, sacarina, etc), peptídicos (taumatina, glucósidos de esteviol, etc) o el eritritol y el xilitol (60). Sin embargo, por interés y limitación de texto, se mencionará únicamente la estevia ya que fue el ingrediente propuesto en la formulación del *brownie* libre de lactosa y fructosa.

La estevia es de origen natural derivado de la planta *Stevia rebaudiana*. Se encuentra dentro de los edulcorantes no nutritivos ya que no aporta sabor metálico ni es cancerígeno. Además, no aporta calorías por lo que se emplea como sustituto de la fructosa en los alimentos. La estevia es de 100 a 300 veces más dulce que la sacarosa, de manera que se necesita una menor cantidad para lograr la misma intensidad de dulzor (61,62). Una de las ventajas de este edulcorante es que actúa como antioxidante debido a su alto contenido en compuestos fenólicos y, además, no tiene ningún efecto sobre los niveles de azúcar en la sangre, de modo que es una buena alternativa para las personas con diabetes (61).

5. Conclusiones

La intolerancia a la lactosa y a la fructosa, son reacciones adversas que no involucran al sistema inmunológico y que presentan una incidencia creciente en la población, afectando ambas a la mucosa intestinal. En los últimos años el sector alimentario ha tenido que desarrollar productos libres de estos carbohidratos con el objetivo de satisfacer estas necesidades alimenticias.

La intolerancia a la fructosa tiene una menor incidencia en la población, por lo que, actualmente la variedad de productos exclusivos libres de fructosa es escasa. Sería interesante el desarrollo de nuevos productos que sean aptos tanto para intolerantes a la lactosa y a la fructosa. Es decir, el sector alimentario tiene el desafío de elaborar productos libres de estos carbohidratos aptos para estos potenciales consumidores.

Por otra parte, un plan de gestión de alérgenos es esencial para minimizar el riesgo de exposición accidental a la lactosa y a la fructosa, además de garantizar la seguridad para los intolerantes a estos dos carbohidratos y/u otros alérgenos. La implementación de medidas preventivas en todas las etapas de producción es clave para minimizar el riesgo de contaminación cruzada. La formación del personal y una comunicación clara a través del etiquetado también es relevante para garantizar que los consumidores puedan tomar decisiones informadas sobre los productos que adquieren. Gracias a un plan de gestión de alérgenos efectivo, la industria alimentaria puede

poner a la venta alimentos inocuos con propiedades digestivas mejoradas para los consumidores con intolerancia a estos dos alérgenos, lo que puede contribuir a preservar su calidad de vida y bienestar desde el punto de vista alimentario.

6. Bibliografía

1. Lomer M.C, Parkes GC, Sanderson JD. Review article: lactose intolerance in clinical practice - myths and realities. *AP&T*. 2007; 7(2):93-103.
2. Fassio F, Facioni MS, Guagnini F. Lactose Maldigestion, Malabsorption, and Intolerance: A Comprehensive Review with a Focus on Current Management and Future Perspectives. *Nutrients*. 2018; 10(11):1599.
3. Sans O. *La vida láctea: la guía práctica sobre la intolerancia a la lactosa*. 1ª ed. España: Amat; 2015.
4. Pérez Á, Suarez JF. Intolerancia a la lactosa y fructosa-sorbitol [Internet]. ASENEM. 2016 [consulta, 26/03/2023]. Disponible en: <https://asenem.org/index.php/2016/06/22/intolerancia-a-la-lactosa-y-fructosa-sorbitol/>
5. Argüelles F, Casellas F. *Puesta al día en común en la intolerancia a la lactosa*. 1ª ed. Madrid: Fundación Española del Aparato Digestivo; 2017.
6. Rodríguez D, Pérez L. Intolerancia a la lactosa. *Rev. Esp. Enferm. Dig*. 2006; 98(2):143.
7. Intolerancia a la fructosa [Internet]. Barcelona [consulta 26/03/2023]. Disponible en: <https://www.intoleranciafructosa.com/la-intolerancia-la-fructosa/>
8. Intolerancia a la fructosa [Internet]. Navarra: Laboratorios cinfa; 2021 [consulta, 26/03/2023]. Disponible en: <https://cinfasalud.cinfa.com/p/intolerancia-a-la-fructosa/>
9. ¿Qué diferencia hay entre alergias e intolerancias alimentarias? Síntomas, tratamientos y pautas [Internet]. ELIKA. 2022 [consulta, 26/03/2023]. Disponible en: <https://personaconsumidora.elika.eus/que-es-una-alergia-alimentaria/>
10. Intolerancia a la lactosa [Internet]. ELIKA. 2019 [consulta, 26/03/2023]. Disponible en: <https://personaconsumidora.elika.eus/intolerancia-a-la-lactosa/>
11. Lovold C, Kjetil S, Fadnes L. Country, regional, and global estimates for lactose malabsorption in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2017; 2(10):738-746.
12. Gómez Rodríguez BJ. Malabsorción e intolerancia a la fructosa/fructosa-sorbitol en patología digestiva. *RAPD* [Internet]. 2017 [consulta, 26/03/2023]; 40(5):162-68. Disponible en: <https://www.sapd.es/revista/2017/40/3/01>
13. Aguilar VM, Pérez A, Albanea C. Papel de la intolerancia a la fructosa en el síndrome del intestino irritable. *G&H* [Internet]. 2009 [consulta, 27/03/2023]; 32(3):255. Disponible en:

- <https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-articulo-papel-de-intolerancia-a-la-S0210570509002532>
14. Wilder CH, Materna A, Wermelinger C, Schuler J. Pruebas de intolerancia y malabsorción de fructosa y lactosa: la relación con los síntomas en los trastornos gastrointestinales funcionales. AP&T. 2013; 37(11):1033-1119.
 15. FIAB. Guía de gestión de alérgenos en la industria alimentaria [Internet]. Madrid: Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas; 2013 [consulta, 28/03/2023]. Disponible en: <https://www.aepnaa.org/recursos/aepnaa/pdf/guia-gestion-alergenos-industria.pdf>
 16. Etiquetado de sustancias que causan alergias e intolerancias [Internet]. Madrid: AESAN; 2020 [consulta, 08/03/2023]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/alergias_e_intolerancias.htm
 17. ELIKA. Gestión de alérgenos en la industria alimentaria [Internet]. 2013. [consulta, 28/03/2023]. Disponible en: https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/berezi_gesti%C3%B3n-al%C3%A9rgenos.pdf
 18. Reglamento (UE) N.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Diario Oficial de la Unión Europea, N.º 304 (22 de noviembre de 2011).
 19. Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor. Boletín Oficial del Estado, N.º 54 (4 de marzo de 2015).
 20. Ley 28/2015, de 30 de julio, para la defensa de la calidad alimentaria. Boletín Oficial del Estado, N.º 182 (31 de julio de 2015).
 21. Código de prácticas sobre la gestión de los alérgenos alimentarios por parte de los operadores de empresas de alimentos. *Codex Alimentarius*, 2020.
 22. Información alimentaria facilitada al consumidor [Internet]. AESAN [consulta, 09/03/2023]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/etiquetado_informacion_alimentaria.htm
 23. Condiciones de empleo de las menciones “sin lactosa” y “bajo contenido en lactosa” [Internet]. Madrid: AESAN, 2019 [consulta, 27/04/2023]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/interpretaciones/nutricionales/sin_lactosa.pdf

24. Jackson L, Al-taher F, Moorman M, Devries J, Tippet R, Swanson K, et al. Cleaning and other control and validation strategies to prevent allergen cross-contact in food processing operations- a review. *J. Food. Prot.* 2007; 71(2):445-458.
25. Corrección de errores del Reglamento (CE) N.º 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, N.º 65 (2 de marzo de 2023).
26. Informe del consumo de alimentación en España. Madrid: MAPA; 2022.
27. Riesco S, Picaza N, Santa Cruz E, García S. Las tendencias con mayor impacto para la innovación alimentaria. Bizkaia: AZTI; 2020.
28. Guía para la gestión de alérgenos y el gluten en la industria alimentaria [Internet]. ACSA (Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria) 2009. [consulta, 27/04/2023]. Disponible en: https://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_a02_02_guies_de_practiques_correctes/documents/fixers_estatics/guia_alergenos.pdf
29. Reglamento (UE) N.º 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, N.º 139 (30 de abril de 2004).
30. Reglamento (UE) N.º 2021/382 de la Comisión de 3 de marzo de 2021 por el que se modifican los anexos del Reglamento (CE) N.º 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios, en lo que respecta a la gestión de los alérgenos alimentarios, la redistribución de alimentos y la cultura de seguridad alimentaria. *Diario Oficial de la Unión Europea*, N.º 74 (4 de marzo de 2021).
31. Palou A, Badiola JJ, Anadón A, Bosch A, Cacho JF, Cameán AM, et al. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre proteínas lácteas, alergias y sus métodos de análisis. Madrid: 2010. Número de referencia: AESAN-2010-009.
32. Marriot N, Schilling M, Gravani R. Principles of food sanitation. 6ª ed. Heldman D. Suiza: Springer Science; 2018.
33. Mr-brownie. Información nutricional [Internet]. Mr-brownie: 2022 [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: <https://www.mr-brownie.com/wp-content/uploads/2020/02/mr-brownie-informacion-nutricional.pdf>
34. Enz J, Dronen J, Klostermann A. Producto tipo brownie no perecedero [Internet]. 2013 [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/ES2706072T3/es>
35. Moragas M, Valcarcel S. Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. [Internet]. Seguridad alimentaria- Gobierno Vasco: 2020 [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/doc_seguridad_alimentaria/es_def/adju

[ntos/control-alimentos/seguridad-microbiologica/normas-microbiologicas-alimentos-enero-2020.pdf](#)

36. APPCC. Guía de aplicación ANFABRA [Internet]. ANFABRA. Asociación de Bebidas Refrescantes [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/APPCC_Informe_ANFABRA_22.p
37. Gombau J, Palomares S. Guía de prácticas correctas de higiene del sector del pan, bollería, pastelería, confitería y repostería. Valencia: FEDACOVA; 2010.
38. BEDCA. Base de Datos Española de Composición de Alimentos [Internet]. Madrid: 2007 [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: <https://www.bedca.net/bdpub/>
39. NUTRIFEN. Fundación Española de Nutrición [Internet]. Madrid: 2023 [consulta, 16/05/2023]. Disponible en: <https://www.fen.org.es/conocenos/quienes-somos>
40. Reglamento (UE) N.º 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea, N.º 404 (30 de diciembre de 2006).
41. Garda MR. Técnicas del manejo de los alimentos. 3ª ed. Buenos Aires: Argentina. Eudeba; 2020.
42. Díaz LS. Principios básicos de la química y bioquímica de los alimentos. 1ª ed. Chile: Universidad de La Serena; 2010.
43. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OW. FENNEMA. Química de los alimentos. 3ª ed. Zaragoza: Acribia; 2010.
44. Chacón A. Tecnología de membranas en la agroindustria láctea. Agronomía Mesoamericana. 2005; 17(2):243-264.
45. Plou FJ. Las enzimas. 1ª ed. Madrid: CSIC; 2016.
46. Mlichová Z, Rosenberg M. Current trends of β -galactosidase application in food technology. Journal of Food and Nutrition Research. 2006; 45(2):47-54.
47. Husain Q. β -galactosidases and their potential applications: a review. Critical Reviews in Biotechnology. 2010; 30(1):41-62.
48. Araujo, K, Páez G, Mármol Z, Ferrer J, Ramones E, Aiello C, et al. Effect of lactose concentration on the grow kinetics of *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* and production of β -D-galactosidase (E.C. 3.2.1.23). Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 2007; 30(1): 64-73.
49. Enzimas alimentarias [Internet]. ACSA: 2021 [consulta 24/05/2023]. Disponible en: https://acsa.gencat.cat/es/seguretat_alimentaria/seguretat_alimentaria_per_temes/enzimas_alimentaris/index.html
50. Alais, C. Ciencia de la leche, principios de técnica lechera. 4ª ed. Manuel Company. Barcelona: Reverté; 1985.

51. Badui, S. Química de los alimentos. 4ª ed. México: Pearson Educación: 2006.
52. Solís CA, Vélez CA, Ramirez-Navas, JS. Tecnología de membranas: Ultrafiltración. Entre Ciencia e Ingeniería. 2017; 11(22):26-36.
53. Picó Y. Chemical analysis of food: techniques and applications. 2ª ed. London: Academic Press; 2020.
54. El consumo de bebidas vegetales crece [Internet]. ADILAC: 2023 [consulta 24/05/2023]. Disponible en: <https://lactosa.org/el-consumo-de-bebidas-vegetales-crece/>
55. Proveg. España lidera el consumo per cápita de leche vegetal en Europa [Internet]. Proveg International: 2021 [consulta 24/05/2023]. Disponible en: <https://proveg.com/es/press-releases/espana-lidera-el-consumo-per-capita-de-leche-vegetal-en-europa/>
56. Mena-Sánchez G, Mogas B, Souza S. Rol de los lácteos y de las alternativas vegetales en una alimentación saludable y sostenible. Nutr. Hosp. 2021; 38(2):40-43.
57. Dávila de Campagnaro E. Bebidas vegetales y leches de otros mamíferos. Arch Venez Puer Ped. 2017; 80(3):96-101.
58. Beneficios de la leche de almendras [Internet]. ADILAC: 2018 [consulta 24/05/2023]. Disponible en: <https://lactosa.org/beneficios-de-la-leche-de-almendras/>
59. Goñi, M. Alimentación para la intolerancia a la lactosa [Internet]. CINFA: 2020 [consulta 24/05/2023]. Disponible en: <https://cinfasalud.cinfa.com/p/alimentacion-intolerancia-lactosa/>
60. Izquierdo E, Moreno JM, León M. Edulcorantes en pacientes con intolerancia hereditaria a la fructosa. Acta Pediatr Esp. 2014; 72(1):15-23.
61. Salvador- Reyes, R, Sotelo-Herrera, M, Paucar-Menacho, L. Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. Scientia Agropecuaria. 2014; 5(3):157-163.
62. Durán S, Rodríguez MP, Cordón K, Record, J. Estevia (*Stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. Rev. Chil. Nutr. 2012; 39(4):203-206.