



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

**Proyecto de desarrollo de galletas sin gluten
elaboradas con harina de alpiste**

Alumna: Inés MARTÍN SÁEZ

**Tutora: Felicidad RONDA BALBÁS
Cotutor: Pedro Antonio CABALLERO CALVO**

Septiembre de 2020

ÍNDICE

DOCUMENTO I: MEMORIA

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo I. Estudio de alternativas
- Anejo II. Ingeniería del proyecto
- Anejo III. Estudio de mercado
- Anejo IV. Estudio económico
- Anejo V. Seguridad y salud
- Anejo VI. Residuos

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

Proyecto de desarrollo de galletas sin gluten
elaboradas con harina de alpiste

DOCUMENTO I: MEMORIA

Alumna: Inés MARTÍN SÁEZ

Tutora: Felicidad RONDA BALBÁS
Cotutor: Pedro Antonio CABALLERO CALVO

Septiembre de 2020

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El gluten.....	1
1.2. Las materias primas alternativas.....	2
2.ANTEDECENTES	4
3.OBJETO DEL PROYECTO.....	5
3.1. Objetivo general.....	5
3.2. Objetivos específicos.....	5
4.SITUACIÓN ACTUAL	6
4.1. Situación actual del sector	6
4.2. Situación actual de la industria	6
5. CONDICIONANTES DEL PROYECTO	6
5.1. Condicionantes del promotor	6
5.2. Condicionantes legales.....	7
5.3. Condicionantes socioeconómicos	7
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	8
7. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	10
7.1. Descripción de materias primas y auxiliares.....	10
7.2. Descripción del proceso productivo.....	10
7.3. Especificaciones de la maquinaria.....	12
7.4. Identificación y dimensiones de las áreas funcionales	13
7.5. Plan productivo	14
7.6. Necesidades de personal.....	15
7.7. Seguridad y salud	15
7.8. Control de residuos	17
8. ESTUDIO ECONÓMICO	18
8.1. Introducción	18
8.2. Costes del proyecto.....	19
8.2.1. Costes fijos del proyecto	19
8.2.2. Costes variables del proyecto.....	20

8.2.3. Costes totales anuales	22
8.3. Ingresos del proyecto	22
8.4. Ganancias del proyecto	23
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

Los productos sin gluten son aquellos alimentos procesados que han sido fabricados con una harina que no posee la proteína gluten. La producción del sector de los productos sin gluten está en auge, ya que sus destinatarios principales, las personas alérgicas al gluten aumentan cada año a un ritmo del 15% en España, alcanzando actualmente el 1% de la población total española.

Más concretamente, las galletas sin gluten son el segundo producto sin gluten más consumido en España, por detrás de los productos de panadería/bollería, abarcando un 21% de las ventas de productos sin gluten.

El único tratamiento que las personas celiacas pueden seguir es una dieta sin gluten. Por desgracia, numerosos estudios evidencian que la dieta libre de gluten causa deficiencias nutricionales persistentes, ya que muchos alimentos básicos como pan, harina y pasta hay que excluirlos a pesar de ser fuentes importantes de energía, proteínas, carbohidratos, hierro, calcio, niacina y tiamina. Potencialmente, esto podría tener un efecto importante en el estado nutricional si no se reemplazan con alternativas apropiadas (Kinsey et al., 2008).

Es por eso por lo que en este proyecto se busca desarrollar una formulación de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente.

1.1. El gluten

El gluten es una proteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales como el trigo, la cebada, el centeno, la espelta, y otros cereales. El gluten posee un bajo nivel nutricional y un alto valor tecnológico siendo el responsable de la elasticidad de las masas de harina aportando volumen y elasticidad. El gluten puede separarse del almidón a través de un proceso llamado 'molturación húmeda' (FACE, s.f.).

Muchos individuos son incapaces de digerir la proteína del gluten por completo y se generan fragmentos que el sistema inmunológico los detecta como tóxicos. Las proteínas del gluten que desencadenan la intolerancia celiaca son las prolaminas, que, según el cereal del que se trate, adopta nombres particulares: gliadinas (trigo), hordeinas (cebada), secalinas (centeno) o aveninas (avena) (FACE, s.f.).

Hace años se creía que la intolerancia al gluten era típica de la enfermedad celiaca y la alergia al trigo. Sin embargo, se descubrió un nuevo trastorno llamado sensibilidad al gluten. Es por eso que en 2011 un grupo de expertos clasificó las enfermedades que se portan hacia el gluten en tres categorías: alergias (en el cual se encuentran trastornos como alergia alimentaria tanto mediada por inmunoglobulina E como no mediada por inmunoglobulina E, anafilaxia, asma de panadero y dermatitis de

contacto), enfermedades autoinmunes (los trastornos dentro de esta categoría son la enfermedad celíaca, dermatitis herpetiforme y ataxia por gluten) y sensibilidad al gluten (Czaja-Bulsa, 2015).

Más concretamente, la Enfermedad Celiaca (EC) es un proceso sistémico de carácter inmunológico, desencadenado por el consumo de gluten y de otras prolaminas relacionadas (secalinas, hordeínas y hay quien duda de las aveninas) que se da en sujetos genéticamente predispuestos (sistema HLA). Cursa con una combinación variable de síntomas clínicos, marcadores serológicos específicos, haplotipo HLA-DQ2/DQ8 y enteropatía (Román Riechmann et al., 2020). La prevalencia estimada de la EC en los europeos y sus descendientes es del 1%, siendo más frecuente en las mujeres con una proporción 2:1 (FACE, s.f.).

Por desgracia, el único tratamiento contra estos trastornos es seguir una dieta estricta sin gluten de por vida, que conduce a la restauración de las vellosidades intestinales atrofiadas. Sin embargo, lograr la recuperación completa de estas vellosidades puede llevar años, y los efectos de la dieta sobre el estado de ánimo y los síntomas psiquiátricos son en gran medida desconocidos (Van Hees et al., 2013).

1.2. Las materias primas alternativas

Como consecuencia de la solución a estos trastornos y la tendencia de las personas hacia un consumo de alimentos más sanos y menos alergénicos, se ha producido un incremento significativo en la demanda y el consumo de productos libres de gluten en los últimos años. Es por eso por lo que se han realizado numerosos estudios basados en la sustitución de harinas con gluten por harinas sin gluten de cereales y pseudocereales, con el fin de obtener productos sin gluten que posean unas características nutricionales similares a las de los productos con gluten. No obstante, la sustitución de harinas con gluten a harinas sin gluten ha sido una transición difícil, ya que el gluten posee unas características tecnológicas que influyen en las propiedades del producto final (Hager et al., 2012). Y es por eso por lo que, a pesar de los numerosos estudios realizados, hoy en día las personas que tienen que seguir una dieta sin gluten se siguen enfrentando a problemas como la escasa variedad en productos de panadería y repostería sin gluten, los productos existentes poseen una baja calidad nutricional, textural y sensorial y dichos productos sin gluten poseen un precio muy elevado.

Estas carencias nutricionales y deficiencias texturales y sensoriales se podrían suplir si se desarrollaran nuevos productos alimenticios sin gluten a partir de novedosos cereales libres de dicha proteína, como por ejemplo el alpiste.

El alpiste (*Phalaris canariensis* L.) es una gramínea, que pertenece a la familia de las *Poáceas*, subfamilia *Pooideae* y a la tribu *Aveneae*, por lo que se trata de un cereal. Es originario de la región occidental de la cuenca del Mediterráneo, donde crece en forma silvestre y en ocasiones se presenta como maleza de otros cultivos. Desde principios de los años 80 se evidenció una concentración de su producción en las provincias del sur de Canadá (Saskatchewan, Alberta y Manitoba) y, en menor cuantía, en las regiones centro y sudeste de la provincia de Buenos Aires de Argentina, en Tailandia y en la región de la Wimmera en Australia. Cuenta con

alrededor de 20 especies, y lo que se conoce como semilla o grano de alpiste, es en realidad su fruto llamado cariópse, fruto típico de los cereales. El grano de alpiste se encuentra vestido, es decir, que está recubierto por dos láminas llamadas glumelas o cáscaras de color amarillo o dorado brillante, mientras que el alpiste descascarillado es de color marrón oscuro, debido al salvado que le recubre (Cogliatti, 2014).

Hasta hace unos años, su uso se limitaba exclusivamente a la alimentación de aves ornamentales, ya que se encuentra revestido con unas finas fibras de sílice similares a pelos, que se consideran peligrosas para la salud humana ya que pueden causar daño pulmonar e incluso cáncer de esófago. Por eso, en 2001 el 'Centro de Desarrollo de Cultivos de la Universidad de Saskatchewan (CDC)' en Canadá desarrolló una nueva semilla de alpiste 'sin pelo' o 'glabro', que es segura para el consumo humano. Ese alpiste desprovisto de las fibras de sílice fue aprobado en 2015 por 'Health Canada', departamento del Gobierno de Canadá responsable de la política federal de salud del país, y la 'Agencia de Medicamentos y Alimentación' de Estados Unidos como nuevo producto alimenticio para el consumo humano (Mason et al., 2018).

Las semillas de alpiste poseen una gran densidad nutricional, lo que le confiere un interés especial de cara a enriquecer diferentes alimentos. El alpiste contiene aproximadamente un 61% de almidón, un 20% de proteínas, un 8% de grasa y un 7% de fibra dietética total, además de presentar un alto contenido en aminoácidos esenciales como cisteína, triptófano y fenilalanina. El alpiste se destaca de otros granos de cereales de la misma familia por su alto porcentaje en proteína que va de un 20-23%, frente al trigo que posee un 13%, la avena que tiene un 10-13%, la cebada con un 13-16%, el centeno que posee un 11-16% o el mijo que contiene un 8,5-15%. Las proteínas de la semilla de alpiste, como el resto de cereales, se pueden separar en cuatro fracciones en función de su solubilidad: glutelinas, prolaminas, globulinas y albúminas. Las prolaminas de este cereal no desencadenan la intolerancia celiaca; por ello este cereal se clasifica como 'sin gluten' (Abdel-Aal et al., 1997; Mason et al., 2018).

Otra de las características por las que destaca el alpiste sobre el resto de los cereales es su perfil único de aminoácidos, debido a su alto contenido de triptófano, un aminoácido esencial, que generalmente no poseen la mayoría de los granos de cereales. Las semillas de alpiste presentan un contenido más alto en cisteína, fenilalanina, arginina, tirosina, leucina e isoleucina que el trigo y otros cereales. Además, el alpiste contiene altas cantidades de ácido glutámico, que es el aminoácido más abundante en el cerebro, que juega un papel importante en la actividad sináptica, la memoria y el aprendizaje (Mason et al., 2018).

Aunque todavía se requiere una investigación más profunda sobre la bioactividad de las semillas de alpiste, un estudio encontró que los péptidos producidos por la digestión gastrointestinal in vitro de la leche de semillas de alpiste usando pepsina, tripsina y pancreatina, mostraron una actividad inhibitoria, en función de la dosis administrada, de la enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV). Esta enzima desempeña un papel importante en el desarrollo de hiperglucemia en individuos con diabetes tipo II, aumentando los niveles de glucosa en sangre. No obstante, sigue siendo necesaria la caracterización adicional de los péptidos inhibidores de la enzima DPP-IV en las semillas de alpiste para conocer su efecto antidiabético en personas. Además, otro

estudio in vivo e in vitro de un extracto lipídico de semillas de alpiste ha demostrado un efecto anti-obesidad (Mason et al., 2018).

Los péptidos bioactivos de alpiste tienen también un gran potencial para bajar la presión sanguínea a través de la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina-I (ACE), enzima que aumenta la presión arterial y causa hipertensión (Feldstein et Romero, 2007). Ciertos estudios han mostrado que las proteínas de harina de alpiste digeridas in vitro usando pepsina, tripsina y pancreatina, exhibían un porcentaje de inhibición máximo contra la enzima ACE del 73,5%. Las proteínas de semillas de alpiste no digeridas tuvieron una actividad de inhibición significativamente menor, lo que significa que los péptidos bioactivos antihipertensivos se producen tras la digestión de proteínas (Mason et al., 2018). Asimismo se ha demostrado que un extracto acuoso de semillas de alpiste, obtenido al remojar las semillas en agua, redujo con éxito la presión arterial sistólica en ratas sin tener efectos renales ni toxicológicos (Passos et al., 2012). Estos estudios demostraron el posible efecto positivo de las semillas de alpiste en el control de enfermedades cardiovasculares.

En cuanto a la actividad antioxidante del alpiste también se ha demostrado que las fracciones de proteínas de su semilla digeridas tuvieron una mayor actividad antioxidante en general que la harina cruda, ya que las proteínas de las semillas experimentan hidrólisis, lo que aumenta su actividad antioxidante. Los péptidos bioactivos de las semillas demostraron reaccionar con especies de radicales libres que se generan en el cuerpo por diversos sistemas endógenos y que causan daños extensos a los tejidos del cuerpo al destruir la estructura de la membrana celular, modificar la actividad enzimática y cambiar el ADN que conduce al desarrollo del cáncer, evitando así el daño y la descomposición de los tejidos (Mason et al., 2018).

En cuanto a las distintas aplicaciones de los granos de alpiste y los derivados de su molienda, existen trabajos que han evaluado la elaboración de productos alimenticios como panes y tortillas, crackers, muffins, pastas, barras de cereales y fideos espaguetis. Los resultados fueron muy satisfactorios y se observó que para la fabricación de alimentos de una calidad aceptable, las harinas de alpiste podrían reemplazar a las de trigo hasta en un 35% (Cogliatti, 2004).

Es por eso por lo que en este proyecto se ha querido desarrollar una fórmula de galleta sin gluten a base de harina de alpiste, que puedan satisfacer tanto las necesidades nutricionales, como la calidad textural y sensorial que se espera en un producto alimenticio.

2. ANTECEDENTES

El mercado de los productos alimenticios sin gluten se compone mayoritariamente de productos elaborados a base de harina de arroz o maíz. Esto supone que, aparte de no existir una gran variedad de productos a la hora de realizar la compra, las personas que por desgracia deben seguir una dieta sin gluten debido a alergia o intolerancia sufren una carencia nutritiva debido al bajo valor nutricional de dichos productos. Además, este mercado se caracteriza por el elevado precio al que se venden los productos sin gluten.

Por otro lado, en España, apenas existen productos elaborados con harina de alpiste. Esta gramínea posee unas cualidades nutricionales muy interesantes, como su alto contenido en proteínas, fibra y aminoácidos esenciales, además de todos los beneficios funcionales antes comentados. Por lo que sería muy interesante desarrollar un nuevo producto alimentario enriquecido nutricionalmente con este cereal.

3. OBJETO DEL PROYECTO

3.1. Objetivo general

El presente proyecto tiene como objeto desarrollar un nuevo producto alimentario que consiste en unas galletas sin gluten elaboradas a base de harina integral de alpiste. Con este proyecto se busca aumentar la oferta en el mercado de productos sin gluten altamente demandados por un sector de la población, consiguiendo un producto de calidad textural y sensorial superior a la de los productos disponibles en el mercado y con un valor nutricional significativamente mejorado. Además de implantar dicho producto en una nueva línea de producción de una industria que fabrica galletas sin gluten.

3.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general se han cumplido las fases necesarias para llevar a cabo el desarrollo de una fórmula viable a base de harina integral de alpiste, lo cual hace que los contenidos en proteínas, fibra y aminoácidos de estas galletas sin gluten sean más altos que las que se componen sólo de harina de arroz. Esto valoriza un cereal que tiene unas características muy interesantes a nivel nutricional y que es poco conocido como cereal de consumo humano.

Los objetivos específicos de este proyecto se pueden concretar en los siguientes puntos:

- Desarrollar una receta de galletas sin gluten con unas características nutricionales superiores a las galletas que ya existen en el mercado. La sustitución de harina de arroz por harina integral de alpiste permite asegurar que se cumplirá con este requisito.
- Producir una galleta que tenga una buena calidad sensorial y una buena aceptación en el mercado, entre consumidores celíacos y no celíacos.
- Poner en el mercado una nueva galleta sin gluten a un precio competitivo.
- Como objetivo particular de este proyecto de carácter académico, también se ha pretendido impulsar, valorizar y dar a conocer un cereal que hace poco se ha incorporado en la nutrición humana como es el alpiste.

4. SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Situación actual del sector

En España desde el año 2008 se lanzaron más de 100 nuevos productos sin gluten al año debido a que el mercado de alimentos sin gluten experimentó todos los años un aumento en la demanda. El mercado de las galletas sin gluten es el segundo más consumido entre los productos sin gluten, por detrás de los productos de panadería. No obstante, este mercado necesita de una continua renovación ya que por desgracia la mayoría de las galletas sin gluten que se encuentran actualmente en el mercado están elaboradas a base de almidones o harina de arroz, resultando fórmulas pobres en proteínas, con menor contenido en fibras, vitaminas y minerales y mayor contenido de hidratos de carbono, grasas y azúcar.

Debido a esta composición, alta en hidratos de carbono y pobre en proteínas y fibra, una persona que sigue una dieta a base de productos sin gluten sufre carencias nutricionales. Además, estos productos tienen un precio mucho más elevado que los productos de trigo.

4.2. Situación actual de la industria

Debido a la situación actual del sector, las industrias del sector galletero están investigando nuevas fórmulas para desarrollar productos enriquecidos nutricionalmente con harinas que no tengan gluten.

Es por eso por lo que se va a implementar el proceso productivo de las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste en una planta de procesado de galletas sin gluten, ubicada en la parcela nº14 del polígono industrial 29 del municipio de Dueñas (Palencia). Actualmente, esta industria fabrica tres tipos de galletas sin gluten: galletas sin gluten 100% harina de arroz con sabor vainilla, galletas sin gluten enriquecidas con tef y galletas sin gluten con 100% harina de arroz con sabor a coco. Y la producción diaria de cada línea de galletas sin gluten es de 10.000 kg de producto final.

Introduciendo el nuevo producto enriquecido nutricionalmente en una línea en la cual se van a fabricar 15.000 kg de producto terminado por cada día de producción esta empresa va a poder ofrecer un producto con un valor nutricional más elevado a un precio asequible que pueda estar al alcance de todas las personas celíacas.

5. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

5.1. Condicionantes del promotor

Los condicionantes impuestos por el promotor, María Trinidad Gutiérrez Gutiérrez, y que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- La línea de producción de este nuevo producto alimentario debe establecerse en la industria de galletas sin gluten perteneciente al promotor y situada en el municipio de Dueñas.
- El proceso de fabricación debe cumplir los requisitos establecidos y adaptarse a posibles nuevos requisitos de tal forma que el producto final pueda llevar en la etiqueta producto sin gluten.
- La implantación de la nueva línea de producción debe causar el menor impacto ambiental posible.
- Las materias primas empleadas serán de calidad, lo que garantizará un producto final acorde.
- El producto final fabricado debe poseer unas buenas características nutricionales, además de una alta calidad textural y sensorial que agrade al consumidor.

5.2. Condicionantes legales

Para la elaboración de este proyecto las dependencias técnicas del proceso productivo y el resto de los locales cumplirán las indicaciones reflejadas en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación Circulación y Comercio de Galletas establecida en el Boletín Oficial del Estado (BOE), así como el Reglamento de Seguridad y Salud correspondiente a este tipo de industrias.

5.3. Condicionantes socioeconómicos

La población objetivo a la que va destinada este proyecto son aquellas personas que debido a una alergia, intolerancia o sensibilidad al gluten deben seguir una dieta libre de dicha proteína. También se incluyen como población objetivo aquellas personas que han decidido eliminar alérgenos de su dieta, como es el gluten. Debido a esta restricción, y para evitar contaminaciones cruzadas, se vigilará que a la zona de producción de la fábrica no entre nunca ningún producto o materia prima que contenga gluten.

Actualmente la demanda de productos sin gluten está en un aumento vertiginoso. A parte de las personas que por problemas médicos deben seguir una dieta sin gluten estricta, cada vez se adhieren a esta dieta más consumidores por elección o estilo de vida.

Sin embargo, la oferta de productos sin gluten que hay actualmente en el mercado no cumple las expectativas de los consumidores en cuanto a calidad y precio. Tampoco poseen un valor nutricional comparable al de los productos elaborados con trigo. En consecuencia, las personas que siguen una dieta libre de gluten estricta con frecuencia sufren diferentes patologías asociadas con una deficiente nutrición, como es la diabetes tipo 2. Es por ello por lo que, actualmente este mercado se encuentra en continuo estudio e investigación para mejorar.

Para finalizar, otro condicionante es el precio de los productos libres de gluten, que es mucho más elevado en comparación con los productos que sí que lo llevan. Anualmente una persona que consume productos sin gluten gasta en la cesta de la compra aproximadamente 1.170€ más que una persona que compra productos con gluten. Por lo que este condicionante debe ser estudiado y equilibrado para que las personas que deban seguir una dieta sin gluten puedan gastar en comida lo mismo que una persona que sigue una dieta sin restricciones.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para llegar a la formulación final del nuevo producto que se va a elaborar en la nueva línea de producción se han tenido que realizar distintos estudios en etapas o fase diferentes donde se han probado diferentes combinaciones de ingredientes y diferentes dosis de los diferentes ingredientes.

Para determinar qué alternativa de cada fase de estudio era la más adecuada, se han realizado ensayos de evaluación sensorial, que tras la aplicación de análisis multicriterio y análisis estadístico ha permitido concluir la fórmula más adecuada para su producción. Todo ello, se encuentra desarrollado en el 'Anejo 1: Estudio de alternativas'.

Tras la realización de numerosas pruebas preliminares, el desarrollo del producto se ha llevado en cuatro fases. En cada una de ellas se ha seleccionado uno de los ingredientes que se establecieron como relevantes en la calidad final del producto. Estas fases han sido las siguientes:

- Selección del tipo de harina que se utilizará para enriquecer la galleta.
- Selección del endulzante con el que se elaborará el nuevo tipo de galletas.
- Establecimiento de la fuente de líquido a utilizar en la formulación de la galleta para conseguir la textura final del producto.
- Establecimiento de la dosis de harina alternativa, en sustitución de la harina de arroz, a emplear para enriquecer el producto.

Según los resultados que se obtuvieron con los distintos análisis las alternativas adoptadas para cada estudio son las siguientes:

- Debido a su composición nutricional, la harina elegida para enriquecer las galletas sin gluten ha sido la harina integral de alpiste. Esta harina fue comparada con la harina de trigo sarraceno y la harina de quinoa, y aunque el valor energético de las tres era similar, la harina integral de alpiste es la que menos hidratos de carbono contiene (58,2%), y la que posee un mayor contenido en proteínas y fibra (15,21% y 5,26%). También se comparó con la harina de alpiste refinada, que fue descartada en beneficio de la integral por su menor contenido en fibra y porque, en las pruebas preliminares, se comprobó que conducía a productos más insípidos y menos apetecibles.

- El endulzante elegido para elaborar las galletas sin gluten ha sido la panela. La panela es el endulzante que mejores notas ha obtenido en el análisis sensorial, ya que ha tenido la puntuación más alta en los atributos sabor, olor y textura y la segunda más alta en el parámetro apariencia. También es el endulzante que mayor puntuación ha alcanzado en el análisis multicriterio en el cual se han analizado los parámetros sabor, olor, textura, apariencia, precio y valor nutricional de las galletas elaboradas con cada alternativa de endulzante. Además, en los análisis estadísticos realizados para cada atributo de las galletas, se ha podido observar que existen diferencias significativas entre las galletas elaboradas con panela y las galletas elaboradas con puré de manzana o azúcar blanco en atributos como la textura, el olor y el sabor.
- La fuente de líquido con la que se van a fabricar las galletas sin gluten, que influye de forma notable en la textura final del producto, es el agua. En el análisis sensorial la galleta elaborada con agua y panela obtuvo las mejores puntuaciones en los atributos sabor y olor, que según algunos autores son los atributos más importantes en una galleta. Las galletas elaboradas con agua y panela son las que han tenido una mayor puntuación en el análisis multicriterio, ya que, a parte de las buenas puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial, el precio de esta alternativa es el más barato y su valor nutricional es bueno. También, en los análisis estadísticos realizados para evaluar cada atributo del análisis sensorial, se ha podido observar que existían diferencias significativas entre las galletas elaboradas con panela y agua en los parámetros sabor y olor, respecto al del resto de alternativas.
- En cuanto a la dosis de harina integral de alpiste que va a componer la galleta sin gluten se ha seleccionado un valor del 50%. La galleta elaborada con un 50% harina integral de alpiste y un 50% de harina de arroz es la que mejores notas ha obtenido en los atributos más importantes del análisis sensorial (sabor y olor). Además, esta opción representa una solución de compromiso entre los parámetros precio y valor nutricional. Asimismo, el valor nutricional de esta alternativa se califica como bueno, ya que representa un aumento considerable de proteína y fibra respecto al de las galletas elaboradas con 100% harina de arroz, es decir, las que se encuentran mayoritariamente en el mercado actual.

La nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente que se va a producir en la nueva línea de producción va a tener la siguiente fórmula (Tabla 1):

Tabla 1. Fórmula de las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina integral de alpiste	27,9
Harina de arroz	27,9
Mantequilla	25,1
Panela	16,7
Agua	1,7
Bicarbonato sódico	0,09
Extracto de vainilla	0,28
Sal	0,28

7. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este proyecto se ha desarrollado la implantación de una nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente. En el 'Anejo 2: Ingeniería del proyecto' se describe el proceso productivo desde la recepción de las materias primas hasta la expedición del producto final. También se pueden encontrar las dimensiones de las diferentes salas que componen la industria en la cual se va a instalar esta nueva línea de producción.

7.1. Descripción de materias primas y auxiliares

La nueva línea de producción que se va a implementar en la industria permitirá la elaboración de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. Esta nueva gama de galletas se elabora con las siguientes materias primas: harina integral de alpiste, harina de arroz, mantequilla, panela, agua, bicarbonato sódico, extracto de vainilla y sal.

Los materiales auxiliares que se van a utilizar en la industria para el envasado y almacenado de esta línea de producción son: bandejas de plástico, polipropileno tipo A1, cajas de cartón, film retráctil y palés de plástico higiénico.

7.2. Descripción del proceso productivo.

El proceso productivo de la línea de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste se explica detalladamente en el anejo mencionado anteriormente, pero se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo (Figura 1):

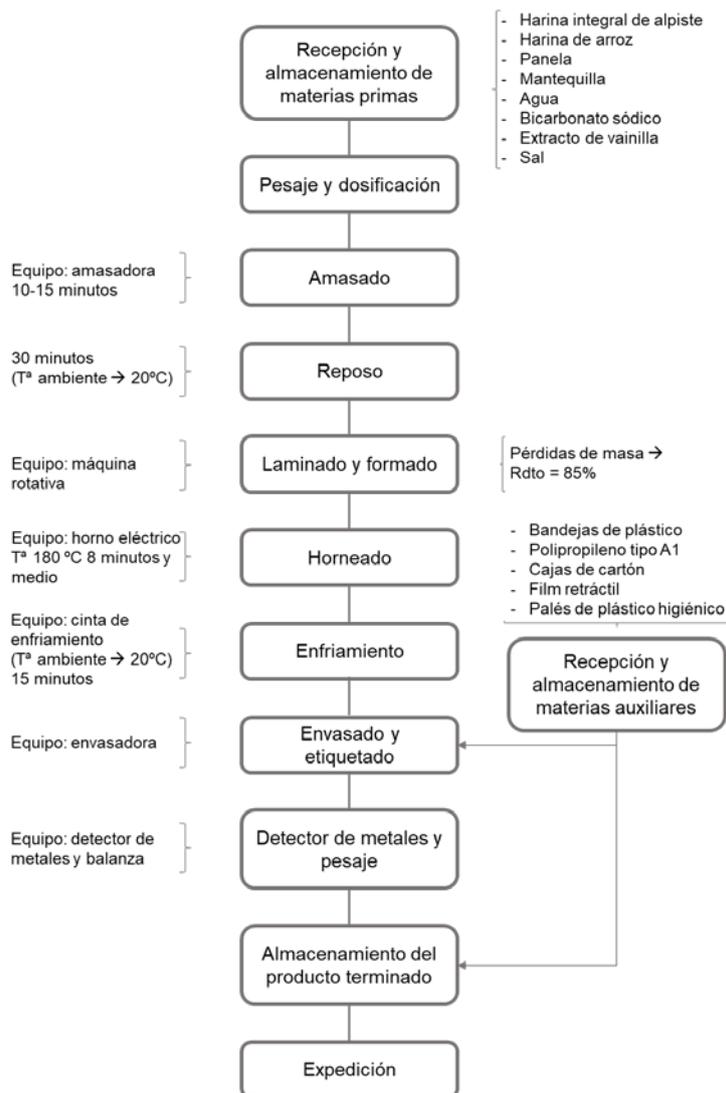


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso productivo.

La primera etapa del proceso de fabricación de las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste es la recepción, el control y el almacenamiento de las materias primas. Al mismo tiempo se reciben y almacenan los materiales auxiliares necesarios para el envasado, almacenamiento y transporte del producto final.

En segundo lugar, las materias primas se van a pesar y añadir en la amasadora en el siguiente orden: mantequilla, panela, agua, extracto de vainilla, y posteriormente la harina, la sal y el bicarbonato sódico. El que la dosificación de las materias primas sea exacta es un punto clave ya que de ello dependerá conseguir un producto homogéneo y con las características deseadas.

Una vez todos los ingredientes han sido amasados y se ha conseguido una masa de galletas homogénea, esta va a reposar durante 30 minutos en una cuba.

Dicha cuba va a ser posteriormente vaciada en la tolva de la máquina rotativa en la que va a pasar por un rodillo de presión para obtener el espesor deseado, y por los moldes del moldeador para conseguir la forma correcta. Al salir de la moldeadora las piezas pasan a una cinta transportadora que las conduce al horno.

En la fase de cocción de las galletas, la temperatura interior del horno oscilará alrededor de los 180°C, siendo esta la temperatura máxima que se alcanzará. El tiempo de cocción va relacionado con la velocidad de la cinta transportadora del horno, por lo que esta cinta se regulará de tal forma que el recorrido de la galleta desde la entrada a la cámara de cocción hasta la salida de esta dure 8 minutos y medio. Una vez que las galletas salen del horno pasan por un detector automático de metales y un control de peso, color y dimensiones.

Después de los controles, las galletas necesitan enfriarse para proceder a su envasado. Para ello se enfriarán durante 12 minutos a temperatura ambiente (20°C) en la cinta transportadora de enfriamiento.

Para finalizar el proceso productivo las galletas una vez han alcanzado la temperatura ambiente, se van a envasar en paquetes de 150 g, este proceso se realiza con una envasadora de moldeo rotativo flow-pack que terminará el etiquetado del paquete de galletas añadiendo la fecha de fabricación, la fecha de expiración del producto y el número de lote para poder llevar a cabo la trazabilidad de un paquete en caso necesario. El producto final terminado pasará por un detector de metales y control de peso antes de ser almacenado y expedido.

7.3. Especificaciones de la maquinaria

La maquinaria y materiales auxiliares que formarán parte de la línea de producción de las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste es la siguiente:

- Sala de pesado:
 - * Balanza industrial 300 kg.
 - * Balanza industrial 30 kg.
- Sala de amasado:
 - * Amasadora horizontal.
 - * Cubas metálicas con ruedas.
 - * Elevador vertical con levantamiento por cadenas.
 - * Dispositivo de alimentación de rodillos en estrella.
 - * Desgranador a dos ejes para rotativa.
- Sala de moldeo:
 - * Máquina rotativa.
 - * Puente de entrega pivotante de dos cintas con rodillos.
 - * Cinta transportadora con detector de metales.
- Sala de horneado:
 - * Horno de cocción a calefacción mixta.
- Sala de envasado:
 - * Cinta transportadora de enfriamiento.
 - * Envasadora de moldeo rotativo 'flow-pack'.
 - * Detector de metales y control de peso.

* Enfardadora de palés.

7.4. Identificación y dimensiones de las áreas funcionales

Para optimizar el funcionamiento de la planta y que esta sea lo más eficaz posible la industria se encuentra dividida en áreas funcionales. Las contempladas en esta industria, junto con sus dimensiones son las siguientes:

Tabla 2. Dimensiones de las áreas funcionales.

Zona	X (m)	Y (m)	Área (m ²)
Muelle de recepción	6,00	3,85	23,10
Almacén de materias primas	8,00	21,50	172,00
Almacén de materias auxiliares	4,00	12,25	49,00
Zona de pesado y amasado	5,00	8,00	40,00
Zona de formado	7,00	7,50	52,50
Zona de horno	43,00	7,50	322,50
Zona de envasado	12,00	14,15	148,52
Zona de horno	43,00	7,50	322,50
Despacho	4,00	2,50	10,00
Oficina	4,85	10,10	38,33
Sala de reuniones	3,00	4,85	14,55
Sala de limpieza	2,00	4,85	9,70
Aseos masculinos	4,75	4,85	23,04
Vestuario masculino	5,90	2,80	16,52
Aseos femeninos	4,75	4,85	23,04
Vestuario femenino	5,90	2,80	16,52
Sala de lavamanos	9,00	1,85	16,65
Comedor	4,00	6,50	26,00
Laboratorio i+D	10,00	3,15	31,50
Laboratorio de calidad	10,00	3,10	31,00
Almacén de producto terminado	8,00	23,00	184,00
Muelle de expedición	6,00	3,85	23,10
Nave	62,80	22,90	1.438,12

Estas salas se encuentran distribuidas en la planta de la industria según la Figura 2.

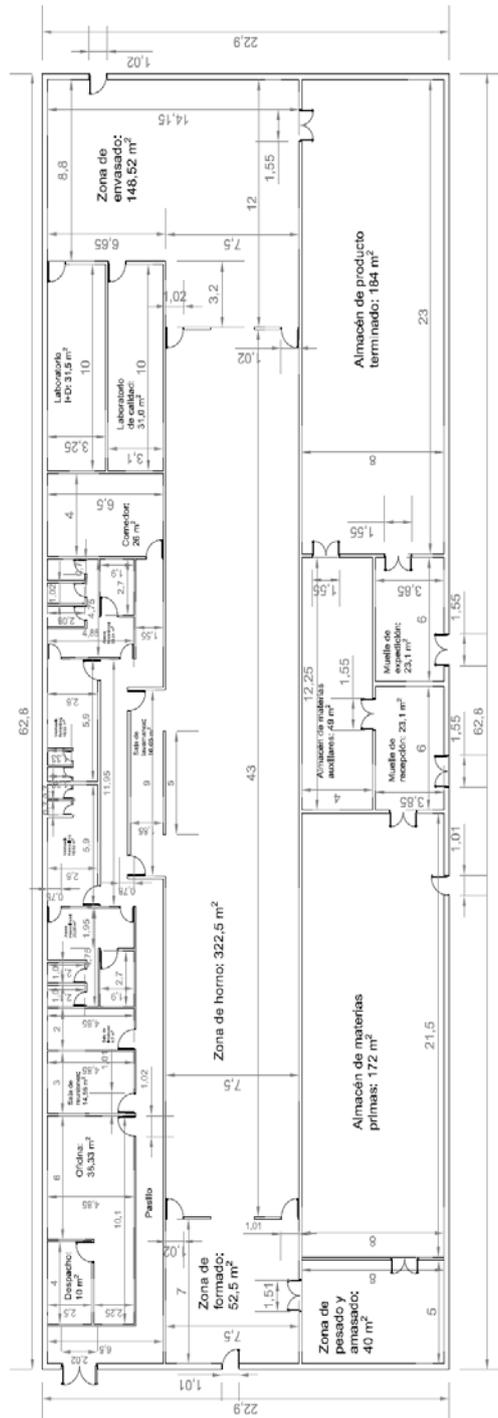


Figura 2. Distribución en planta: cota y superficies.

7.5. Plan productivo

La producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste que se prevé realizar es la que se encuentra detallada en la Tabla 3.

Tabla 3. Producción de las galletas elaboradas con harina integral de alpiste.

Producción (kg/h)	Horas / día	Producción (kg/día)	Días laborables / año	Producción (t/año)
1.000	15	15.000	102	1.530

7.6. Necesidades de personal

Las necesidades de personal que se requieren en la industria de galletas sin gluten para poder fabricar las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste son las siguientes (Tabla 4):

Tabla 4. Resumen de las necesidades de personal.

Área	Personal	
	Categoría	Nº de personas / día de producción
Oficinas	Director y responsable de recursos humanos	1
	Jefe administrativo y comercial	1
	Auxiliar de administrativo	1
Departamento técnico	Encargado de producción	2
	Encargado de calidad e i+D	2
Producción	Encargados de almacén de materias primas y sala de pesado	4
	Encargado de almacén de producto terminado	2
	Mecánicos	2
	Operarios responsables de la sala de amasado	4
	Operarios responsables de la sala de moldeado y zona de horneado	4
	Operarios responsables de la zona de envasado	6
Total trabajadores / día de producción		29
Total trabajadores / turno mañana		15
Total trabajadores / turno tarde		14

7.7. Seguridad y salud

Para garantizar que la producción de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste se realice cumpliendo la legislación en el ámbito de la higiene y la seguridad alimentaria, se han implantado unos programas de y un sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC), los cuales se encuentran detallados en el 'Anejo 5. Seguridad y salud'.

El programa de prerrequisitos que busca garantizar la seguridad alimentaria del consumidor se compone de 7 prerrequisitos:

- Plan de formación y prácticas correctas de higiene y manipulación.
- Plan de Control del Agua.
- Plan de Control de Proveedores.
- Plan de limpieza y desinfección.
- Plan de Control de Plagas y otros Animales Indeseables.
- Plan de Trazabilidad.
- Plan de control de residuos.

Este programa de prerrequisitos ayuda a reducir el número de puntos de control crítico a 7 (Tabla 5), los cuales son gestionados con el programa APPCC que se ha implementado en la industria para la línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. El programa APPCC incluye las siguientes medidas:

- Establecimiento de los límites de control críticos para cada PCC.
- Establecimiento de los procedimientos de vigilancia en los PCC.
- Establecimiento de las medidas correctoras.
- Establecimiento de los procedimientos de verificación. Establecimiento de un sistema de control y registro.

De esta manera se garantiza que el producto de galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste sea seguro desde el punto de vista higiénico para el consumidor final.

Tabla 5. Identificación de los PCC.

ETAPA	OBSERVACIONES	PELIGRO	P1	P2	P3	P4	PCC
Recepción de materias primas y auxiliares		Microbiológicos: presencia de microorganismos	SI	SI			NO
		Químicos: residuos químicos	SI	NO			SI
		Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas	SI	NO			SI
		Químicos: aditivos no autorizados	SI	NO			SI
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares	A temperatura ambiente	Físicos: partículas u objetos ajenos al producto	SI	SI			NO
	En condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias primas	SI	NO	SI	SI	NO
Dosificación y amasado		Microbiológicos: desarrollo de patógenos durante el amasado	NO	NO			NO
		Químicos: sobredosificación de aditivos	SI	SI			SI
		Físicos: incorporación de partículas u objetos al producto	Considerados en Requisitos Previos				
Moldeado/Formado		Microbiológicos: contaminación microbiana por inadecuada limpieza y desinfección de moldes o por los manipuladores	Considerados en Requisitos Previos				
Reposo		Microbiológicos: crecimiento de microorganismos presentes en msas por las condiciones de fermentación	NO	NO			NO
Cocción	Horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	SI	SI			SI
Enfriamiento	Producto sin relleno	Microbiológicos: desarrollo de esporas, contaminación	SI	NO	NO		NO
Envasado		Microbiológicos: desarrollo de mohos	SI	NO	SI	NO	SI
		Químicos: migración de sustancias desde el envase	Considerados en Requisitos Previos				
Almacén del producto final	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental	Considerados en Requisitos Previos				
Distribución y venta	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental	Considerados en Requisitos Previos				

7.8. Control de residuos

A lo largo del proceso de fabricación de las galletas sin gluten con harina integral de alpiste se generan distintos residuos que la industria debe gestionar o tratar correctamente. Para ello el primer paso es identificar los residuos que se generan en cada etapa de la línea de producción (Tabla 6).

Tabla 6. Identificación de los residuos generados en cada etapa del proceso de producción.

ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	RESIDUOS GENERADOS
Recepción y almacenamiento de materias primas	Materia orgánica Cartones y plásticos
Pesaje y dosificación	Materia orgánica
Amasado	Materia orgánica
Laminado y troquelado	Materia orgánica
Horneado	Materia orgánica
Recepción y almacenamiento de materias auxiliares	Cartones y plásticos
Envasado y etiquetado	Materia orgánica Cartones y plásticos
Detector de metales y pesaje	Materia orgánica Cartones y plásticos
Almacenamiento del producto terminado	Materia orgánica Cartones y plásticos

La gestión o el tratamiento de dichos residuos se puede ver detallado en el 'Anejo 6. Residuos'.

- La materia orgánica va a ser gestionada por la empresa Tuero, la cual va a utilizarla como subproducto para la elaboración de su materia prima, harina de galleta, que utilizan como suplemento de comida animal.
- Los residuos de cartón van a ser gestionados por el grupo DS Smith el cual recoge los cartones residuales de la industria y los transforma en cajas de cartón.
- Los residuos plásticos se gestionan a través de la empresa Plásticos MAGONSA que tiene como objetivo gestionar y valorizar una gran cantidad de plásticos transformándolos en nuevos productos plásticos, los cuales pueden ser de distintos tipos.
- El agua residual de la industria llega a través de la red de saneamiento a la EDAR (estación depuradora de aguas residuales) del municipio de Dueñas en la que se le va a aplicar un tratamiento primario y posteriormente un tratamiento biológico.

8. ESTUDIO ECONÓMICO

En el estudio económico se van a estudiar las ganancias de la implantación de una nueva línea de producción de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste en la planta de procesado de galletas sin gluten situada en el municipio de Dueñas. Este estudio se encuentra detallado en el 'Anejo 4. Estudio económico'.

8.1. Introducción

Para calcular las ganancias del proyecto lo primero es estimar los costes anuales que genera la fabricación de la nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. Existen dos tipos de costes:

- Costes fijos: son aquellos gastos que permanecen invariables, aunque los niveles de actividad y de producción de la empresa varíen. Estos costes son: la amortización de la maquinaria, los intereses de la maquinaria, un seguro para la empresa, el alojamiento de la maquinaria, los seguros e impuestos de la maquinaria y la mano de obra.
- Costes variables: son aquellos gastos que cambian en función del nivel de actividad y producción de bienes y servicios de la empresa. Los costes variables que se van a tener en cuenta en este proyecto son: el gasto de las materias primas, los materiales auxiliares, el consumo de agua, el consumo eléctrico y los costes de transporte.

Otros datos que se van a tener en cuenta para calcular los costes del proyecto son los siguientes:

Alumna: Inés MARTÍN SÁEZ
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

- Vida útil del proyecto: se define como el tiempo estimado durante el cual la inversión genera rendimientos. Es decir, el tiempo durante el cual un activo puede generar una renta. La vida útil del proyecto debe de ser lo suficientemente elevada para que la inversión sea rentable. Por lo que se estimará una vida útil de 25 años.
- Producción: la producción anual es de 1.530.000 kg de producto final.
- Tipo de interés: en el caso de este proyecto el tipo de interés es del 5,0%.

Finalmente se calcularán también los ingresos anuales y se evaluará la ganancia que produce el nuevo producto de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste.

8.2. Costes del proyecto

8.2.1. Costes fijos del proyecto

Los costes fijos que suponen la implantación de la nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste son:

- Costes de amortización de la maquinaria: 21.280,87 €/año.
- Costes de los intereses de la maquinaria: 9.753,73 €/año.
- Costes del seguro de la empresa: 6.000 €/año.
- Costes de alojamiento de la maquinaria: 17.734,06 €/año.
- Costes de seguros e impuestos de la maquinaria: 3.546,81 €/año.
- Costes de mano de obra: 161.196,00 €/año.

Los costes fijos totales anuales son la suma de todos los costes citados anteriormente, esta cifra asciende a 219.511,47 €/año (Tabla 7).

Tabla 7. Cálculo de los costes fijos totales anuales.

COSTES FIJOS ANUALES	€/año
Amortización maquinaria	21.280,87
Intereses maquinaria	9.753,73
Seguro empresa	6.000,00
Alojamiento maquinaria	17.734,06
Seguros e impuestos maquinaria	3.546,81
Mano de obra	161.196,00
TOTAL	219.511,47

8.2.2. Costes variables del proyecto

Los costes variables que se generan por la implantación de la nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste son:

- Costes por materias primas: 6.639.672,35 €/año.
- Costes por materiales auxiliares: 1.803.574,93 €/año.
- Costes por el consumo de agua: 2.561,13 €/año.
- Costes por el consumo eléctrico: 16.677,28 €/año.
- Costes de transporte: 92.000 €/año.

Los costes variables totales anuales son la suma de los costes dictados anteriormente, esta cifra asciende a 8.554.485,69 €/año (Tabla 8).

Tabla 8. Cálculo de los costes variables totales anuales.

COSTES VARIABLES ANUALES	€/año
Materias primas	6.639.672,35
Materiales auxiliares	1.803.574,93
Consumo de agua	2.561,13
Consumo eléctrico	16.677,28
Costes de transporte	92.000,00
TOTAL	8.554.485,69

Durante estos cuatro primeros años los costes variables totales habrán de ser menores, ya que se realiza un desembolso menor en materias primas y materiales auxiliares. Se ha considerado un porcentaje de gasto variable para los cuatro primeros años del 75%, 80%, 90% y 90% respectivamente.

A partir del año 5 y hasta el 20, la industria funcionará a pleno rendimiento, y del año 20 al 25 se estima que los gastos ordinarios totales se reduzcan debido a que la línea productiva estará en periodo de obsolescencia, considerándose un porcentaje del 90%, 90%, 80%, 80% y 75% respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9. Costes variables anuales totales por año.

AÑO	RENDIMIENTO (%)	COSTES VARIABLES ANUALES (€)
1	75,00%	6.415.864,27
2	80,00%	6.843.588,55
3-4	90,00%	7.699.037,12
5-20	100,00%	8.554.485,69
21-22	90,00%	7.699.037,12
23-24	80,00%	6.843.588,55
25	75,00%	6.415.864,27

8.2.3. Costes totales anuales

Los costes totales anuales del proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste varían en función del año, ya que los costes totales se componen de la suma de los costes fijos y los costes variables (Tabla 10).

Tabla 10. Cálculo de los costes totales anuales para cada año de vida útil del proyecto.

AÑO	COSTES FIJOS (€/año)	COSTES VARIABLES (€/año)	COSTES TOTALES (€/año)
1	219.511,47	6.415.864,27	6.635.375,74
2	219.511,47	6.843.588,55	7.063.100,02
3-4	219.511,47	7.699.037,12	7.918.548,59
5-20	219.511,47	8.554.485,69	8.773.997,16
21-22	219.511,47	7.699.037,12	7.918.548,59
23-24	219.511,47	6.843.588,55	7.063.100,02
25	219.511,47	6.415.864,27	6.635.375,74

8.3. Ingresos del proyecto

Los ingresos que se reciben anualmente son los provenientes de la venta del producto terminado. Los ingresos anuales que se estiman recibir por las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste alcanzan 9.730.800,00 €/año (Tabla 11).

Tabla 11. Cálculo de los ingresos variables anuales.

PRODUCTO	KG PRODUCTO TERMINADO / DÍA	KG PRODUCTO TERMINADO / AÑO	PRECIO PRODUCCIÓN 1 KG DE PRODUCTO TERMINADO (€)	PRECIO VENTA 1 KG DE PRODUCTO TERMINADO (€)	INGRESOS (€/año)
Galletas enriquecidas con harina integral de alpiste	15.000,00	1.530.000,00	4,24	6,36	9.730.800,00

Estos ingresos son variables, ya que no todos los años se van a poder alcanzar los objetivos de ventas. Se estima que para los cuatro primeros años el porcentaje de ingreso variable del 75%, 80%, 90% y 90% respectivamente.

A partir del año 5 y hasta el 20, la industria funcionará a pleno rendimiento, y del año 20 al 25 se estima que los cobros ordinarios totales se reduzcan debido a que la línea

productiva estará en periodo de obsolescencia, considerándose un porcentaje del 90%, 90%, 80%, 80% y 75% respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12. Cálculo de los ingresos totales anuales para cada año de vida útil del proyecto.

AÑO	RENDIMIENTO (%)	INGRESOS VARIABLES ANUALES (€)
1	75,00	7.298.100,00
2	80,00	7.784.640,00
3-4	90,00	8.757.720,00
5-20	100,00	9.730.800,00
21-22	90,00	8.757.720,00
23-24	80,00	7.784.640,00
25	75,00	7.298.100,00

8.4. Ganancias del proyecto

La ganancia es la diferencia entre ingresos y costes. La ganancia es positiva cuando los ingresos son mayores que los costes y entonces el proyecto importa beneficios al promotor del proyecto.

En la Tabla 13 se recogen las ganancias para cada uno de los años de vida útil del proyecto.

Tabla 13. Cálculo de la ganancia de cada uno de los años de vida útil del proyecto.

AÑO	COSTES TOTALES (€/año)	INGRESOS TOTALES (€/año)	GANANCIA (€/año)
1	6.635.375,74	7.298.100,00	662.724,26
2	7.063.100,02	7.784.640,00	721.539,98
3-4	7.918.548,59	8.757.720,00	839.171,41
5-20	8.773.997,16	9.730.800,00	956.802,84
21-22	7.918.548,59	8.757.720,00	839.171,41
23-24	7.063.100,02	7.784.640,00	721.539,98
25	6.635.375,74	7.298.100,00	662.724,26

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo del presente proyecto era el desarrollo de una fórmula de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente y la implantación de dicho producto en una nueva línea de producción de una industria de galletas sin gluten.

Para poder llegar a la formulación final de dicho producto se llevaron a cabo 4 estudios sobre la composición de las galletas sin gluten, dichos estudios son los siguientes:

- La harina con la que enriquecer nutricionalmente las galletas sin gluten.
- El endulzante con el que se edulcoraron las galletas sin gluten.
- La fuente de líquido de la masa de galletas sin gluten.
- La dosis de harina que enriqueció nutricionalmente a las galletas sin gluten.

Los resultados de dichos estudios fueron los siguientes:

- La harina elegida para mejorar nutricionalmente las galletas sin gluten será la harina integral de alpiste.
- Esta harina se mezclará con la harina de arroz en un porcentaje de 50% harina integral de alpiste y 50% harina de arroz.
- El endulzante con el que fabricar las galletas sin gluten es la panela.
- La fuente de líquido de la masa de galletas sin gluten será el agua.

Esto permitió el desarrollo de la receta de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste (Tabla 1).

Una vez se desarrolló la receta final se estudió la implantación de una nueva línea de producción de dichas galletas sin gluten en una planta de procesado de galletas sin gluten que se encuentra en el municipio de Dueñas (Palencia). Esta línea de producción, cuyo proceso se encuentra resumido en la Figura 1, se va a desarrollar 2 días a la semana, es decir, 102 días al año, produciendo cada día 15.000 kg de producto final.

Para finalizar se realizó un estudio económico con el que poder calcular las ganancias que la implantación de la nueva línea de producción iba a generar a la industria que elabora galletas sin gluten. Y como se aprecia en la Tabla 13 todos los años se van a conseguir beneficios ya que los ingresos anuales son superiores a los cobros anuales en los 25 años de vida útil del proyecto.

Anejo 1: Estudio de alternativas

ÍNDICE ANEJO I

1. OBJETO	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. METODOLOGÍA	3
3.1. Análisis sensorial	3
3.2. Análisis multicriterio.....	5
3.3. Análisis estadístico	6
4. ESTUDIO 1: ENDULZANTE	6
4.1. Identificación de las alternativas.....	6
4.1.1. El azúcar blanco.....	7
4.1.2. El azúcar de coco	7
4.1.3. La panela	7
4.1.4. El puré de manzana.....	8
4.2. Evaluación de las alternativas	8
5. ESTUDIO 2: FUENTE DE LÍQUIDO	17
5.1. Identificación de las alternativas.....	17
5.1.1. El agua	17
5.1.2. El huevo.....	17
5.2. Evaluación de las alternativas	17
6. ESTUDIO 3: DOSIS DE HARINA INTEGRAL DE ALPISTE	27
6.1. Identificación de las alternativas.....	27
6.1.1. 25% harina integral de alpiste – 75% harina de arroz.....	27
6.1.2. 50% harina integral de alpiste – 50% harina de arroz.....	27
6.1.3. 75% harina integral de alpiste – 25% harina de arroz.....	27
6.1.4. 100% harina integral de alpiste.....	27
6.1.5. 100% harina de arroz	28
6.2. Evaluación de las alternativas	28
7. CONCLUSIÓN	40

ANEJO 1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1. OBJETO

La finalidad de este anejo es analizar y evaluar las alternativas de los distintos componentes a partir de los cuales se va a elaborar el nuevo producto alimentario sin gluten enriquecido nutricionalmente. Con la información que se expone a continuación se tomaron las decisiones que nos permitieron elegir las opciones que más se adecuaron al gusto del consumidor y que tuvieron una mayor rentabilidad en costes y tiempo de producción.

2. INTRODUCCIÓN

Debido a la calidad nutricional de los productos sin gluten que existen actualmente en el mercado, elaborados principalmente con harina de arroz o de maíz, las industrias de galletas sin gluten buscan mejorar el valor nutricional de dichos productos.

Es por eso por lo que la industria, la cual fabrica tres tipos de galletas sin gluten, mayoritariamente con harina de arroz, decidió desarrollar un nuevo producto alimenticio sin gluten con un valor nutricional más alto.

Antes de llegar a la formulación final del producto, se realizó un estudio previo orientado a incrementar el valor nutricional del producto, en el que se analizó qué tipo de harina se iba a elegir para elaborar las galletas sin gluten. Para ello se compararon diferentes tipos de harina sin gluten con un mejor valor nutricional que la harina de arroz y la harina de maíz. Las harinas con las que se realizó la comparación de su composición nutricional son la harina de trigo sarraceno, la harina integral de alpiste y la harina de quinoa (Tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional de las harinas objeto de estudio.

	Harina de trigo sarraceno	Harina integral de alpiste	Harina de quinoa
Valor energético (kcal)	350,00	363,00	355,00
Valor energético (KJ)	1482,00	1532,00	1504,00
Hidratos de carbono (g)	65,90	58,20	72,00
de los cuales azúcares (g)	1,20	<1,00	0,50
Grasas/Lípidos (g)	3,20	6,55	2,90
de las cuales saturadas(g)	0,60	0,97	0,90
Proteínas(g)	12,90	15,21	12,00
Fibra dietética (g)	3,00	5,26	2,70
Sal (g)	<0,01	<0,01	0,01

El valor energético de las tres harinas es similar, sin embargo, la composición de hidratos de carbono, proteínas, grasas y fibra varía entre ellas, siendo la harina integral de alpiste la que posee un contenido en hidratos de carbono más bajo 58,2%, y la harina de quinoa la que tiene el contenido de hidratos de carbono lo más elevado 72%, encontrándose en el medio la harina de trigo sarraceno 65,9%. En cuanto a la composición de proteínas la harina integral de alpiste es la que contiene una mayor cantidad de proteínas con un 15,21%, seguida de la harina de trigo sarraceno con un 12,9% y la harina de quinoa con un 12,0%. Y aunque el contenido de grasas de la harina integral de alpiste sea más elevado, el contenido de grasas saturadas es similar entre las tres harinas. Para finalizar, el contenido en fibra dietética es superior en la harina integral de alpiste con un 5,26%, seguida de la harina de trigo sarraceno con un 3,0% y de la harina de quinoa con un 2,7%.

También se comparó con la harina de alpiste refinada, que fue descartada en beneficio de la integral por su menor contenido en fibra y porque, en las pruebas preliminares, se comprobó que conducía a productos más insípidos y menos apetecibles.

Es por su elevado contenido en proteínas y en fibra, componentes que se encuentran habitualmente en menor proporción en los productos horneados sin gluten, debido al empleo generalizado de almidones y harinas refinadas en la formulación de los productos, por lo que se decidió que la harina integral de alpiste es la que va a enriquecer la fórmula de galletas sin gluten.

Una vez se decidió la harina con la que enriquecer la nueva línea de producción de galletas sin gluten, se estudiaron diversos factores de la fórmula como el endulzante, la fuente de líquido y la dosis de harina integral de alpiste que iba a componer el nuevo producto alimenticio.

El primer factor estudiado fue el endulzante. El azúcar además de aportar ese sabor dulce a las galletas también tiene una función estructural que va a participar en la textura de la masa. Además de proporcionar el característico color amarronado y olor a tostado de las galletas, que se produce durante el horneado en un proceso llamado Reacción de Maillard. Las distintas alternativas que se estudiaron fueron el azúcar blanco, el azúcar de coco, la panela y el puré de manzana. Para analizar las distintas opciones se elaboraron a pequeña escala galletas con cada una de las alternativas. Posteriormente se realizó una cata a ciegas con aproximadamente 20 personas, en la cuál el panel consumidor analizó sensorialmente cada una de las galletas realizadas con las distintas alternativas. En esta cata se asignaba, a parámetros como la apariencia, el olor, el sabor, la textura y la aceptación, puntuaciones del 1,0 al 9,0 siendo 1,0 me disgusta mucho y 9,0 me gusta muchísimo. Finalmente, esas puntuaciones se sumaron y se realizó con ellas un análisis multicriterio y un análisis estadístico. El análisis multicriterio se realiza debido a que cada parámetro analizado en las galletas no tiene la misma importancia, por ejemplo, el sabor de la galleta va a tener más influencia que la apariencia de esta. Y el análisis estadístico se realizó en último lugar, como apoyo para ver si existen diferencias significativas o no entre unas galletas u otras.

El segundo estudio realizado fue la fuente de líquido con la que elaborar las galletas sin gluten. Este factor va a aportar cohesión y estructura a la masa, influyendo en la

textura final de la galleta, por lo que es muy importante determinar cuál es la fuente de líquido idónea para agradar al consumidor con la textura del producto final. Las alternativas estudiadas son el agua y el huevo. Igual que con el endulzante para analizar la fuente de líquido se elaboraron galletas con cada una de las alternativas y posteriormente realizado una nueva cata a ciegas, también de aproximadamente 20 personas, en la cual se analizaron sensorialmente los mismos parámetros que en la cata del endulzante (apariencia, olor, sabor, textura y aceptación global), y se asignaron puntuaciones del 1,0 al 9,0 siendo el 1,0 'me disgusta mucho' y el 9,0 'me gusta muchísimo'. Ya que cada atributo analizado en el análisis sensorial posee una importancia diferente, se realizó un análisis multicriterio con los resultados que se obtuvieron en la cata. Y como ayuda a la hora de tomar la decisión de que fuente de líquido elegir, se realizó un análisis estadístico que permitió evaluar si existían diferencias significativas entre las galletas.

El último parámetro que se estudió de la formulación de las galletas sin gluten fue la dosis de harina integral de alpiste que va a sustituir a la harina de arroz en la fórmula de las galletas sin gluten. Como en los dos otros factores estudiados, se elaboraron galletas sin gluten con un 100% harina de arroz, 25% harina de arroz y 75% harina integral de alpiste, 50% harina de arroz y 50% harina integral de alpiste y 100% harina integral de alpiste. Se realizó una nueva cata a ciegas, de aproximadamente 25 personas, en la cual como en las dos catas anteriores se evaluaron los parámetros de apariencia, olor, sabor, textura y aceptación global, asignándoles una puntuación comprendida entre 'me disgusta mucho' y 'me gusta muchísimo', la cual se asignaba notando entre el 1,0 y el 9,0. A partir de los resultados finales de esta cata se realizó un análisis multicriterio para elegir que alternativa era la adecuada para formar parte de la formulación de la galleta sin gluten enriquecida nutricionalmente, ya que los parámetros analizados no tienen la misma importancia. Finalmente, un análisis estadístico permitió concluir si existían diferencias significativas o no entre las distintas galletas.

3. METODOLOGÍA

La evaluación de cada uno de los factores estudiados para la formulación de las galletas sin gluten se realizó siguiendo cada uno de los siguientes análisis:

3.1. Análisis sensorial

Un análisis sensorial es una manera de someter a examen con los sentidos humanos, las propiedades organolépticas de un producto alimenticio. En este caso el análisis sensorial consistió en realizar unas catas a ciegas, para cada uno de los factores estudiados, es decir, el endulzante, la fuente de líquido y la dosis de harina integral de alpiste. En cada cata participaron entre 20 y 25 personas, las cuales tuvieron que puntuar los distintos parámetros de las galletas (apariencia, olor, sabor, textura y apariencia global) del 1,0 al 9,0, siendo el primero 'me disgusta mucho' y el último 'me gusta muchísimo'.

La metodología del análisis sensorial para cada cata fue la siguiente: a cada galleta que se elaboró con las distintas variables a analizar se le asignó un código, por ejemplo 138, garantizando así que la cata sea a ciegas y no se valore sabiendo la

variable que se está puntuando. Las hojas que los catadores tenían que rellenar (Figura 1 y Figura 2) ya llevaban los códigos de cada galleta escritos en el orden en el que se deseaba que se realizara la cata, dicho orden era aleatorio en cada una de las catas. Se le pedía a cada catador que antes de empezar se enjuagara la boca con agua para evitar tener restos de otro alimento en la boca que puedan interferir en el sabor de cada galleta. Posteriormente se les proporcionaba una galleta de la primera galleta a catar, cada catador tenía que analizar cada una de las variables (apariencia, olor, sabor, textura y aceptación global) y puntuarlas del 1,0 ‘me disgusta mucho’ al 9,0 ‘me gusta muchísimo’. Una vez terminaron de probar y puntuar la primera galleta, se les pide que vuelvan a enjuagarse la boca con agua, ya que no queremos que las propiedades sensoriales de la segunda galleta se confundan con las de la primera. Después, se les dio una galleta de la segunda galleta de la cata a evaluar y se procedió con el mismo método que como en la primera, y así con todas las galletas que había que evaluar y puntuar en cada cata.

FICHA DE CATA

Ante usted hay cuatro muestras de galleta para que las evalúe en cuanto a los atributos establecidos.

Puntúe cada uno de los parámetros solicitados del 1 al 9 en función de la siguiente escala. (Recuerde beber agua entre muestra y muestra).



	138	555	315	723
Apariencia				
Olor				
Color				
Textura				
Sabor				
Aceptación global				

Observaciones (comente las características de cada una de las galletas que más le han llamado la atención)

Figura 1. Ficha de cata.

CUESTIONARIO

Para finalizar, por favor, conteste a las siguientes preguntas, marcando con una cruz la opción elegida.

Sexo: H M

Edad:

- De 18 a 24 años De 25 a 34 años De 35 a 44 años
 De 45 a 54 años De 55 a 64 años Más de 65 años

¿Conocía el alpiste para consumo humano antes de realizar la cata?

- Sí
 No

¿Consumo frecuentemente productos sin gluten?

- Sí
 No

¿Es usted consumidor de galletas?

- Sí
 No

¿Estaría dispuesto a pagar más dinero por un producto enriquecido nutricionalmente?

- Sí
 No

MUCHAS GRACIAS POR REALIZAR LA CATA

Figura 2. Cuestionario asociado a la ficha de cata.

Con las puntuaciones obtenidas en la cata, se calculó la nota media para cada uno de los parámetros analizados (aparición, olor, sabor, textura y aceptación global), para poder comparar entre las distintas galletas que se elaboraron, y determinar cual de ellas fue la que mejor nota obtuvo identificando de esta forma la alternativa de cada estudio (endulzante, fuente de líquido, dosis de harina integral de alpiste), que mejor acogida tuvo entre los catadores.

3.2. Análisis multicriterio

El análisis multicriterio es un instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, y tomar una decisión en la selección de la solución más conveniente. Para llegar a esta decisión se definirán una serie de criterios de puntuación para cada alternativa que requiera el proyecto, y se asignará a

cada parámetro de cada galleta una puntuación en función de la adecuación de dicha alternativa al proyecto.

Moskowitz et Krieger, 1995, otorgaron que el sabor y el olor son los atributos con mayor importancia en una galleta, seguidos de la textura y la apariencia. Es por eso por lo que en el análisis multicriterio se les va a dar una mayor importancia a los parámetros sabor y olor, es decir, la puntuación de estos parámetros se va a multiplicar por unos factores de 0,9 y 0,8, y menos a los parámetros textura y apariencia, los cuales se van a multiplicar por factores de 0,7 y 0,6. Las puntuaciones de cada parámetro asignadas a cada alternativa se obtuvieron de los resultados del análisis sensorial, es decir, se utilizó la nota promedio de cada parámetro para cada alternativa y se multiplicó por el valor del factor de cada parámetro.

En este análisis multicriterio también se van a evaluar parámetros como el coste y el valor nutricional, los cuales van a multiplicar por factores más bajos como son el 0,5 y el 0,4 respectivamente. El parámetro de costes es menos importante que los atributos sensoriales y la ponderación del parámetro valor nutricional de las alternativas estudiadas es menor debido a la menor importancia de los ingredientes estudiados en la fórmula cualitativa del producto, con respecto a la harina empleada. Las puntuaciones que se van a asignar a estos parámetros que no están incluidos en el análisis sensorial, es decir, coste y valor nutricional, van desde 1,0 a 9,0 siendo el 1,0 'muy alto' y el 9,0 'muy bajo' para el primer parámetro y 'poco saludable' y 'muy saludable' para el segundo parámetro. Para finalizar el análisis multicriterio, se ponderaron las puntuaciones de cada alternativa multiplicando los valores de cada alternativa por el valor del factor de cada criterio, posteriormente se realizó la suma de todos los parámetros para cada alternativa y la que tenga una puntuación más alta será la que se elegirá para el proyecto, ya que será la más adecuada.

3.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico utilizado para terminar de analizar los resultados obtenidos después de los análisis sensoriales, y determinar si existen o no diferencias significativas entre las distintas galletas elaboradas con diferentes endulzantes, es un análisis estadístico ANOVA. La técnica de análisis de varianza (ANOVA) también conocida como análisis factorial, constituye la herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Nosotros vamos a aplicar esta técnica con un grado de confianza del 95%.

4. ESTUDIO 1: ENDULZANTE

El primer estudio que se realizó para implementar la fórmula del nuevo producto alimentario sin gluten enriquecido nutricionalmente es el endulzante. El endulzante tiene una gran importancia, ya que además del sabor dulce, es un componente estructural clave, es decir, influye en la textura final de la galleta.

En este estudio se hicieron pruebas con cuatro endulzantes que aportan tanto sabores diferentes como texturas distintas ya que algunos se encuentran de forma granulada y otros de forma líquida.

Las alternativas de endulzantes que se estudiaron son el azúcar blanco, el azúcar de coco, la panela y el puré de manzana.

4.1. Identificación de las alternativas

4.1.1. El azúcar blanco

El azúcar blanco, actualmente el endulzante más utilizado en la industria agroalimentaria, se compone de un 99,9% de sacarosa, un disacárido formado por una molécula de glucosa y otra de fructosa. Este azúcar procede de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, las cuales pasaron por procesos químicos y físicos para transformarse en el azúcar blanco.

Actualmente este tipo de azúcar ha conseguido generar un rechazo por parte del consumidor, ya que se dice que es un producto que solo aporta calorías vacías al no tener ningún valor nutricional, debido a que durante los procesos químicos y físicos pierde sus componentes como la fibra, las vitaminas, los minerales y los oligoelementos. Además de que numerosos estudios atribuyen al consumo de sacarosa, es decir al consumo de azúcar blanco, un aumento en la posibilidad de padecer enfermedades como la obesidad y la diabetes.

El valor nutricional del azúcar blanco por cada 100 gramos de producto es el siguiente: 339 kilocalorías, 99,9 gramos de hidratos de carbono, 0 gramos de grasas, 0 gramos de proteínas y 0 gramos de fibra.

4.1.2. El azúcar de coco

El azúcar de coco se obtiene secando la savia que sale de la flor del coco. El azúcar de coco es rico en vitaminas y minerales, zinc, potasio y hierro, además, es tolerado por diabéticos, ya que su índice glucémico es bajo. El valor nutricional del azúcar de coco por cada 100 g de producto es el siguiente: 392 kilocalorías, 1,9 gramos de grasas, de los cuales 1,5 gramos son ácidos grasos saturados. 91,9 gramos de hidratos de carbono de los cuales azúcares son 88,3 gramos. 1,9 gramos de proteínas y 0,5 gramos de sal de los cuales 0,2 gramos son de sodio (Santiveri, s.f. SANTIVERI Bio azúcar de coco ecológico).

4.1.3. La panela

La panela es un edulcorante natural, es azúcar no refinado y no centrifugado. Contiene minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio, sodio, potasio, cobre y zinc. Este endulzante tiene una mejor imagen y aceptación entre el consumidor debido a la presencia de ciertas sustancias nutritivas que poseen un valor funcional. El valor nutricional de la panela por 100 gramos de producto es el siguiente: 390 kilocalorías, 1,1 gramos de proteínas, 96 gramos de hidratos de carbono, 0,24 gramos de fibra dietética, 0,12 gramos de grasas.

4.1.4. El puré de manzana

El puré de manzana empleado es el puré de manzana rico en vitamina C de Mercadona. El valor nutricional por cada 100 gramos de producto es el siguiente: 72 kilocalorías, 0 g de grasas, 17 g de hidratos de carbono de los cuales 13 gramos son azúcares, 0,7 gramos de fibra alimentaria, 0,3 gramos de proteínas y 0,01 gramos de sal. El contenido en vitamina C por 100 gramos de producto representa el 100% sobre el valor de referencia.

4.2. Evaluación de las alternativas

Para poder evaluar cuál de estas cuatro alternativas es la más adecuada para la fórmula de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste, se realizaron galletas estándar con cada uno de los endulzantes.

La evaluación del primer estudio, el endulzante, se realizó inicialmente con una fórmula estándar compuesta por: harina integral de alpiste (27,9%), harina de arroz (27,9%), mantequilla (25,1%), agua (1,7%), bicarbonato sódico (0,09%), extracto de vainilla (0,28%), sal (0,28%) y en cada caso, el endulzante objeto de estudio (16,7%).

Posteriormente, con estas galletas se realizó un análisis sensorial de tipo cata, en el cual participaron 25 personas. El procedimiento seguido para la realización de la cata a ciegas fue el explicado en el apartado 3.1. Análisis sensorial.

Las puntuaciones medias que obtuvimos de los distintos parámetros estudiados en la cata realizada para estudiar los distintos tipos de endulzante se encuentran recogidas en la Tabla 2 y la Figura 3.

Tabla 2. Resultados finales del análisis sensorial de galletas elaboradas para la valoración del estudio 1 (tipo de endulzante).

CATA DE ENDULZANTES	Apariencia	Olor	Textura	Sabor	Aceptación global
138: azúcar blanco	5,8	5,8	6,0	5,9	5,8
315: azúcar de coco	6,5	6,1	7,1	6,6	6,7
555: puré de manzana	6,2	6,8	5,5	4,2	4,8
723: panela	6,2	7,1	7,1	7,6	7,2

Como se aprecia tanto en la Tabla 2 como en la Figura 3, la galleta que mejor aceptación global obtuvo fue aquella que se elaboró con panela, además es la que mejor puntuación recibió en los parámetros sabor y olor. La galleta elaborada con panela también obtuvo la mejor puntuación en el atributo textura, empatando con la galleta hecha con azúcar de coco, la cual es la que obtuvo la mejor puntuación en el parámetro apariencia, y la que sigue en el resto de los parámetros, excepto el olor, a la galleta de panela.

En cuanto a la galleta elaborada con puré de manzana se aprecia que, aunque en el parámetro olor fue una de las galletas que más gustó al consumidor, en el parámetro textura y sabor fue la que peor puntuación obtuvo, y por consiguiente también fue la peor valorada en el parámetro aceptación global.

Las galletas hechas con azúcar blanco obtuvieron puntuaciones bajas con respecto a las galletas elaboradas con panela y azúcar de coco, sobre todo en el parámetro apariencia y olor, ya que fueron las que menos gustaron a los catadores en esos atributos.

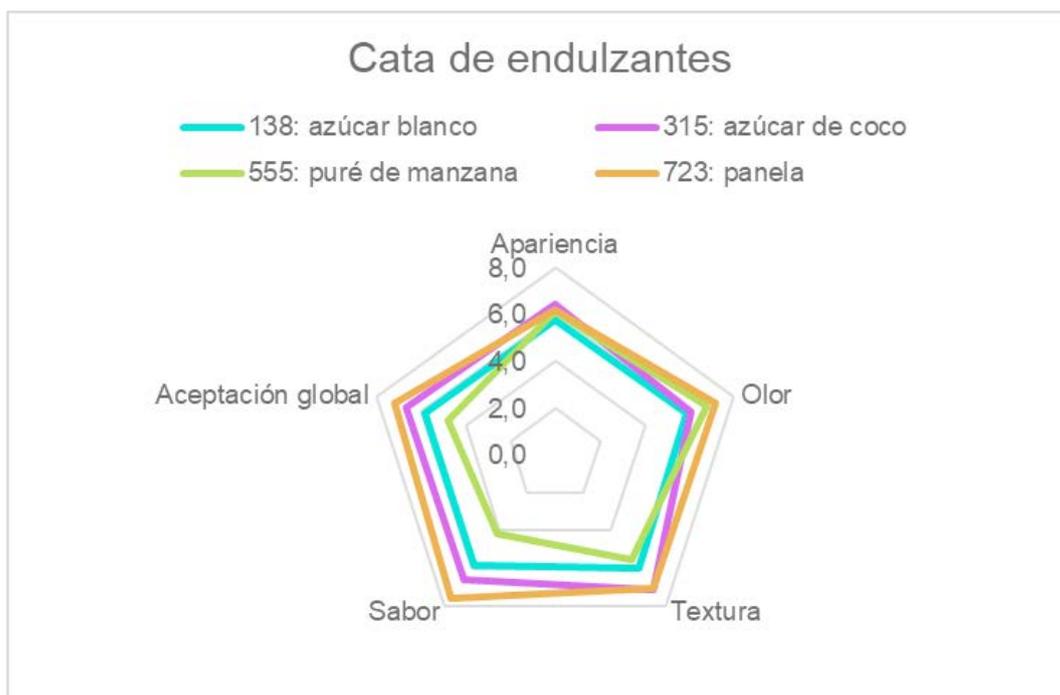


Figura 3. Perfil sensorial de las galletas elaboradas para evaluar el estudio 1 (tipo de endulzante).

Una vez obtenidos los resultados del análisis sensorial, se realizó un análisis multicriterio. Para ello cada uno de los parámetros se multiplicó por un valor entre 0 y 1 en función de su importancia.

Como ya se dijo en el apartado 3.2. Análisis multicriterio, algunos autores otorgan más importancia a los parámetros sabor y olor de una galleta y menos a los parámetros textura y apariencia. Es por eso por lo que los primeros van a multiplicarse por un factor de 0,9 y 0,8 en ese orden, y los últimos por un factor de 0,7 y 0,6 respectivamente. A mayores se van a estudiar parámetros como el precio y el valor nutricional de las distintas alternativas, que se van a multiplicar respectivamente por factores de 0,5 y 0,4.

A continuación, se van a exponer los resultados del análisis multicriterio para cada alternativa:

En la alternativa de azúcar blanco como endulzante para las galletas, las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia fueron obtenidos del análisis sensorial. En cuanto a los parámetros coste y valor nutricional fueron asignados en una escala del 1,0 al 9,0 siendo el 1,0 'muy alto' y el 0,9 'muy bajo' para el parámetro coste y 1,0 'poco saludable' y el 0,9 'muy saludable' para el atributo valor nutricional. El precio del azúcar blanco es de 0,78€/kg, es el endulzante más barato por lo que se le asignó una puntuación de 9,0. Sin embargo es el endulzante con peor valor nutricional, por lo que la puntuación de ese parámetro es de tan solo 2,0 puntos (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa azúcar blanco.

Azúcar blanco			
Atributo	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	5,9	5,3
Olor	0,8	5,8	4,7
Textura	0,7	6,0	4,2
Apariencia	0,6	5,8	3,5
Precio	0,5	9,0	4,5
Valor nutricional	0,4	2,0	0,8



Figura 4. Galleta final estándar elaborada con azúcar blanco.

Las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia de la alternativa azúcar de coco como endulzante fueron obtenidos del análisis sensorial. Las puntuaciones de los parámetros coste y valor nutricional fueron asignados en una escala del 1,0 al 9,0 como ya se explicó anteriormente. El precio del azúcar de coco es de 13,16€/kg, es el endulzante más caro por lo que se le asignó una puntuación de 1,0. Sin embargo este endulzante tiene un buen valor nutricional, por lo que se le asignó a este parámetro una puntuación de 8,0 puntos (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa azúcar de coco.

Azúcar de coco			
Atributo	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,6	5,9
Olor	0,8	6,1	4,8
Textura	0,7	7,1	5,0
Apariencia	0,6	6,5	3,9
Precio	0,5	1,0	0,5
Valor nutricional	0,4	8,0	3,2



Figura 5. Galleta final estándar elaborada con azúcar de coco.

La alternativa de puré de manzana como endulzante para las galletas, obtuvo del análisis sensorial las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia, igual que las galletas anteriores. En cuanto a los parámetros coste y valor nutricional se les asignó una puntuación comprendida entre el 1,0 al 9,0 siendo el 1,0 'muy alto' y el 0,9 'muy bajo' para el parámetro coste y para el atributo valor nutricional 1,0 'poco saludable' y el 0,9 'muy saludable'. El kilogramo de puré de manzana utilizado cuesta 3,62€, el segundo endulzante más barato, por lo que se le asignó una puntuación de 7,0. Además, es un endulzante con un buen valor nutricional, por lo que la puntuación de ese parámetro es de 7,0 puntos (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa puré de manzana.

Puré de manzana			
Atributo	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	4,2	3,7
Olor	0,8	6,8	5,4
Textura	0,7	5,5	3,9
Apariencia	0,6	6,2	3,7
Precio	0,5	7,0	3,5
Valor nutricional	0,4	7,0	2,8



Figura 6. Galleta final estándar elaborada con puré de manzana.

Las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia de la alternativa panela como endulzante fueron obtenidas de los resultados del análisis sensorial.

Las puntuaciones de los parámetros precio y valor nutricional fueron asignados en una escala del 1,0 al 9,0 como ya se explicó en los apartados anteriores. El precio de la panela es de 5,14€/kg, es el segundo endulzante más caro, pero que aun así se acerca al precio de los más baratos por lo que su puntuación es de 5,0. El valor nutricional de este endulzantes es mejor que el del azúcar blanco, ya que tiene ciertas sustancias nutritivas que poseen un valor funcional, asique se le asignó una puntuación de 5,0 (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa panela.

Panela			
Atributo	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	7,6	6,8
Olor	0,8	7,1	5,7
Textura	0,7	7,1	4,9
Apariencia	0,6	6,2	3,7
Precio	0,5	5,0	2,5
Valor nutricional	0,4	5,0	2,0



Figura 7. Galleta final estándar elaborada con panela.

El total de los resultados obtenidos de este análisis multicriterio se encuentran en las Tablas 7 y 8 y la Figura 8. En el análisis multicriterio se ponderaron las puntuaciones de cada alternativa multiplicando los valores de cada alternativa por el valor del factor de cada criterio, posteriormente se realizó la suma de todos los parámetros para cada alternativa.

Como se puede apreciar la alternativa que menos puntuación obtuvo es el azúcar blanco, ya que, aunque en cuanto a las puntuaciones del análisis sensorial está muy pareja con la alternativa del puré de manzana, el valor nutricional hace que su puntuación descienda. La segunda alternativa con menos puntuación es la de puré de manzana, sobre todo porque no obtuvo muy buenas puntuaciones en el análisis sensorial, y a pesar de que el valor nutricional y el precio tengan buenas puntuaciones, son criterios con menor peso ponderado. La galleta elaborada con azúcar de coco obtuvo buenas puntuaciones en la cata, aunque no tan buenas como la elaborada con panela, y además el mayor inconveniente de esta alternativa es el precio, a pesar de que su valor nutricional es bueno. Para finalizar, la alternativa que obtuvo una mayor puntuación es la panela, debido a que las puntuaciones en el análisis sensorial son muy altas y a que los criterios del precio y valor nutricional tienen unas puntuaciones intermedias, es por eso la que elegimos para endulzar las galletas sin gluten con harina integral de alpiste.

Tabla 7. Puntuaciones del análisis multicriterio del estudio del endulzante.

Criterios	Valor del factor del criterio	Valoración Alternativa 1. Azúcar blanco	Valoración Alternativa 2. Azúcar de coco	Valoración Alternativa 3. Puré de manzana	Valoración Alternativa 4. Panela
Sabor	0,9	5,9	6,6	4,2	7,6
Olor	0,8	5,8	6,1	6,8	7,1
Textura	0,7	6,0	7,1	5,5	7,1
Apariencia	0,6	5,8	6,5	6,2	6,2
Precio	0,5	9,0	1,0	7,0	5,0
Valor nutricional	0,4	2,0	8,0	7,0	5,0

Tabla 8. Resultados del análisis multicriterio del estudio del endulzante.

Criterios	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 1. Azúcar blanco	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 2. Azúcar de coco	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 3. Puré de manzana	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 4. Panela
Sabor	5,3	5,9	3,7	6,8
Olor	4,7	4,8	5,4	5,7
Textura	4,2	5,0	3,9	4,9
Apariencia	3,5	3,9	3,7	3,7
Precio	4,5	0,5	3,5	2,5
Valor nutricional	0,8	3,2	2,8	2,0
TOTAL	22,9	23,3	23,0	25,7

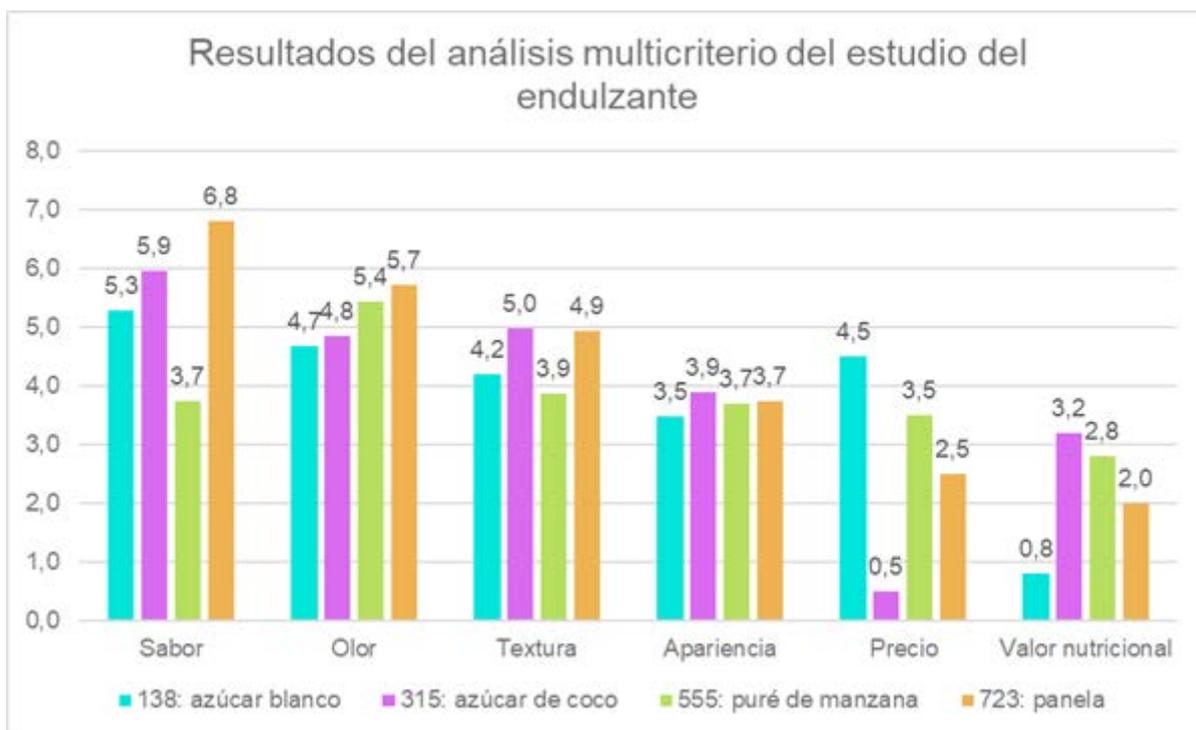


Figura 8. Resultados del análisis multicriterio del estudio 1 (el endulzante).

Para finalizar el estudio del endulzante, se realizó un análisis ANOVA para cada uno de los atributos (sabor, olor, textura y apariencia) de las galletas realizadas con las distintas alternativas (azúcar blanco, azúcar de coco, puré de manzana y panela). Este análisis permitirá esclarecer si existen diferencias significativas entre las distintas galletas y nos ayudará a elegir que alternativa es la más apropiada.

En cuanto a los resultados del análisis estadístico para el sabor de la cata de endulzantes también se aprecian diferencias significativas. La galleta endulzada con puré de manzana sigue siendo la que peor valoración tiene, siendo estas diferencias significativas con respecto del resto de galletas. De la misma manera que para la aceptación global se aprecia una diferencia significativa entre las galletas endulzadas con azúcar blanco y panela, habiendo obtenido la de panela la mejor puntuación. Pero ninguna de las anteriores presenta diferencias significativas con respecto a la galleta endulzada con azúcar de coco (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados análisis ANOVA de la cata de endulzante – Atributo sabor.

Endulzante - Sabor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
138: azúcar blanco	5,9	±1,6	b
315: azúcar de coco	6,6	±1,8	bc
555: puré de manzana	4,2	±1,6	a
723: panela	7,6	±0,9	c
Valor P = 0,0000 < 0,05 → Sí existen diferencias significativas			

El análisis estadístico del parámetro olor no resultó significativo entre las muestras estudiadas, previsiblemente debido a la escasa diferencia apreciada en este parámetro respecto a las muestras estudiadas, así como a la importante variabilidad obtenida en las valoraciones realizadas por los catadores (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados análisis ANOVA de la cata de endulzante – Atributo olor.

Endulzante - Olor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
138: azúcar blanco	5,8	±1,8	a
315: azúcar de coco	6,1	±1,9	ab
555: puré de manzana	6,8	±1,7	ab
723: panela	7,1	±1,3	b
Valor P = 0,0674 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

En la textura de las galletas se aprecian algunas diferencias significativas ya que P es inferior a 0,05. La galleta endulzada con puré de manzana presenta diferencias significativas con las galletas elaboradas con azúcar de coco y panela, siendo estas dos últimas las que obtuvieron una mejor valoración. La galleta realizada con azúcar blanco no presenta diferencias significativas con ninguna de las otras tres galletas. Como tampoco presentan diferencias las galletas endulzadas con azúcar de coco y panela (Tabla 11).

Tabla 11. Resultados análisis ANOVA de la cata de endulzante – Atributo textura.

Endulzante - Textura			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
138: azúcar blanco	6,0	±1,5	ab
315: azúcar de coco	7,1	±1,7	b
555: puré de manzana	5,5	±2,5	a
723: panela	7,1	±1,5	b
Valor P = 0,0215 < 0,05 → Sí existen diferencias significativas			

El factor apariencia es el que más igualado está entre las cuatro galletas, no existiendo diferencias significativas entre ninguna de ellas. (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados análisis ANOVA de la cata de endulzante – Atributo apariencia.

Endulzante - Apariencia			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
138: azúcar blanco	5,8	±1,7	a
315: azúcar de coco	6,5	±1,6	a
555: puré de manzana	6,2	±2,2	a
723: panela	6,2	±1,8	a
Valor P = 0,7140 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

Una vez analizados los resultados de los tres tipos de análisis para el estudio del endulzante se llegó a la conclusión que la panela es el endulzante que más gustó al consumidor para las galletas de harina integral de alpiste. Esto se debe a que la panela es el endulzante que mejores notas obtuvo en el análisis sensorial, teniendo la puntuación más alta en los parámetros sabor, olor y textura y la segunda más alta en el parámetro apariencia.

También es la alternativa que mejor puntuación tuvo después de haber realizado un análisis multicriterio en el cual se analizaron criterios como el sabor, el olor, la textura y la apariencia de las galletas elaboradas con cada alternativa de endulzante, y criterios como el precio de cada endulzante y su valor nutricional. La puntuación de la alternativa panela es de 25,7 puntos, seguida del azúcar de coco con 23,3.

Para finalizar, en los análisis estadísticos realizados para cada parámetro se pudo observar que existen diferencias significativas entre las galletas elaboradas con panela y puré de manzana o azúcar blanco en atributos como la textura, el olor y el sabor. Es decir, no existen diferencias significativas entre la galleta edulcorada con azúcar de coco y la elaborada con panela.

Es por eso por lo que el siguiente estudio, el de la fuente de líquido, se realizó con ambos endulzantes, una vez se realice ese estudio se decidirá qué endulzante junto a qué fuente de líquido son los más adecuados para elaborar las galletas sin gluten.

5. ESTUDIO 2: FUENTE DE LÍQUIDO

5.1. Identificación de las alternativas

5.1.1. El agua

El agua va a aportar cohesión a la masa, funcionando como aglutinante de los ingredientes, influyendo en la estructura de la masa y la textura final de las galletas. El agua es una fuente de líquido muy utilizada en la industria galletera, ya que no aporta ni sabor, ni olor, ni color a las galletas resultantes. Además, al utilizar el agua como aglutinante no se está incluyendo ningún posible alérgeno a la masa.

5.1.2. El huevo

El huevo va a funcionar como aglutinante, es decir, nos va a ayudar a combinar los ingredientes y a formar la masa. La textura final de las galletas depende de la cohesión de la masa. El huevo además de funcionar como aglutinante, va a aportar una cantidad extra de proteínas al producto final, sin embargo, también hay que tener en cuenta que al incluir el huevo a la masa se está incluyendo un alérgeno a las galletas.

5.2. Evaluación de las alternativas

Se elaboraron galletas con cada una de las alternativas para la fuente de líquido (agua o huevo) con los dos endulzantes seleccionados en la cata anterior (panela y azúcar

de coco). Para la elaboración de estas galletas, se volvió a utilizar la fórmula estándar compuesta por: harina integral de alpiste (27,9%), harina de arroz (27,9%), mantequilla (25,1%), panela o azúcar de coco (16,7%), agua o huevo (1,7%), bicarbonato sódico (0,09%), extracto de vainilla (0,28%) y sal (0,28%).

Para evaluar cuál de ellas es la que mejor acogida va a tener por parte del consumidor se realizaron varios análisis igual que en el estudio del endulzante. El primero de ellos, un análisis sensorial en el que participaron 24 personas y puntuaron los distintos atributos de las galletas (sabor, olor, textura y apariencia) de la manera que se explicó anteriormente en el epígrafe 3.1. Análisis sensorial.

Las puntuaciones medias de cada galleta obtenidas del análisis sensorial en el que se estudiaron tanto la fuente de líquido, como el endulzante, se encuentran recogidas en la Tabla 13 y la Figura 9.

Tabla 13. Resultados finales del análisis sensorial de galletas elaboradas para la valoración del estudio 2 (fuente de líquido).

CATA DE LA FUENTE DE LÍQUIDO	Apariencia	Olor	Textura	Sabor	Aceptación global
297: agua y panela	6,9	7,6	7,1	7,5	7,4
323: agua y azúcar de coco	6,7	7,0	7,2	7,2	7,0
471: huevo y azúcar de coco	7,3	6,7	6,3	6,4	6,6
625: huevo y panela	7,0	6,9	6,3	6,6	6,8

En la Tabla 13 y en la Figura 9 se recogen los resultados del análisis sensorial, se aprecian que la galleta que mejor puntuación obtuvo en los atributos sabor y olor es la galleta que se elaboró con agua y panela, seguida por la galleta elaborada con agua y azúcar de coco en ambos casos, además la galleta elaborada con agua y panela es la que mejor puntuación tiene en el parámetro aceptación global.

La galleta que mejor puntuación obtuvo en el parámetro textura es la elaborada con agua y azúcar de coco, seguida muy cerca por la galleta elaborada con agua y panela. Y la galleta elaborada con huevo y azúcar de coco tuvo la mejor puntuación en el atributo apariencia.

Sobre todo, se aprecian diferencias entre las galletas elaboradas con agua y con huevo independientemente del endulzante utilizado, ya que las que contienen huevo tienen unas puntuaciones más altas que las elaboradas con agua en el atributo apariencia, pero en el resto de los parámetros las puntuaciones de las galletas elaboradas con huevo son inferiores.

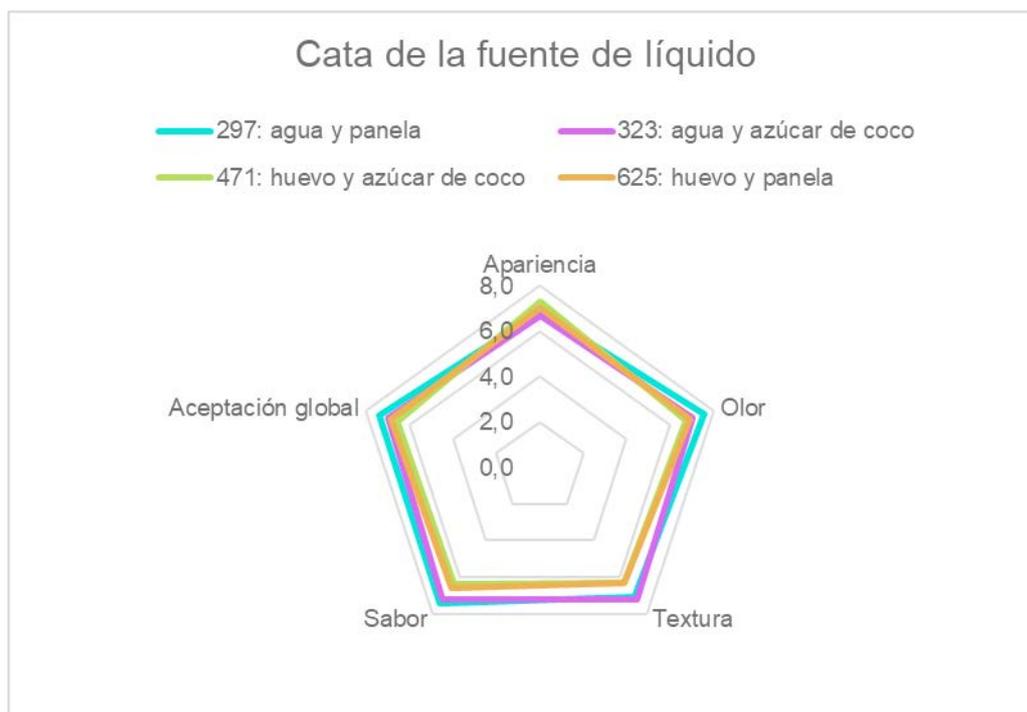


Figura 9. Perfil sensorial de las galletas elaboradas para evaluar el estudio 2 (fuente de líquido).

Al igual que en el estudio del tipo de endulzante, después de haberse analizado los resultados obtenidos en el análisis sensorial se realizó un análisis multicriterio. Para realizar este análisis, se siguieron las mismas pautas que en el estudio 1, las cuales también se encuentran descritas en el epígrafe 3.2. Análisis multicriterio.

Las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia de la galleta elaborada con agua y panela se obtuvieron de los resultados del análisis sensorial. A los parámetros coste y valor nutricional se les asignó una puntuación entre el 1,0 y el 9,0 como ya se explicó en los epígrafes anteriores. La alternativa de agua y panela tiene un coste de 0,86 €/kg de producto final, ya que la panela cuesta 5,14 €/kg y supone el 16,7% de la fórmula, y, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el agua en Castilla y León cuesta 0,083 €/kg. Es la alternativa más barata por lo que se le va a dar una puntuación de 0,9. El valor nutricional de esta alternativa es el mismo que el de la alternativa panela, ya que el agua en esas cantidades tan ínfimas no aporta valor nutricional, por lo que la puntuación de ese parámetro es de 5,0 puntos (Tabla 14).

Tabla 14. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa agua y panela.

Agua y panela			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	7,5	6,8
Olor	0,8	7,6	6,1
Textura	0,7	7,1	5,0
Apariencia	0,6	6,9	4,1
Precio	0,5	9,0	4,5
Valor nutricional	0,4	5,0	2,0



Figura 10. Textura interior de la galleta elaborada con agua, panela y un 50% de harina integral de alpiste.

En la alternativa de agua y azúcar de coco, las puntuaciones de los parámetros sabor, olor, textura y apariencia de la galleta se obtuvieron de los resultados del análisis sensorial. En cuanto a los parámetros coste y valor nutricional, las puntuaciones fueron asignadas en una escala del 1,0 al 9,0 siendo el primero ‘muy alto’ y el último ‘muy bajo’ para el primer parámetro y ‘poco saludable’ y ‘muy saludable’ para el segundo parámetro. La alternativa de agua y azúcar de coco tiene un precio de 2,20 €/kg de producto terminado, ya que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el agua en Castilla y León cuesta 0,083 €/kg, y el azúcar de coco cuesta 13,16 €/kg, este precio es muy elevado y el segundo más caro de las alternativas, por lo que la puntuación es de 3,0. El valor nutricional de esta alternativa es el mismo que el de la alternativa azúcar de coco, debido a que el agua no aporta valor nutricional en estas cantidades tan pequeñas, por lo que la puntuación de ese parámetro es de 8,0 puntos (Tabla 15).

Tabla 15. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa agua y azúcar de coco.

Agua y azúcar de coco			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	7,2	6,5
Olor	0,8	7,0	5,6
Textura	0,7	7,2	5,0
Apariencia	0,6	6,7	4,0
Precio	0,5	3,0	1,5
Valor nutricional	0,4	8,0	3,2



Figura 11. Masa durante el proceso de amasado de las galletas de azúcar de coco, agua y 50% de harina integral de alpiste.

La galleta elaborada con huevo y azúcar de coco tiene un precio de 2,26 €/kg de producto terminado, ya que el huevo líquido pasteurizado cuesta 3,67 €/kg y el azúcar de coco tiene un precio de 13,16 €/kg, al ser la alternativa más cara con diferencia, se le va a asignar una puntuación de 1,0. El valor nutricional de esta alternativa es algo superior al de la galleta elaborada con agua y azúcar de coco ya que el huevo es un aporte extra de proteínas, así que la puntuación de ese parámetro es de 9,0 puntos (Tabla 16).

Tabla 16. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa huevo y azúcar de coco.

Huevo y azúcar de coco			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,4	5,8
Olor	0,8	6,7	5,4
Textura	0,7	6,3	4,4
Apariencia	0,6	7,3	4,4
Precio	0,5	1,0	0,5
Valor nutricional	0,4	9,0	3,6



Figura 12. Galleta estándar elaborada con huevo y azúcar de coco durante el proceso de troquelado.

El precio de esta alternativa elaborada con huevo y panela es de 0,92 €/kg de producto final, ya que el precio del huevo líquido pasteurizado es de 3,67 €/kg y la panela cuesta 5,14 €/kg, es la segunda alternativa más barata, por lo que se le asignó una puntuación de 6,0. El valor nutricional de la alternativa huevo y panela es algo superior al de la alternativa agua y panela ya que el huevo aporta proteína a esta alternativa, por lo que la puntuación de ese parámetro es de 6,0 puntos (Tabla 17).

Tabla 17. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa huevo y panela.

Huevo y panela			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,6	5,9
Olor	0,8	6,9	5,5
Textura	0,7	6,3	4,4
Apariencia	0,6	7,0	4,2
Precio	0,5	6,0	3,0
Valor nutricional	0,4	6,0	2,4



Figura 13. Masa de galletas elaboradas con huevo y panela durante el proceso de laminado.

Los resultados totales del análisis multicriterio se encuentran en las Tablas 18 y 19 y en la Figura 14. En las tablas se observan los valores del factor de cada criterio, siendo 0,9 para el atributo sabor, 0,8 para el atributo olor, 0,7 para el atributo textura, 0,6 para el atributo apariencia, 0,5 para el parámetro coste y 0,4 para el parámetro valor nutricional. Al igual que en el estudio del endulzante, las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia provienen de los resultados del análisis sensorial. Y los valores de los parámetros precio y valor nutricional fueron asignados en una escala del 1,0 al 9,0 siendo el 1,0 'muy alto' y el 0,9 'muy bajo' para el parámetro coste y para el atributo valor nutricional 1,0 'poco saludable' y el 0,9 'muy saludable'. Para finalizar el análisis multicriterio se ponderaron las puntuaciones de cada alternativa multiplicando los valores de cada alternativa por el valor del factor de cada criterio, posteriormente se realizó la suma de todos los parámetros para cada alternativa.

La alternativa que menor puntuación obtuvo en este análisis fue la realizada con huevo y azúcar de coco, que, aunque en las puntuaciones del análisis sensorial no se encuentren diferencias significativas con la galleta elaborada con huevo y panela, el parámetro coste hace que su puntuación total se vea afectada. La segunda alternativa que menos puntuación obtuvo en este análisis fue la galleta elaborada con huevo y panela, que se encuentra por debajo de las galletas elaboradas con agua y azúcar de coco y agua y panela debido a que sus puntuaciones en el análisis sensorial eran inferiores. Para finalizar, la alternativa que obtuvo una mayor puntuación es la elaborada con agua y panela, ya que las puntuaciones del análisis sensorial eran las más altas, además de ser la alternativa cuyo coste es el más bajo.

Tabla 18. Puntuaciones del análisis multicriterio del estudio de la fuente de líquido.

Criterios	Valor del factor del criterio	Valoración Alternativa 1. Agua y panela	Valoración Alternativa 2. Agua y azúcar de coco	Valoración Alternativa 3. Huevo y azúcar de coco	Valoración Alternativa 4. Huevo y panela
Sabor	0,9	7,5	7,2	6,4	6,6
Olor	0,8	7,6	7,0	6,7	6,9
Textura	0,7	7,1	7,2	6,3	6,3
Apariencia	0,6	6,9	6,7	7,3	7,0
Precio	0,5	9,0	3,0	1,0	6,0
Valor nutricional	0,4	5,0	8,0	9,0	6,0

Tabla 19. Resultados del análisis multicriterio del estudio de la fuente de líquido.

Criterios	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 1. Agua y panela	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 2. Agua y azúcar de coco	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 3. Huevo y azúcar de coco	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 4. Huevo y panela
Sabor	6,8	6,5	5,8	5,9
Olor	6,1	5,6	5,4	5,5
Textura	5,0	5,0	4,4	4,4
Apariencia	4,1	4,0	4,4	4,2
Precio	4,5	1,5	0,5	3,0
Valor nutricional	2,0	3,2	3,6	2,4
TOTAL	28,4	25,8	24,0	25,5

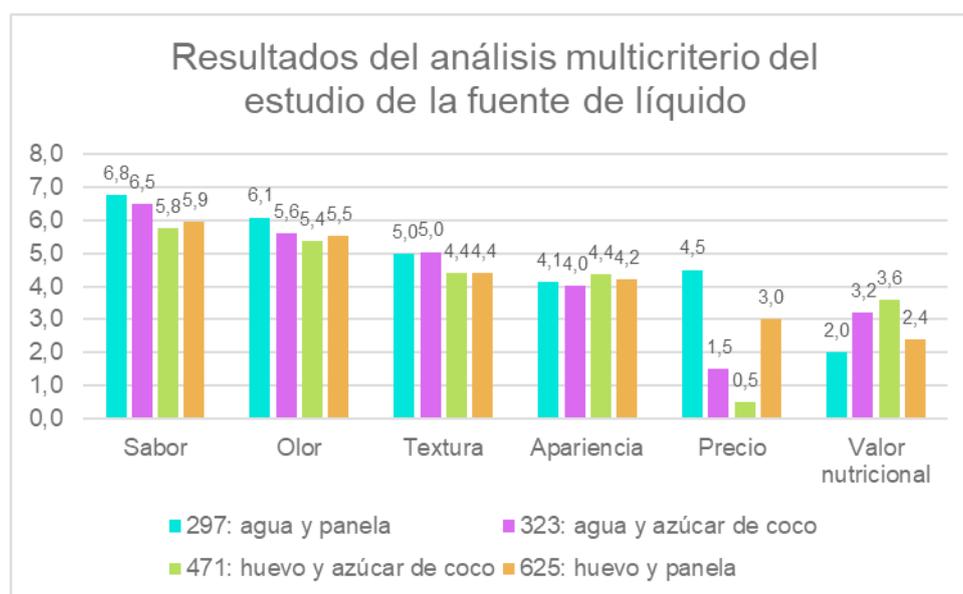


Figura 14. Resultados del análisis multicriterio del estudio 2 (fuente de líquido).

Se finalizó el estudio de la fuente de líquido con un análisis estadístico de tipo ANOVA para cada uno de los atributos de las galletas (sabor, olor, textura y apariencia) elaboradas con las distintas alternativas (agua y panela, huevo y panela, agua y azúcar de coco o huevo y azúcar de coco). Este análisis va a permitir determinar si existen diferencias significativas o no entre las galletas y así nos ayudará a elegir que

alternativa es la más adecuada para la elaboración de las galletas sin gluten con harina integral de alpiste.

En el parámetro sabor sí que existen diferencias significativas entre las galletas, ya que el parámetro P es inferior a 0,05. La galleta elaborada con huevo y azúcar de coco presenta diferencias significativas con las galletas hechas con agua y panela y agua y azúcar de coco, siendo la elaborada con huevo y azúcar de coco la que peor valoración presenta. La galleta fabricada con huevo y panela sólo presenta diferencias significativas con la galleta elaborada con agua y panela. Para finalizar, entre las galletas elaboradas con agua y panela y agua y azúcar de coco no existen diferencias significativas, a pesar de tener una mejor valoración la primera (Tabla 20).

Tabla 20. Resultados análisis ANOVA de la cata de fuente de líquido – Atributo sabor.

Fuente de líquido - Sabor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
297: agua y panela	7,5	±1,2	c
323: agua y azúcar de coco	7,2	±1,0	bc
471: huevo y azúcar de coco	6,4	±1,0	a
625: huevo y panela	6,6	±1,2	ab
Valor P = 0,0040 < 0,05 → Sí existen diferencias significativas			

El análisis estadístico del parámetro olor no resultó significativo entre las muestras estudiadas. Debido a la escasa diferencia apreciada en este parámetro respecto a las galletas estudiadas, así como a la importante variabilidad obtenida en las valoraciones realizadas por los catadores (Tabla 21).

Tabla 21. Resultados análisis ANOVA de la cata de fuente de líquido – Atributo olor.

Fuente de líquido - Olor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
297: agua y panela	7,6	±1,0	b
323: agua y azúcar de coco	7,0	±1,5	ab
471: huevo y azúcar de coco	6,7	±1,3	a
625: huevo y panela	6,9	±1,1	ab
Valor P = 0,1313 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

La textura que obtuvieron las galletas elaboradas con huevo y los distintos endulzantes tienen la misma calificación, por lo que no hay diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, ambas galletas presentan diferencias con la galleta elaborada con agua y azúcar de coco, siendo esta última la que recibió una mejor nota por parte de los catadores. Entre el resto no se aprecian diferencias significativas (Tabla 22).

Tabla 22. Resultados análisis ANOVA de la cata de fuente de líquido – Atributo textura.

Fuente de líquido - Textura			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
297: agua y panela	7,1	±1,2	ab
323: agua y azúcar de coco	7,2	±1,5	b
471: huevo y azúcar de coco	6,3	±1,6	a
625: huevo y panela	6,3	±1,5	a
Valor P = 0,0798 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

En cuanto al parámetro apariencia ocurre lo mismo que en el caso del estudio de los endulzantes, no se aprecian diferencias significativas entre ninguno de los cuatro tipos de galletas, habiendo recibido todas las galletas una nota media de entre 6,7 y 7,3 puntos sobre 9 (Tabla 23).

Tabla 23. Resultados análisis ANOVA de la cata de fuente de líquido – Atributo apariencia.

Fuente de líquido - Apariencia			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
297: agua y panela	6,9	±1,3	a
323: agua y azúcar de coco	6,7	±1,4	a
471: huevo y azúcar de coco	7,3	±1,2	a
625: huevo y panela	7,0	±1,2	a
Valor P = 0,4985 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

Una vez realizados los tres tipos de análisis (análisis sensorial, análisis multicriterio y análisis estadístico ANOVA), y analizados sus resultados, podemos pasar a decidir qué alternativa es la adecuada entre las galletas elaboradas con agua y panela, huevo y panela, agua y azúcar de coco o huevo y azúcar de coco.

Dado que en el análisis sensorial la galleta elaborada con agua y panela obtuvo las mejores puntuaciones en los atributos sabor y olor, que según algunos autores son los atributos más importantes en una galleta, el agua será la fuente de líquido elegida para elaborar las galletas de harina integral de alpiste junto con la panela como endulzante. Además, las galletas elaboradas con agua y panela son las que tuvieron una mayor puntuación en el análisis multicriterio con una nota de 28,4, ya que, a parte de las buenas puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial, el precio de esta alternativa es el más barato y su valor nutricional es superior con respecto a las otras alternativas.

Para finalizar, en los análisis estadísticos realizados para evaluar cada atributo del análisis sensorial, se pudo observar que existen diferencias significativas entre las galletas elaboradas con panela y agua en los parámetros sabor y olor, destacando esta del resto de galletas.

6. ESTUDIO 3: DOSIS DE HARINA INTEGRAL DE ALPISTE

6.1. Identificación de las alternativas

6.1.1. 25% harina integral de alpiste – 75% harina de arroz

Esta alternativa consiste en la sustitución de un 25% de harina de arroz por harina integral de alpiste en la formulación del producto. Esta alternativa posee unas mejores características nutricionales en comparación con las galletas sin gluten elaboradas sólo con un 100% de harina de arroz. Sin embargo, dicha mejora experimentada en el valor nutricional del producto es aún limitada. Además, las características organolépticas de las galletas elaboradas con un 25% de harina integral de alpiste son menos marcadas que las galletas elaboradas con un mayor porcentaje de harina integral de alpiste.

6.1.2. 50% harina integral de alpiste – 50% harina de arroz

En esta alternativa se enriquecen las galletas sin gluten elaboradas con harina de arroz sustituyendo un 50% de esta harina por un 50% de harina integral de alpiste. De esta manera se eleva su valor nutricional, ya que se aumenta alrededor de un 30% el contenido en proteínas y se disminuye el contenido de hidratos de carbono en casi un 14% en comparación con las galletas elaboradas con solo harina de arroz. Además el contenido en fibra también aumenta hasta un 27% con respecto las galletas elaboradas con un 100% de harina de arroz.

6.1.3. 75% harina integral de alpiste – 25% harina de arroz

Esta alternativa elaborada con un 75% de harina integral de alpiste y tan solo un 25% de harina de arroz es aún más innovadora, ya que las cantidades de harina integral de alpiste utilizadas permiten obtener unas características nutricionales superiores a las anteriores. El contenido en proteínas aumenta un 45% al igual que el contenido en fibra que también aumenta hasta un 40%, además de disminuir los hidratos de carbono a un 21%, todo ello en comparación con las galletas elaboradas con harina de arroz.

6.1.4. 100% harina integral de alpiste

Esta alternativa fabricada con un 100% harina integral de alpiste busca que el producto final tenga un valor nutricional superior al resto de alternativas y que aporte los beneficios que el alpiste posee. En comparación con las galletas elaboradas con un 100% de harina de arroz estas galletas tienen un contenido en proteínas 48% más elevado y un 27% menos de hidratos de carbono. Además, el contenido en fibra de las galletas se incrementa un 54%.

6.1.5. 100% harina de arroz

La alternativa elaborada con un 100% de harina de arroz se realizó para poder comparar las galletas que existen actualmente en el mercado con las galletas que se desean crear en este proyecto. De esta manera podemos estudiar con los distintos análisis realizados si el añadir harina integral de alpiste mejora, además del valor nutricional de las galletas, las características organolépticas de estas.

6.2. Evaluación de las alternativas

Al igual que con el estudio del endulzante y la fuente de líquido, para estudiar la dosis de harina integral de alpiste que compondrá las galletas, se elaboraron distintas galletas con la siguiente fórmula base: mantequilla (25,1%), panela (16,7%), agua (1,7%), bicarbonato sódico (0,09%), extracto de vainilla (0,28%), sal (0,28%) y el porcentaje de harina variará en función de cada alternativa.

Para la alternativa de las galletas sin gluten elaboradas con un 25% de harina integral de alpiste y un 75% de harina de arroz (alternativa 1) se empleó un 13,9% de harina integral de alpiste y un 41,9% de harina de arroz. En el caso de la alternativa fabricada con un 50% de harina integral de alpiste y un 50% de harina de arroz (alternativa 2) se utilizó un 27,9% de harina integral de alpiste y un 27,9% de harina de arroz, al igual que en las galletas estándar de los anteriores estudios. Las galletas enriquecidas con un 75% de harina integral de alpiste y un 25% de harina de arroz (alternativa 3) están compuestas por un 41,9% de harina integral de alpiste y un 13,9% de harina de arroz. Para la alternativa de galletas elaborada con 100% de harina integral de alpiste (alternativa 4), el porcentaje de harina integral de alpiste empleada es de 55,8%. Finalmente, las galletas fabricadas con 100% harina de arroz (alternativa 5) poseen un 55,8% de dicha harina.

Posteriormente se evaluaron los cinco tipos de galleta con diferentes análisis, que al igual que los otros estudios son: el análisis sensorial, el análisis multicriterio y el análisis estadístico ANOVA.

En este tercer estudio, el análisis sensorial lo realizaron 26 personas, las cuales puntuaron los atributos sabor, olor, textura, apariencia y aceptación global. El procedimiento que se siguió para dicho análisis es el explicado en el apartado 3.1. Análisis sensorial.

Las puntuaciones medias de cada atributo estudiado en cada galleta obtenidas en el análisis sensorial, en el cual se estudió la dosis de harina integral de alpiste, se encuentran recogidas en la Tabla 24 y la Figura 15.

Tabla 24. Resultados finales del análisis sensorial de galletas elaboradas para la valoración del estudio 3 (dosis de harina integral de alpiste).

CATA DE LA DOSIS DE HARINA INTEGRAL DE ALPISTE	Apariencia	Olor	Textura	Sabor	Aceptación global
257: 25% harina integral de alpiste - 75 % harina de arroz	6,8	6,4	6,2	6,4	6,3
213: 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	6,9	7,2	6,6	6,7	6,8
135: 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	6,7	6,8	6,5	6,4	6,5
457: 100% harina integral de alpiste	6,7	7,4	6,1	7,0	6,8
473: 100% harina de arroz	6,9	6,1	6,4	6,3	6,2

En la Tabla 24 y en la Figura 15, se aprecia que las galletas que obtuvieron una mayor aceptación global por parte del catador son aquellas elaboradas con un 50% y un 100% de harina integral de alpiste. En el caso de este parámetro, la aceptación global, la galleta elaborada con harina de arroz fue la que peor nota media obtuvo.

También son las galletas hechas con un 50% y un 100% de harina integral de alpiste las que mejores puntuaciones obtuvieron en los atributos sabor y olor, los dos más importantes según Moskowitz et Krieger, 1995. Siendo también en este caso la galleta que peor puntuación obtuvo en estos atributos la realizada con un 100 de harina de arroz.

En cuanto al parámetro apariencia, las galletas que mejor puntuación media obtuvieron son las elaboradas con un 50% de harina integral de alpiste y las elaboradas con 100% harina de arroz. Aunque dichas puntuaciones solo se diferencian del resto por 1 o 2 décimas.

Finalmente, la galleta que mejor valoración textural obtuvo es la elaborada con un 50% de harina integral de alpiste, seguida por la que se hizo con un 75% de harina integral de alpiste.

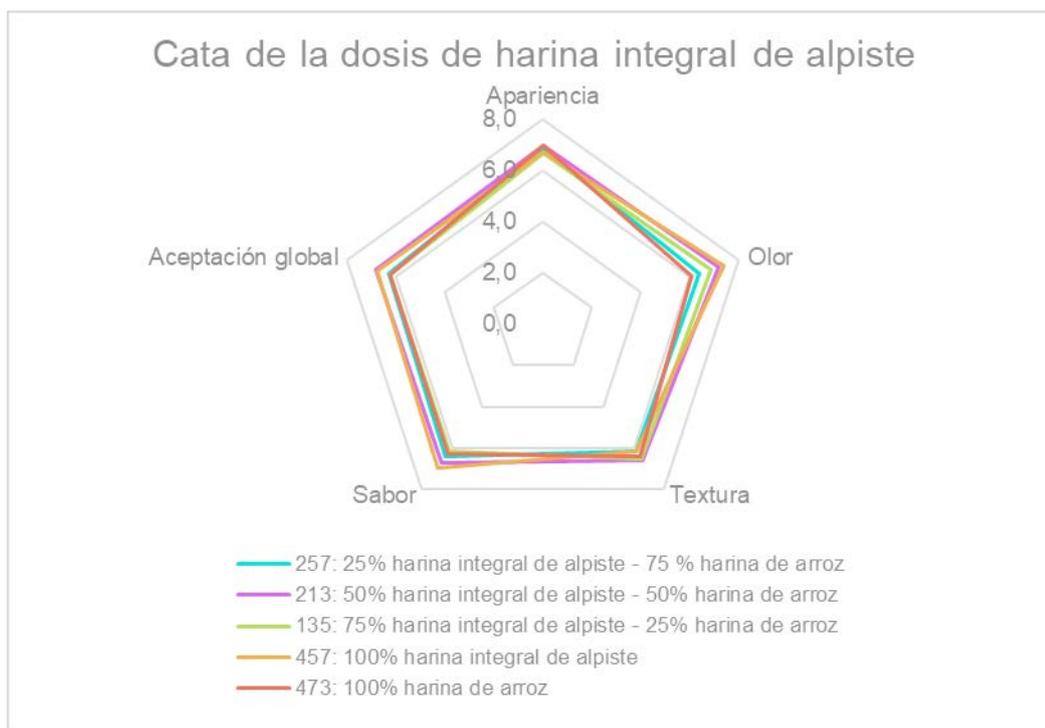


Figura 15. Perfil sensorial de las galletas elaboradas para evaluar el estudio 3 (dosis de harina integral de alpiste).

Con los resultados obtenidos del análisis sensorial se realizó un análisis multicriterio en el cual se van a evaluar los diferentes parámetros, a cada uno de ellos se le multiplicó por un factor en función de su importancia. Los factores tienen un valor comprendido entre 0 y 1.

Los parámetros que se analizaron en el análisis multicriterio son los mismos que en los dos primeros estudios (endulzante y fuente de líquido), y el procedimiento que se siguió es el explicado anteriormente en el epígrafe 3.2. Análisis multicriterio.

A continuación, se van a exponer los resultados del análisis multicriterio para cada alternativa:

Las puntuaciones asignadas a los atributos sabor, olor, textura y apariencia son las que recibieron en el análisis sensorial. A los otros parámetros, es decir, coste y valor nutricional se les asignó una puntuación entre el 1,0 y el 9,0 como ya se explicó en los otros estudios. El precio de la harina integral de alpiste es de 1,40 €/kg y el precio de la harina de arroz es de 0,96 €/kg. Por lo que el precio de las harinas de la primera alternativa, la elaborada con un 25% de harina integral de alpiste y un 75% de harina de arroz, es de 1,07 €/kg, es la segunda alternativa más barata, por lo que se le va asignar una puntuación de 8,0. Sin embargo, el valor nutricional de esta alternativa tiene tan solo una puntuación de 5,0, ya que a mayor cantidad de harina de arroz peor es el valor nutricional de la galleta, ya que el valor nutricional que aporta la harina integral de alpiste es más alto (Tabla 25).

Tabla 25. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa 25% harina integral de alpiste - 75% harina de arroz.

25% harina integral de alpiste - 75% harina de arroz			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,4	5,8
Olor	0,8	6,2	5,0
Textura	0,7	6,4	4,5
Apariencia	0,6	6,8	4,1
Precio	0,5	8,0	4,0
Valor nutricional	0,4	5,0	2,0



Figura 16. Galletas elaboradas con un 25% de harina integral de alpiste antes del horneado.

En la segunda alternativa estudiada, la elaborada con un 50% de harina integral de alpiste y un 50% de harina de arroz, las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia, son las que se recibieron en el análisis sensorial realizado anteriormente. En cuanto a los parámetros coste y valor nutricional se les asignó una puntuación dentro de una escala del 1,0 al 9,0 siendo el 1,0 'muy alto' y el 9,0 'muy bajo' para el parámetro coste y 'poco saludable' y 'muy saludable' para el parámetro valor nutricional. El precio de la mezcla de las harinas de esta alternativa es de 1,18€/kg, es la que presenta un precio intermedio entre todas las opciones, por lo que su puntuación es de 7,0 puntos. En cuanto al valor nutricional también es la alternativa intermedia, cuyo su valor nutricional es bueno, por lo que su puntuación será de 7,0 (Tabla 26).

Tabla 26. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz.

50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,7	6,0
Olor	0,8	7,2	5,8
Textura	0,7	6,6	4,6
Apariencia	0,6	6,9	4,1
Precio	0,5	7,0	3,5
Valor nutricional	0,4	7,0	2,8



Figura 17. Galleta final elaborada con un 50% de harina integral de alpiste.

Para la galleta elaborada con un 75% de harina integral de alpiste y un 25% de harina de arroz las puntuaciones de los atributos sabor, olor, textura y apariencia se obtuvieron de los resultados del análisis sensorial. A los parámetros coste y valor nutricional se les asignó una puntuación entre el 1,0 y el 9,0 como ya se explicó anteriormente. El precio de la mezcla de harinas de esta alternativa es de 1,29€/kg, es la segunda alternativa más cara, aunque no es mucha la diferencia, por lo que se le va a asignar una puntuación de 6,0. El valor nutricional de esta alternativa es algo superior al de las galletas elaboradas solo con un 25% o un 50% de harina integral de alpiste, asique la puntuación dada a este parámetro es de 8,0 puntos (Tabla 27).

Tabla 27. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz.

75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,2	5,6
Olor	0,8	6,8	5,4
Textura	0,7	6,5	4,6
Apariencia	0,6	6,7	4,0
Precio	0,5	6,0	3,0
Valor nutricional	0,4	8,0	3,2



Figura 18. Galletas elaboradas con panela, agua y un 75% de harina integral de alpiste antes del proceso de horneado.

El precio de la alternativa elaborada con 100% harina integral de alpiste es el mismo que el de la harina integral de alpiste, es decir, 1,40€/kg. Es la alternativa más cara, por lo que la puntuación que se le asignó es de 5,0, ya que la diferencia con el precio de las mezclas de harinas no es tan elevada. En cuanto al valor nutricional, es muy bueno, el mejor de todas las opciones estudiadas, ya que la harina integral de alpistes tiene un valor nutricional mejor que el de la harina de arroz, asique la puntuación que se le asignó a este parámetro es de 9,0 (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa 100% harina integral de alpiste.

100% harina integral de alpiste			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	7,0	6,3
Olor	0,8	7,4	5,9
Textura	0,7	6,1	4,3
Apariencia	0,6	6,7	4,0
Precio	0,5	5,0	2,5
Valor nutricional	0,4	9,0	3,6

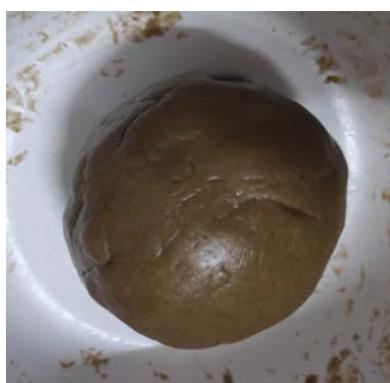


Figura 19. Masa de galleta elaborada con 100% harina integral de alpiste.

La alternativa elaborada con un 100% de harina de arroz, tiene el mismo coste que el de la harina de arroz, es decir, 0,96 €/kg, es la alternativa más barata, por lo que se le va a asignar una puntuación de 9,0. En cuanto al valor nutricional de esta opción, es el menos saludable de todas las galletas elaboradas, por lo que la puntuación que se le asignó es de 3,0 puntos (Tabla 29).

Tabla 29. Resultados del análisis multicriterio de la alternativa 100% harina de arroz.

100% harina de arroz			
Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación ponderada
Sabor	0,9	6,3	5,7
Olor	0,8	6,1	4,9
Textura	0,7	6,4	4,5
Apariencia	0,6	6,9	4,1
Precio	0,5	9,0	4,5
Valor nutricional	0,4	3,0	1,2



Figura 20. Galletas elaboradas con un 100% de harina de arroz.

El conjunto de los resultados obtenidos del análisis multicriterio para el estudio de la dosis de harina integral de alpiste, se encuentran recogidos en las Tablas 30 y 31 y en la Figura 21.

En las tablas se pueden observar los factores de cada criterio y las puntuaciones ponderadas de cada alternativa. Dichas puntuaciones se obtienen de multiplicar las notas asignadas a cada parámetro por el valor del factor de cada atributo. Posteriormente, para elegir que opción es la mejor, se sumaron para cada alternativa las notas de cada atributo. Como se puede apreciar en ambos (tabla y figura), la galleta que peor puntuación obtuvo es la elaborada con un 100% de harina de arroz, esto se debe a que las puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial fueron de las más bajas, además de tener el peor valor nutricional de todas las galletas, y aunque en el parámetro precio tenga una buena puntuación, el conjunto de las puntuaciones ponderadas la hace ser la que menor puntuación obtuvo. La segunda alternativa con peor nota es la elaborada con un 25% de harina integral de alpiste y un 75% de harina de arroz, esto se debe a que tanto las puntuaciones del análisis sensorial y la puntuación del valor nutricional son bajas con respecto a las otras alternativas. La galleta elaborada con un 75% de harina integral de alpiste y un 25% de harina de arroz, fue la alternativa que obtuvo unas puntuaciones intermedias tanto en los atributos analizados en el análisis sensorial, es decir, sabor, olor, textura y apariencia, y en los parámetros precio y valor nutricional. En cuanto a las galletas elaboradas con un 100% y un 50% de harina integral de alpiste son las que mejores notas obtuvieron tanto en el análisis sensorial como en el análisis multicriterio. Esto se debe a que el valor nutricional de estas alternativas es sustancialmente superior respecto a la galleta elaborada solo con harina de arroz, lo que hace aumentar su puntuación con respecto a las otras galletas (excepto la compuesta por 75% de harina integral de alpiste), ya que hay un porcentaje elevado de harina integral de alpiste que compone la galleta, y en cuanto al parámetro precio, la diferencia no es tanta entre las distintas alternativas. La galleta que mejor puntuación obtuvo en el análisis multicriterio es la galleta elaborada con un 50% de harina integral de alpiste, esto se debe a que las puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial eran en casi todos los atributos las más altas, además, la puntuación de los parámetros precio y valor nutricional también es buena, ya que esta alternativa es una opción intermedia a las galletas elaboradas solo con harina de arroz o solo con harina integral de alpiste.

Tabla 30. Puntuaciones del análisis multicriterio del estudio de la dosis de harina integral de alpiste.

Criterios	Valor del factor del criterio	Alternativa 1. 25% harina integral de alpiste - 75% harina de arroz	Alternativa 2. 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	Alternativa 3. 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	Alternativa 4. 100% harina integral de alpiste	Alternativa 5. 100% harina de arroz
Sabor	0,9	6,4	6,7	6,2	7,0	6,3
Olor	0,8	6,2	7,2	6,8	7,4	6,1
Textura	0,7	6,4	6,6	6,5	6,1	6,4
Apariencia	0,6	6,8	6,9	6,7	6,7	6,9
Precio	0,5	8,0	7,0	6,0	5,0	9,0
Valor nutricional	0,4	5,0	7,0	8,0	9,0	3,0

Tabla 31. Resultados del análisis multicriterio del estudio de la dosis de harina integral de alpiste.

Criterios	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 1. 25% harina integral de alpiste - 75% harina de arroz	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 2. 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 3. 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 4. 100% harina integral de alpiste	Puntuaciones ponderadas de la alternativa 5. 100% harinade arroz
Sabor	5,8	6,0	5,6	6,3	5,7
Olor	5,0	5,8	5,4	5,9	4,9
Textura	4,5	4,6	4,6	4,3	4,5
Apariencia	4,1	4,1	4,0	4,0	4,1
Precio	4,0	3,5	3,0	2,5	4,5
Valor nutricional	2,0	2,8	3,2	3,6	1,2
TOTAL	25,3	26,9	25,8	26,6	24,9

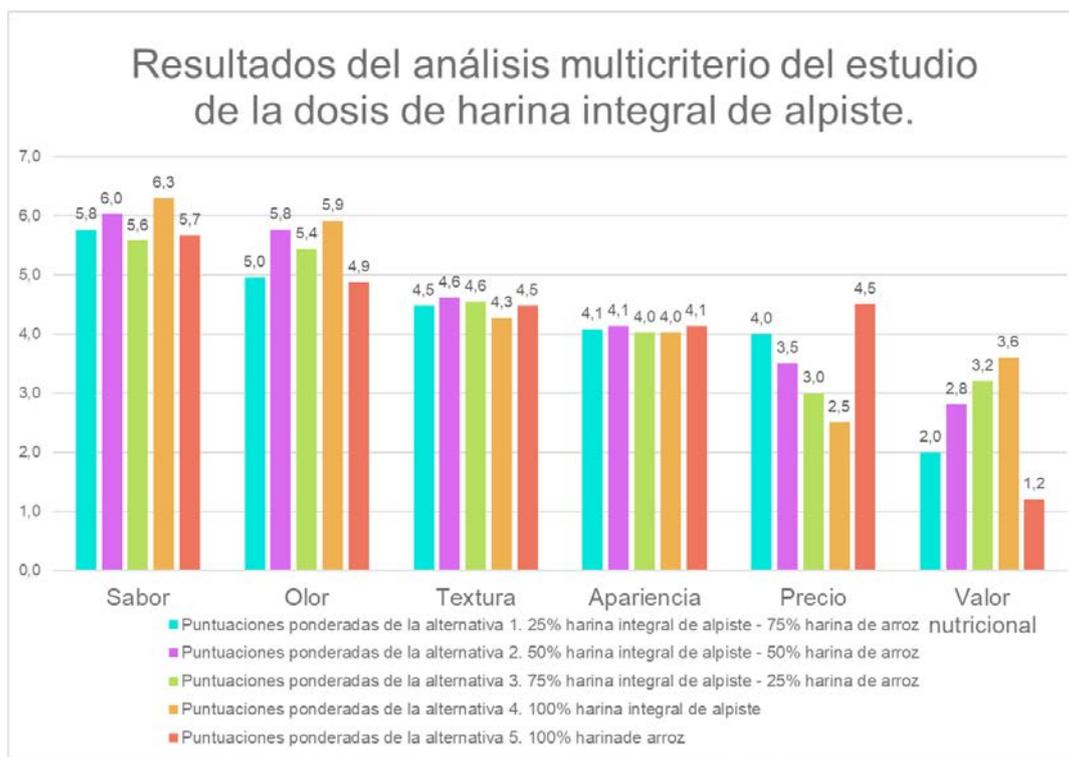


Figura 21. Resultados del análisis multicriterio del tercer estudio (dosis de harina integral de alpiste).

Para finalizar el estudio de la dosis de harina integral de alpiste, se realizó un análisis estadístico de tipo ANOVA, en el cual se evaluaron los atributos sabor, olor, textura y apariencia de las distintas alternativas (25% de harina integral de alpiste y un 75% de harina de arroz, 50% de harina integral de alpiste y un 50% de harina de arroz, 75% de harina integral de alpiste y un 25% de harina de arroz, 100% harina integral de alpiste o 100% harina de arroz). Este análisis permite determinar si existen diferencias significativas o no entre las galletas y nos ayuda a elegir que alternativa es la más adecuada para elaborar las galletas sin gluten con harina integral de alpiste.

En cuanto al parámetro sabor no existen diferencias significativas entre las galletas, ya que el parámetro P es superior a 0,05. Aunque la galleta que mejor nota media tiene, con un 7,0, es la elaborada con un 100% de harina integral de alpiste, no es una diferencia significativa con respecto a la puntuación de la galleta elaborada con un 75% harina integral de alpiste y un 25% de harina de arroz, es la que peor nota media obtuvo con respecto a las otras galletas evaluadas (Tabla 32).

Tabla 32. Resultados análisis ANOVA de la cata de dosis de harina integral de alpiste – Atributo sabor.

Dosis - Sabor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
257: 25% harina integral de alpiste - 75 % harina de arroz	6,4	±1,2	a
213: 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	6,7	±1,6	a
135: 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	6,2	±1,4	a
457: 100% harina integral de alpiste	7,0	±1,7	a
473: 100% harina de arroz	6,3	±1,5	a
Valor P = 0,9041 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

Para el parámetro olor sí que existen diferencias significativas entre las distintas galletas. La alternativa que mejor puntuación obtuvo en el análisis sensorial fue la elaborada con un 100% de harina integral de alpiste (7,4 puntos), esta galleta no presenta diferencias significativas con las galletas elaboradas con un 50% o un 75% de harina integral de alpiste, cuyas puntuaciones son 7,2 y 6,8 respectivamente. Sin embargo, sí que presenta diferencias significativas con las galletas elaboradas con un 25% de harina integral de alpiste o un 100% de harina de arroz.

Otra de las diferencias significativas que se puede apreciar es entre la galleta elaborada con un 50% de harina integral de alpiste y la galleta elaborada con un 100% de harina de arroz. La puntuación de la primera es notablemente superior a la última y el análisis sensorial confirma que esa diferencia sí es significativa (Tabla 33).

Tabla 33. Resultados análisis ANOVA de la cata de dosis de harina integral de alpiste – Atributo olor.

Dosis - Olor			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
257: 25% harina integral de alpiste - 75 % harina de arroz	6,4	±1,2	ab
213: 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	7,2	±1,3	bc
135: 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	6,8	±1,3	abc
457: 100% harina integral de alpiste	7,4	±1,5	c
473: 100% harina de arroz	6,1	±1,6	a
Valor P = 0,0244 < 0,05 → Sí existen diferencias significativas			

En la textura de las galletas no se aprecia ninguna diferencia significativa, ya que P es superior a 0,05. La galleta elaborada con un 50% de harina integral de alpiste es la que mejor nota media obtuvo tras el análisis sensorial, con 6,6 puntos. Y la galleta peor valorada fue la elaborada con un 75% de harina integral de alpiste, con una puntuación de 5,8 puntos. Pero el análisis estadístico determinó que las diferencias entre estas puntuaciones no son significativas (Tabla 34).

Tabla 34. Resultados análisis ANOVA de la cata de dosis de harina integral de alpiste – Atributo textura.

Dosis - Textura			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
257: 25% harina integral de alpiste - 75 % harina de arroz	6,2	±0,9	a
213: 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	6,6	±1,5	a
135: 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	5,8	±1,5	a
457: 100% harina integral de alpiste	6,1	±1,3	a
473: 100% harina de arroz	6,4	±1,8	a
Valor P = 0,552 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

En cuanto al parámetro apariencia ocurre lo mismo que con los atributos sabor y textura. No existen diferencias significativas entre ninguna de las galletas, ya que la puntuación más alta es de 6,9 puntos y se obtuvo en las galletas elaboradas con un 50% de harina integral de alpiste y en las elaboradas con un 100% de harina de arroz, no presenta diferencias significativas con la nota media más baja, la cual es tan solo dos décimas inferior, es decir de 6,7 puntos, que se obtuvo en las alternativas de 75% y 100% de harina integral de alpiste (Tabla 35).

Tabla 35. Resultados análisis ANOVA de la cata de dosis de harina integral de alpiste – Atributo apariencia.

Dosis - Apariencia			
Galleta	Promedio	Desviación estándar	Grupos homogéneos
257: 25% harina integral de alpiste - 75 % harina de arroz	6,8	±0,7	a
213: 50% harina integral de alpiste - 50% harina de arroz	6,9	±1,3	a
135: 75% harina integral de alpiste - 25% harina de arroz	6,7	±1,5	a
457: 100% harina integral de alpiste	6,7	±1,6	a
473: 100% harina de arroz	6,9	±1,3	a
Valor P = 0,9482 > 0,05 → No existen diferencias significativas			

Una vez se realizaron los tres tipos de análisis (análisis sensorial, análisis multicriterio y análisis estadístico ANOVA), y se analizaron sus resultados, se puede concluir con que la alternativa elegida para el estudio de la dosis de la harina integral de alpiste es la 2, es decir, la galleta elaborada con un 50% de harina integral de alpiste y el 50% de harina de arroz.

Esta galleta es la que mejores notas obtuvo en los atributos más importantes del análisis sensorial (sabor y olor), además, esta opción es la alternativa intermedia en los parámetros precio y valor nutricional, ya que la mezcla de harinas cuesta 1,18€/kg, precio que se encuentra entre las galletas elaboradas solo con harina de arroz (0,96€/kg) y las galletas elaboradas solo con harina integral de alpiste (1,40€/kg). En cuanto al valor nutricional de esta alternativa, se califica como bueno, ya que enriquece de proteína y fibra las galletas elaboradas con 100% harina de arroz, es decir, las que se encuentran actualmente en mayor parte del mercado.

7. CONCLUSIÓN

Los tres estudios realizados en este anejo (endulzante, fuente de líquido y dosis de harina integral de alpiste) permiten establecer la formulación óptima de la galleta que

se producirá en la nueva línea de galletas a implementar. La formulación vendrá dada por los siguientes factores:

- La harina elegida para mejorar nutricionalmente las galletas sin gluten será la harina integral de alpiste.
- Esta harina se mezclará con la harina de arroz en un porcentaje de 50% harina integral de alpiste y 50% harina de arroz.
- El endulzante con el que fabricar las galletas sin gluten es la panela.
- La fuente de líquido de la masa de galletas sin gluten será el agua.

En la Tabla 36 se detalla la fórmula cualitativa definitiva de la galleta sin gluten enriquecida nutricionalmente con harina integral de alpiste:

Tabla 36. Fórmula de las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina integral de alpiste	27,9
Harina de arroz	27,9
Mantequilla	25,1
Panela	16,7
Agua	1,7
Bicarbonato sódico	0,09
Extracto de vainilla	0,28
Sal	0,28

Anejo 2: Ingeniería del proyecto

ÍNDICE ANEJO II

1. OBJETO	1
2. ANTECEDENTES	1
3. LEGISLACIÓN DEL PRODUCTO A ELABORAR	1
4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL	3
5. PLAN PRODUCTIVO	5
5.1. Distribución anual del trabajo	5
5.2. Distribución diaria del trabajo.....	5
5.3. Necesidades diarias, semanales y anuales de materias primas.....	6
5.4. Necesidades diarias, semanales y anuales de materias auxiliares.....	6
5.4.1. Bandejas de plástico.....	6
5.4.2. Polipropileno A1	6
5.4.3. Cajas de cartón.....	7
5.4.4. Film retráctil	7
5.4.5. Palés de plástico higiénico	7
6. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES AUXILIARES	7
6.1. Materias primas	7
6.1.1. Harina integral de alpiste	8
6.1.2. Harina de arroz.....	8
6.1.3. Panela.....	8
6.1.4. Mantequilla	9
6.1.5. Agua	9
6.1.6. Bicarbonato sódico (E-500ii)	9
6.1.7. Extracto de vainilla	9
6.1.8. Sal	10
6.2. Materias primas auxiliares	10
6.2.1. Material de envasado.....	10
6.2.2. Material para el transporte y almacenamiento	11
6.2.2.1. Cajas de cartón.....	11
6.2.2.2. Film retráctil	11

6.2.2.3. Palés de plástico higiénico.....	11
7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	12
8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	13
8.1. Recepción y almacenamiento de materias primas	13
8.1.1. Harina integral de alpiste	13
8.1.2. Harina de arroz.....	13
8.1.3. Mantequilla	13
8.1.4. Panela.....	13
8.1.5. Agua	13
8.1.6. Bicarbonato sódico (E-500ii)	14
8.1.7. Extracto de vainilla.....	14
8.1.8. Sal.....	14
8.2. Pesaje y dosificación.....	14
8.3. Amasado.....	14
8.4. Reposo.....	15
8.5. Laminado y troquelado	15
8.6. Horneado.....	15
8.7. Enfriamiento.....	16
8.8. Envasado y etiquetado.....	16
8.9. Detector de metales y pesaje.....	17
8.10. Almacenamiento del producto terminado.....	17
9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS AL PROCESO PRODUCTIVO.....	17
9.1. Controles de calidad.....	17
9.2. Limpieza de la maquinaria.....	18
10. IDENTIFICACION DE LAS ÁREAS FUNCIONALES	19
11. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA.....	19
11. 1. Silos de harina	19
11.1.1. Silo de harina integral de alpiste	20
11.1.2. Silo de harina de arroz.....	21
11.2. Zona de pesado	22
11.2.1. Balanza industrial 300 kg.....	22
11.2.2. Balanza industrial 30 kg.....	23

11.3. Zona de amasado	24
11.3.1. Amasadora horizontal	24
11.3.2. Cubas metálicas con ruedas	25
11.3.3. Elevador vertical con levantamiento por cadenas	25
11.3.4. Dispositivo de alimentación de rodillos en estrella	26
11.3.5. Desgranador a dos ejes para rotativa.....	26
11.4. Zona de moldeo	27
11.4.1. Máquina rotativa.....	27
11.4.2. Puente de entrega pivotante de dos cintas con rodillos.....	28
11.4.3. Cinta transportadora	28
11.5. Zona de horneado	29
11.5.1. Horno de cocción a calefacción mixta	29
11.6. Zona de envasado	32
11.6.1. Cinta transportadora de enfriamiento	32
11.6.2. Envasadora moldeo rotativo ‘flow-pack’	32
11.6.3. Detector de metales y control de peso	34
11.6.4. Enfardadora de palés.....	35
12. NECESIDADES DE PERSONAL.....	36
12.1. Director y responsable de recursos humanos.....	36
12.2. Jefe administrativo y comercial	36
12.3. Encargado de producción.....	36
12.4. Encargado de calidad e i+D	36
12.5. Encargados de almacén de materias primas y sala de pesado	36
12.6. Encargado de almacén de producto terminado	36
12.7. Mecánicos	37
12.8. Operarios responsables de la sala de amasado	37
12.9. Operarios responsables de la sala de moldeo y zona de horneado	37
12.10. Operarios responsables de la zona de envasado	37
13. DIMENSIONES DE LAS ÁREAS FUNCIONALES	38

ANEJO 2: INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. OBJETO

El objeto de este anejo es describir de manera detallada las etapas del proceso productivo y la maquinaria empleada.

2. ANTECEDENTES

Las etapas que se llevarán a cabo en el proceso productivo de la fabricación de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste son similares a las que se utilizan en el resto de las líneas de producción de galletas sin gluten de la industria en la que se van a implantar.

3. LEGISLACIÓN DEL PRODUCTO A ELABORAR

La normativa que se debe seguir incluye el Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas (BOE-A-1982-13243) y el Reglamento de Ejecución (UE) N°828/2014 de la comisión de 30 de julio de 2014 relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos.

La definición de galleta según el Real Decreto 1124/1982 es la siguiente: 'se entiende por «galletas» los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua'.

Y la definición de gluten según el Reglamento de Ejecución (UE) N°828/2014 es la siguiente: 'una fracción proteínica del trigo, el centeno, la cebada, la avena o sus variedades híbridas y derivados de los mismos, que algunas personas no toleran y que es insoluble en agua, así como en solución de cloruro sódico de 0,5 M'.

El Real Decreto 1124/1982 establece en su punto n°5 que las condiciones generales que deben cumplir los distintos tipos de galletas son las siguientes:

- Estar en perfectas condiciones de consumo.
- Proceder de materias primas que no estén alteradas, adulteradas o contaminadas.

- La presencia de productos contaminantes y sustancias tóxicas no deberán sobrepasar los límites marcados en la legislación vigente y en las normas internacionales aceptadas por el Estado Español, y, en su ausencia, por los criterios técnicos del Instituto Nacional de Toxicología y del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, en su caso.
- Por su carácter perecedero, estarán debidamente protegidos de las condiciones ambientales adversas, de insectos u otros animales posibles portadores de contaminaciones.
- Estarán colocados en bandejas, cajas, envases o envolturas en condiciones técnicas apropiadas, con materiales que resistan los tratamientos de procesado y limpieza.
- Los productos elaborados, cualquiera que sea su tipo, dispuestos para el consumo deberán ajustarse en su composición total a las fórmulas cualitativas que con sus denominaciones específicas figuren en las envolturas.

El envasado del producto final, según el Real Decreto 1124/1982 debe incluir los siguientes datos:

- Marca registrada, o nombre o razón social y domicilio.
- Tipo de galleta o denominación genérica, si la tiene.
- Relación de ingredientes que entran en su composición, enumerados de mayor a menor proporción, incluidos los aditivos, los cuales se pueden agrupar por su acción.
- La altura mínima de las letras que indiquen la relación de ingredientes será de un milímetro, en los envases hasta 100 gramos de peso, y de dos milímetros en los de más de 100 gramos de peso.
- Número de registro sanitario de la industria a partir de la fecha en que sea facilitado, de conformidad con lo establecido en el artículo 4. de esta Reglamentación.
- Peso neto del producto y número de unidades, en su caso, en lugar visible. Se admite una tolerancia en el peso:
 - * Envases de peso neto de 5 a 50 gramos: 9%.
 - * Envases de peso neto de 50 a 200 gramos: 4,5%.
 - * Envases de peso neto de 200 a 1.000 gramos: 3%.
 - * Envases de peso neto de más de 1.000 gramos: 1,5%.

Todo ello, sin perjuicio de que la muestra en conjunto dé el peso neto medio declarado en la etiqueta.

- Turno de trabajo, fecha de envasado y/o duración mínima.
 - * Identificación del turno de trabajo y fecha de duración mínima que podrá figurar de forma abreviada con las tres primeras letras del mes y las dos últimas cifras del año.
 - * Fecha de envasado, que podrá inscribirse en el embalaje o caja de agrupamiento, por las dificultades que supone su incorporación en la paquetería.

- País de origen en el caso de ser galletas de importación.

- Las rotulaciones y etiquetados de los envases y embalajes se ajustarán a los preceptos generales establecidos en la Norma General de Rotulación, Etiquetado y Publicidad de los alimentos envasados y embalados, Decreto 336/1975, de 7 de marzo («Boletín Oficial del Estado» de 11 de marzo), y el Real Decreto 2825/1981, de 27 de noviembre («Boletín Oficial del Estado» de 2 de diciembre).

- En las galletas rellenas o recubiertas y similares, no se permitirá emplear dibujos relacionados con frutas u otros alimentos en los envoltorios, cuando los ingredientes del relleno o cobertura se hayan aromatizado con aromas artificiales.

Según los requisitos generales del Reglamento de Ejecución (UE) N°828/2014 un alimento puede llevar la declaración 'SIN GLUTEN' solamente cuando los alimentos, tal como se venden al consumidor final, no contengan más de 20 mg/kg de gluten.

4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

El producto final que se elabora en esta línea de producción son unas galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. Estas materias primas son: harina integral de alpiste, harina de arroz, mantequilla, panela, agua, bicarbonato, extracto de vainilla y sal. La receta para la elaboración de las galletas se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Receta de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina integral de alpiste	27,9
Harina de arroz	27,9
Mantequilla	25,1
Panela	16,7
Agua	1,7
Bicarbonato sódico	0,09
Extracto de vainilla	0,28
Sal	0,28

Las materias primas son pesadas y amasadas hasta obtener una masa homogénea. Después de un reposo de 30 minutos de la masa, esta será laminada, troquelada y horneada a 180°C durante 8 minutos y medio. Para finalizar las galletas serán enfriadas durante 12 minutos a temperatura ambiente (20°C) y envasadas cumpliendo todos los requisitos establecidos por la normativa explicados anteriormente en el apartado 3.

Los valores nutricionales se encuentran especificados en el etiquetado del producto final tal como se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores nutricionales.

Nutrición		
Valores energéticos y nutricionales medios:		
	por 100 g	por porción: 13 g
Valor energético:	1935 kJ 464 kcal	251 kJ 60 kcal
Grasas:	23,4 g	3,0 g
de las cuales saturadas:	14,8 g	1,9 g
Hidratos de carbono:	58,8 g	7,6 g
de los cuales azúcares:	16,3 g	2,1 g
Proteínas:	6,7 g	0,9 g
Fibra dietética:	2,2 g	0,3 g
Sal:	0,01 g	0,00 g

El formato del producto final es un paquete de aproximadamente 150 g, es decir, 12 galletas de aproximadamente 13 gramos cada una. Las galletas estarán colocadas en una bandeja de plástico envueltas en polipropileno de tipo A1 ya serigrafiado. Los paquetes tienen unas dimensiones de 135 x 55 x 55 mm. Los paquetes se van a

envasar en cajas de cartón en lotes de 40 unidades, y como cada paquete pesa 150 g, cada caja pesará 6 kg. Teniendo en cuenta la producción diaria se van a fabricar 100.000 paquetes de galletas diarios, es decir 2.500 cajas que se van a distribuir en 50 palés que contienen 50 cajas cada uno, pesando 300 kg cada palé (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción del formato

Peso del paquete	Dimensiones del paquete	Paquetes por caja	Dimensiones de la caja	Cajas por palé
150 g	135 x 55 x 55 mm	40	270 x 275 x 220 mm	50 cajas (10 cajas en la base x 5 cajas de altura)

5. PLAN PRODUCTIVO

5.1. Distribución anual del trabajo

En la industria la jornada laboral se estableció de lunes a sábado debido a la implantación de esta nueva línea de galletas sin gluten. Por lo que el programa laboral de la empresa consta de 305 días al año, excluyendo las fiestas nacionales y locales establecidas por convenio. Los días destinados para la nueva línea de producción que fabrica galletas sin gluten con harina integral de alpiste son 102 días. A la semana, 2 de los 6 días se destinarán a la producción de galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste cuyo desarrollo ha sido objeto de este estudio mientras que los 4 días restantes se destinarán a la producción de galletas sin gluten con otras fórmulas ya existentes en la planta.

5.2. Distribución diaria del trabajo

El programa productivo diario es igual para los dos días de producción a la semana de esta línea de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste. Dicho programa consta de dos jornadas laborales de 8 horas cada una, pero que a efectos de cálculo se computarán 15 horas dado que entre el arranque y limpieza de máquinas se emplea una hora.

En esta industria se fabrican a mayores otros productos sin gluten, y la organización semanal es la siguiente: 2 días se van a fabricar galletas sin gluten 100% harina de arroz con sabor vainilla, 1 día se va a elaborar galletas sin gluten enriquecidas con tef, 1 día se van a producir galletas sin gluten de coco y para finalizar la semana de producción se van a fabricar 2 días la nueva línea de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste desarrollada en este proyecto.

Tabla 4. Producción de las galletas elaboradas con harina integral de alpiste.

Producción (kg/h)	Horas / día	Producción (kg/día)	Días laborables / año	Producción (t/año)
1.000	15	15.000	102	1.530

5.3. Necesidades diarias, semanales y anuales de materias primas

Las necesidades de materias primas para la fabricación de las galletas sin gluten con harina integral de alpiste se reflejan en la Tabla 6.

Tabla 5. Necesidades de materias primas para la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Ingredientes	kg / día	kg / semana	t / año
Harina integral de alpiste	5.042,03	10.084,05	514,29
Harina de arroz	5.042,03	10.084,05	514,29
Mantequilla	4.537,80	9.075,60	462,86
Panela	3.025,20	6.050,40	308,57
Agua	302,52	605,04	30,86
Bicarbonato sódico	16,50	33,00	1,68
Extracto de vainilla	50,41	100,82	5,14
Sal	50,41	100,82	5,14
TOTAL	18.066,89	36.133,78	1.842,82

5.4. Necesidades diarias, semanales y anuales de materias auxiliares

5.4.1. Bandejas de plástico

La cantidad de bandejas necesarias para el envasado de la producción diaria, semanal y anual de dichas galletas se encuentra a continuación:

Tabla 6. Necesidades de bandejas de plástico para la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Bandejas de plástico		
bandejas / día	bandejas / semana	bandejas / año
100.000,00	200.000,00	10.200.000,00

5.4.2. Polipropileno A1

Las cantidades de polipropileno tipo A1 que son necesarias para el envasado de la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste se encuentran recogidas en la tabla siguiente:

Tabla 7. Necesidades de polipropileno tipo A1 para la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Polipropileno tipo A1					
m / bobina	m / paquete	paquetes / bobina	bobina / día	bobina / semana	bobina / año
2.500,00	0,145	17.241,38	5,80	11,60	591,60

5.4.3. Cajas de cartón

Para envasar la producción diaria, semana y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste hacen falta las cajas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Necesidades de cajas de cartón para la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Cajas de cartón		
cajas / día	cajas / semana	cajas / año
2.500,00	5.000,00	255.000,00

5.4.4. Film retráctil

En la siguiente tabla se indican las cantidades de film retráctil necesarias para el envasado de la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste:

Tabla 9. Necesidades de film retráctil para la producción diaria, semanal y anual de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Film retráctil					
m / bobina	cajas / bobina	palés / bobina	bobina / día	bobina / semana	bobina / año
1.500,00	115,000	2,30	21,74	43,48	2.217,39

5.4.5. Palés de plástico higiénico

Los palés empleados para almacenar y transportar el producto final en la industria están hechos de plástico higiénico y sus dimensiones son de 1.200 x 800 mm. Cada palé va a soportar 50 cajas de producto terminado, es decir, 300 kg, y harán falta 50 palés al día. Como cada semana de producción el producto terminado va a salir a los puntos de venta, la industria contará con 120 palés de plástico higiénico para la producción de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

6. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES

6.1. Materias primas

6.1.1. Harina integral de alpiste

La harina integral de alpiste proviene de la semilla de alpiste. El alpiste (*Phalaris canariensis* L.) es un cereal, que a pesar de su pequeño tamaño posee una gran densidad nutricional. El alpiste contiene aproximadamente un 61% de almidón, un 20% de proteínas, un 8% de grasa cruda y un 7% de fibra dietética total, además de presentar un alto contenido en aminoácidos esenciales como cisteína, triptófano y fenilalanina, lo cual lo convierten en la alternativa más interesante a la hora de enriquecer nutricionalmente el producto desarrollado.

La variedad de semillas de alpiste empleadas para elaborar la harina a partir de las cuales se realizarán las galletas es la CDC María. Esta es una variedad de origen canadiense, pero multiplicada en la provincia de Palencia, apta para el consumo humano ya que el grano se encuentra desprovisto del revestimiento de fibras de sílice, el cual es tóxico para los seres humanos.

La harina integral de este grano se obtiene moliendo la semilla. De esta molienda vamos a obtener la cascarilla exterior, que será desechada, la sémola y la harina refinada. La sémola obtenida pasará por cinco procesos de compresión y la harina obtenida en las cinco fases se mezclará con la harina refinada obtenida anteriormente, dando lugar a la harina integral de alpiste.

6.1.2. Harina de arroz

El arroz es un cereal procedente de la planta *Oryza sativa*, su cosecha es una de las más importantes del mundo. A nivel mundial, el arroz, junto con el trigo y el maíz son los tres cultivos a los que se les dedica una mayor superficie de producción. Este cereal sin gluten es actualmente uno de los más utilizados en el mercado para la elaboración de productos sin dicha proteína. Sin embargo, su perfil nutricional es pobre y desequilibrado, ya que se compone principalmente de hidratos de carbono (90%), mientras que su composición en proteínas es sólo de aproximadamente un 8%, posee entre un 1% - 2% de grasas y un contenido en fibra inferior al 1%.

La obtención de la harina refinada de arroz es un proceso muy sencillo, simplemente se descascarilla el grano de arroz, dicho grano se muele y se llega a la obtención de la harina de arroz. Es importante que la granulometría de la harina de arroz empleada para la fabricación de galletas sin gluten sea muy fina, ya que, si se usara una harina de arroz cuyo tamaño de partícula fuera muy grande, la calidad del producto final sería mucho peor.

6.1.3. Panela

La panela es un edulcorante natural, es azúcar no refinado y no centrifugado. El valor nutricional de la panela por 100 gramos de producto es el siguiente: 390 kilocalorías, 1,1 gramos de proteínas, 96 gramos de hidratos de carbono, 0,24 gramos de fibra dietética, 0,12 gramos de grasas. Además, contiene minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio, sodio, potasio, cobre y zinc. Este endulzante tiene una mejor imagen y aceptación entre el consumidor debido a la presencia de ciertas sustancias nutritivas que poseen un valor funcional.

6.1.4. Mantequilla

La materia grasa utilizada en las galletas desarrolladas en este proyecto es la mantequilla. La mantequilla es una grasa comestible que se obtiene agitando o batiendo la crema de la leche de vaca y es de consistencia blanda, color amarillento y sabor suave; se puede consumir tanto cruda como cocida en la elaboración de platos. La mantequilla va a aportar a la masa de galletas un sabor y un olor muy característicos, además de proporcionar un efecto anti aglomerante. La calidad de la mantequilla varía en función de su origen, su contenido en suero y de que en su fabricación se haya utilizado levadura láctica o no. Esta materia prima debe almacenarse refrigerada entre 1°C y 4°C.

6.1.5. Agua

La fuente de líquido empleada en la receta de estas galletas es el agua. El agua es un aditivo no nutritivo que va a realizar la función de aglutinante, es decir, va a conseguir unir todos los ingredientes de la masa y que la estructura del producto final sea la óptima.

El agua empleada como ingrediente en las industrias alimentarias debe ser potable y no aportar sabores, olores ni colores extraños. La cantidad de agua en este producto representa una pequeña parte, que además se va a evaporar en su mayoría durante el horneado del producto.

El agua empleada en el proceso productivo se va a extraer de la red municipal de agua potable. Que la calidad y las propiedades de este agua sean correctas para el consumo es responsabilidad de la autoridad competente. No obstante, en la industria realizaremos comprobaciones mensuales de su calidad.

6.1.6. Bicarbonato sódico (E-500ii)

El bicarbonato sódico va a ser el elemento gasificante empleado en la elaboración de las galletas sin gluten desarrolladas en este proyecto. Es uno de los gasificante más empleados en la fabricación de galletas debido a su capacidad de desprender gas en ciertas condiciones de temperatura y humedad.

El elemento gasificante se llama así debido a que, durante el reposo de la masa, va a formar gas, produciendo un incremento en el volumen de la masa, lo que va a permitir obtener un producto horneado con elevada porosidad.

El bicarbonato sódico en presencia de humedad va a reaccionar con cualquier sustancia ácida, formando sal sódica, agua y anhídrido carbónico. Sin embargo, un exceso de bicarbonato da lugar a una reacción alcalina formando sabores desagradables y un color amarillento en la superficie, por lo que su cantidad debe ser medida con exactitud.

6.1.7. Extracto de vainilla

El extracto de vainilla, obtenido de la vaina de vainilla, es un concentrado que se utiliza como saborizante y aromatizante en la industria alimentaria. Se añade en una dosis muy pequeña, para aportar un toque de extracto de vainilla a las galletas sin gluten sin que tape el sabor principal de estas galletas, elaboradas a base de harina integral de alpiste.

6.1.8. Sal

La sal empleada en la industria galletera se presenta en forma de cristales blancos muy finos, inodoros, de gran pureza, fácil solubilidad en agua y sabor característico. La sal presenta dicha apariencia ya que debe quedar totalmente homogeneizada con la masa.

La sal se emplea como potenciador de sabores, es por eso por lo que sólo representará aproximadamente el 0,30% del producto final. Deberá conservarse en recipientes herméticos de plástico o de acero inoxidable.

6.2. Materias primas auxiliares

6.2.1. Material de envasado

La misión de los materiales de embalaje es la de proteger de que no se rompa el contenido, conservar en las condiciones óptimas el producto y aislar dicho producto de cualquier posible contaminación. Es por eso por lo que el material debe ser aséptico y no transferir sustancias ni aromas al producto final.

El material de envasado elegido para las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste está formado por:

- Una bandeja de plástico para poner en el interior las galletas y que estas queden perfectamente colocadas y no se muevan durante el transporte del producto final de la industria a los centros de venta. Este plástico proviene de plástico reciclado y va a poder reciclarse de nuevo después de su uso. Es apto para su uso en contacto directo con los alimentos y cumple con la Ley de Residuos. La bandeja seleccionada permite incluir 12 galletas. Las dimensiones de la bandeja son de 135 x 55 x 25 mm.



Figura 1. Bandeja de plástico para el envasado de las galletas.

- Polipropileno tipo A1: el polipropileno es el film básico para el envasado de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste. Este film es muy versátil y por eso es muy empleado en el envasado de muchos productos alimenticios. El polipropileno es fácil de manipular, serigrafiar y además

constituye una barrera frente al vapor de agua, lo cual permite que las galletas no ganen ni pierdan humedad durante su conservación. El tipo de polipropileno empleado para el envasado de las galletas en packs individuales de aproximadamente 150 g es el polipropileno A1. El proveedor va a proporcionar el material ya serigrafiado con la información necesaria (nombre del producto, código de barras, ingrediente e información nutricional). El lote y la fecha de caducidad lo imprimirá con laser la envasadora horizontal flow-pack. El tamaño del producto final colocado en la bandeja y envasado con el polipropileno serigrafiado es de 135 x 55 x 55 mm.

Tabla 10. Especificaciones técnicas del propileno tipo A1.

Polipropileno tipo A1	
Largo (m)	2.500
Ancho (m)	0,2
Espesor (micras)	30
Precio (€/m)	0,17

6.2.2. Material para el transporte y almacenamiento

6.2.2.1. Cajas de cartón

Los paquetes de galletas se van a colocar en cajas de cartón corrugado de color marrón para poder ser transportados y almacenados hasta llegar a los puntos de venta. Estas cajas están formadas por dos capas de papel kraft, separadas por una capa ondulada de material similar. Las cajas llegan a la industria desmontadas, por lo que se debe proceder a su montaje para que posteriormente el robot introduzca los paquetes de galletas en ellas. La dimensión de estas cajas es de 270 x 275 x 220 mm.

6.2.2.2. Film retráctil

Las cajas llenas con paquetes de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste van a ser apiladas en palés y cubiertas con film retráctil para poder ser almacenadas hasta ser transportadas en los camiones a los puntos de venta. Este film de triple capa está hecho a base de poliolefina, que es un material compuesto por la mezcla de polipropileno y polietileno. Tiene un espesor de 23 micras y un ancho de 500 mm. El material auxiliar llega a la fábrica en bobinas de 1.500 metros y 17 kg. Cada bobina es capaz de envolver palés de hasta 700 kg, y están adaptadas para poder usarse en enfardadoras automáticas con un diámetro de mandril de sujeción de 76 mm.

6.2.2.3. Palés de plástico higiénico

Estos palés, también denominados 'Europalet' son los que se emplean en la industria para el almacenaje y transporte del producto terminado. Estos palés permiten transportar los productos de forma rápida y poco costosa por toda la industria, además evitan que el producto entre en contacto con el suelo impidiendo que se moje o

deforme. Las dimensiones de los palés son de 1.200 x 800 mm y soportan una carga estática de hasta 4.500 kg y una carga dinámica de hasta 1.500 kg.

7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

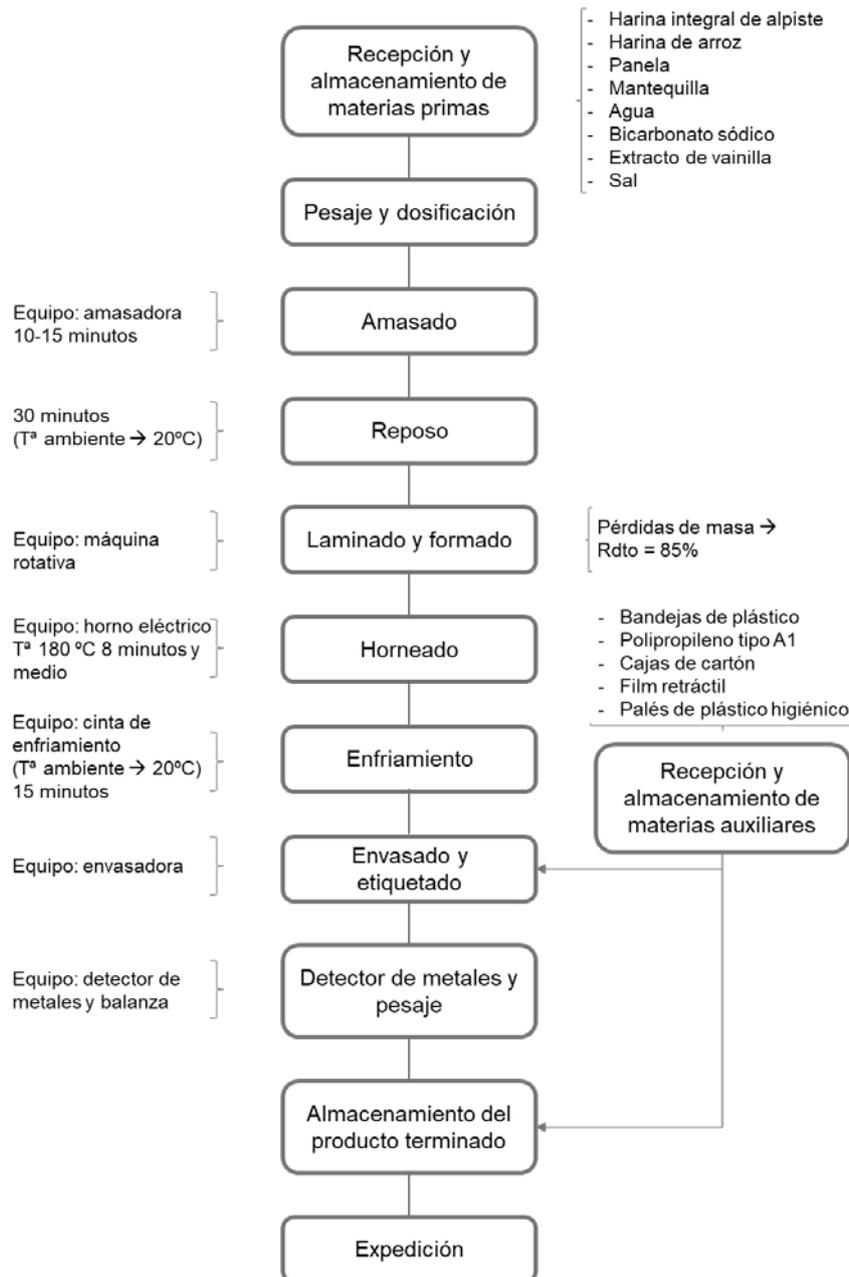


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso productivo.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

8.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales auxiliares

Esta etapa debe ser controlada estableciendo contratos con los proveedores sobre el estado de las materias primas recibidas, ya que de estas va a depender la calidad del producto final. Así en caso de no cumplirse los requisitos establecidos en el contrato las materias primas pueden ser devueltas al proveedor.

Las materias primas que se recibirán y almacenarán en la industria serán las cantidades para dos días de producción por lo que serán recibidas y almacenadas todas las semanas.

8.1.1. Harina integral de alpiste

La recepción de harina integral de alpiste se realizará cada semana y será almacenada directamente en un silo de 15 toneladas destinado a dicho fin. La cantidad de harina integral de alpiste semanal necesaria para la producción de las galletas sin gluten es de 10.085 kg. El silo cuenta con un sistema de dosificación automático que bombea el producto directamente a la industria.

8.1.2. Harina de arroz

La recepción de la harina de arroz se hará en sacos, los cuales se vaciarán directamente en el silo, donde será almacenada. Este silo de almacenamiento es también de 15 toneladas y con un sistema de dosificación automático, ya que se necesita la misma cantidad de harina de arroz que de harina integral de alpiste.

8.1.3. Mantequilla

La mantequilla llegará a la industria en camiones frigoríficos en cajas de 25 kg. Estas cajas serán directamente almacenadas en la cámara frigorífica de materias primas. La cantidad que se recibe y almacena cada semana para los dos días de producción es de 9.080 kg.

8.1.4. Panela

El proveedor de la panela transportará dicho endulzante hasta la industria en un camión cargado con sacos de 25 kg de panela. Estos sacos se almacenarán en el almacén de materias primas destinado para tal fin. La cantidad de panela que se recibe y almacena cada semana es de 6.060 kg.

8.1.5. Agua

El agua proviene de la red municipal de agua potable, y la cantidad que se emplea para la producción semanal de galletas sin gluten es de 610 kg.

8.1.6. Bicarbonato sódico (E-500ii)

El bicarbonato sódico es transportado a la industria en sacos de 25 kg, que serán directamente almacenados en el almacén de materias primas destinado a tal fin. La cantidad semanal de bicarbonato sódico que se necesita es de 33 kg.

8.1.7. Extracto de vainilla

El extracto de vainilla llegará a la industria en botellas de 10 L y será almacenado en el almacén destinado a materias primas. La cantidad que se necesita de esta materia prima para dos días de producción es de 101 kg.

8.1.8. Sal

La sal es transportada a la industria de galletas sin gluten en paquetes de 25 kg, que serán directamente almacenados después de su control en el almacenamiento de materias primas. La cantidad semanal que se necesita de este producto son 101 kg.

8.1.9. Materiales auxiliares

Las materias auxiliares para el envasado del producto alimenticio también llegan a la industria cada semana, y serán almacenadas en el almacén destinado a ellas hasta su utilización.

8.2. Pesaje y dosificación

Esta etapa del proceso productivo es muy importante debido a que un error en la medición de las materias primas puede afectar a la calidad, homogeneidad y sabor del producto final.

Las materias primas almacenadas en silos, como son las harinas, llegan directamente a la industria por un mecanismo de dosificación automático. Estas harinas serán tamizadas y descargadas en la amasadora, en la que ya se habrá mezclado previamente la mantequilla a temperatura ambiente con la panela, el agua y el extracto de vainilla. Estos ingredientes habrán sido pesados por los operarios en balanzas con una capacidad de hasta 300 kg. A esta mezcla de mantequilla, panela, agua, extracto de vainilla y harinas se le añadirán la sal y el bicarbonato que han sido pesados anteriormente en una balanza de menor capacidad, que mide hasta 30 kg.

Durante este proceso se estiman unas pérdidas de ingredientes de un 0,004%. Estas pérdidas radican en el manejo durante el pesado y dosificado de las materias primas.

8.3. Amasado

La operación de amasado es otra de las fases importantes de la elaboración de galletas, ya que de esta fase depende la textura final de las galletas. El orden de

adición de los ingredientes y la temperatura a la que se encuentren en el momento del amasado determinará la correcta homogeneización y calidad de la masa.

En un primer paso se amasarán la mantequilla a temperatura ambiente junto con la panela. Cuando estos ingredientes se encuentren totalmente mezclados se añadirán el agua y el extracto de vainilla y se mezclará hasta haberse formado una pasta homogénea.

Posteriormente se añadirán las harinas tamizadas, el bicarbonato y la sal y se procederá a una segunda fase de amasado. El proceso se prolongará hasta la formación de una masa homogénea, pero no necesita de mucho trabajo mecánico ya que en este caso no se formará red de gluten.

8.4. Reposo

La masa homogénea pasará por un proceso de reposo de 30 minutos a temperatura ambiente en cubas de hasta 600 kg. Durante este proceso el bicarbonato sódico actuará en la masa desprendiendo gas que producirá un incremento en el volumen de la masa. Esto va a permitir obtener un producto horneado con elevada porosidad.

8.5. Laminado y troquelado

Una vez que han pasado los 30 minutos de reposo de la masa, la cuba con ruedas es trasladada por un operario al principio de la línea. En ese lugar la formadora posee un mecanismo que eleva la cuba volcando el total de la masa en una tolva que alimenta a la moldeadora rotativa.

La masa que proviene de la tolva pasa por una cámara de compresión y posteriormente por un rodillo de presión, obteniendo el espesor deseado. Posteriormente, esta masa pasará por los moldes del moldeador. La pieza de masa pasa al lugar donde se realiza la extracción de la pieza del molde. En este lugar la superficie de la cinta de extracción debe ser suficientemente rugosa o adherente para que la pieza de masa quede adherida a la cinta, pero sin que dificulte el desprendimiento de la pieza.

Al salir de la moldeadora las piezas pasan a una cinta transportadora que las conduce al horno.

8.6. Horneado

Las galletas ya recortadas en el proceso de laminado y troquelado son transportadas por una cinta transportadora hasta el horno. El horno de la industria consiste en un largo túnel acoplado a la línea de producción, que consta de una cámara de cocción que es atravesada por la cinta transportadora de las galletas que se van horneando conforme avanzan a lo largo de dicha cámara de cocción.

El horno cuenta con control de la temperatura y de la velocidad de avance de la cinta dentro de la cámara de cocción. También posee varias chimeneas para la salida de los vapores que producen la deshidratación de la masa de las galletas.

Para la fase de cocción de las galletas la temperatura interior del horno oscilará alrededor de los 180°C, siendo esta la temperatura máxima que se alcanzará. El tiempo de cocción va relacionado con la velocidad de la cinta transportadora del horno, por lo que esta cinta se regulará de tal forma que el recorrido de la galleta desde la entrada a la cámara de cocción hasta la salida de esta dure 8 minutos y medio. Durante el horneado la galleta sufre numerosas reacciones como: producción y expansión de gases, deshidratación parcial de la masa, potenciación del sabor y cambio de color, principalmente visible en la superficie de la galleta, por la Reacción de Maillard.

La cinta transportadora del horno es metálica, fabricada con aceros especiales, en este horno las cintas están perforadas, aunque también pueden ser lisas. La cinta trabaja en forma 'sinfín' por medio de dos grandes rodillos o tambores, uno motriz y otro tensor situados a la entrada y salida del horno. Para que no se desvíe lleva unos correctores llamados 'guía-cinta'. La cinta realiza el retorno por la parte inferior y exterior de la cámara de cocción y va apoyada sobre unos cojinetes o rodillos en todo su recorrido.

8.7. Enfriamiento

A la salida del horno se encuentran a una temperatura elevada, y antes de ser envasadas deben enfriarse. Es por eso por lo que se instala una cinta transportadora de enfriamiento para llevar a cabo esta etapa.

Para que las galletas alcancen la temperatura óptima para proceder a su envasado se enfriarán durante 12 minutos a temperatura ambiente (20°C) en la cinta transportadora de enfriamiento.

Por último, las galletas se someten a un control manual de tonalidad con un colorímetro, y un control de peso y dimensiones. Si alguna de las galletas se encuentra fuera de los parámetros de control establecidos para cada factor, esta será inmediatamente descartada.

8.8. Envasado y etiquetado

Las galletas provenientes de la cinta transportadora de enfriamiento son frágiles e hidrófilas, por lo que pueden enranciarse. El envasado debe protegerlas y aislarlas de los golpes y la humedad, es por eso por lo que el material con el que se realice el envasado tiene que proteger a las galletas frente al vapor de agua y contra la luz solar para evitar su oxidación.

Esta etapa se realiza con una envasadora de moldeo rotativo flow-pack que terminará el etiquetado del paquete de galletas añadiendo la fecha de fabricación, la fecha de expiración del producto y el número de lote para poder llevar a cabo la trazabilidad de un paquete en caso necesario.

8.9. Detector de metales y pesaje

Una vez las galletas han sido envasadas y etiquetadas pasan por una última fase de control en la cual se van a pesar los paquetes de galletas y comprobar que pesan lo establecido en el paquete. Además de controlar el peso de este paquete se va a pasar a mayores por un detector de metales para hacer una última verificación de que el producto esté libre de cualquier impureza que se haya podido introducir durante el proceso de fabricación.

8.10. Almacenamiento del producto terminado

Los paquetes de galletas, de aproximadamente 150 g, una vez han pasado el control de peso y detector de metales son introducidos en cajas de cartón por los operarios. Cuando las cajas estén llenas, se protegerán con film para su almacenaje y posterior transporte.

Cada palé de cajas con producto terminado pasará por la enfardadora automática y tendrá una etiqueta que refleje las características del pedido correspondiente para mantener la trazabilidad. Posteriormente, la operación de paletizado la llevará a cabo un operario de la industria.

Una vez en el almacén el producto terminado se encontrará a temperatura ambiente y sin que las cajas toquen el suelo ni las paredes de este para evitar filtraciones de sustancias.

9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS AL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo de toda industria requiere de actividades complementarias para garantizar la calidad y seguridad de los productos. Las actividades complementarias que se desarrollan en esta industria son los controles de calidad y la limpieza de maquinaria.

9.1. Controles de calidad

Los controles de calidad en la industria comienzan en la primera etapa del proceso productivo, es decir, durante la recepción de las materias primas. Posteriormente durante el proceso productivo se encontrarán diferentes controles de calidad como son los siguientes:

- Control de calidad de las materias primas: cada materia prima que llega a la industria es sometida a un análisis. Los parámetros determinados que debe cumplir cada materia prima se encuentran en un boletín de análisis específico para cada una de estas.

- Durante el amasado se realiza otro control de calidad para comprobar que la temperatura de la masa, el tiempo de amasado y la humedad de la masa son las adecuadas.
- Al final del horneado se realiza un control de color, peso y dimensiones de la galleta final y detector de metales.
- Una vez el producto terminado ha sido envasado se somete a otro control de peso y detector de metales.

9.2. Limpieza de la maquinaria

Después de cada día de producción se realizará una limpieza de la maquinaria con productos aptos para uso alimentario. Los pasos que se deberán seguir durante la limpieza son los siguientes:

- Los operarios desmontarán las máquinas y retirarán los restos orgánicos más gruesos que pudieran haber quedado en el interior de estas.
- Una vez han sido retirados los restos más gruesos, se procederá a realizar una limpieza con detergente alcalino. Esta limpieza se realizará con agua entre 40-50°C y detergente alcalino diluido al 2-3%. Las piezas pequeñas fácilmente desmontables se quitarán y sumergirán en un barreño lleno con dicha mezcla. Las áreas no desmontables de la maquinaria se limpiarán mediante un espumado de las mismas con una concentración de detergente similar a la de las piezas pequeñas. Se dejará actuar durante 15 minutos y posteriormente se aclararán tanto las piezas como la maquinaria con agua.
- Para finalizar se realizará una desinfección con desinfectante alcalino. La mezcla se realizará con agua a una temperatura entre los 15-25°C y una dilución del desinfectante del 1-1,5%. Esta limpieza se realizará de la misma manera que la anterior, las piezas pequeñas fácilmente desmontables se quitarán y sumergirán en un barreño lleno de la disolución de agua y desinfectante. Y las áreas no desmontables de la maquinaria se desinfectarán mediante la proyección de la mezcla con mochila. Esta disolución se dejará actuar durante 15 minutos y después será aclarada con agua.

Para asegurarse que la limpieza realizada es efectiva deberá realizarse un monitoreo microbiológico de la maquinaria. Los puntos de monitoreo deberán ir cambiando cada mes a criterio del departamento de calidad.

10. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS FUNCIONALES

Para optimizar el funcionamiento de la planta y que esta sea lo más eficaz posible la industria se encuentra dividida en áreas funcionales. Las contempladas en esta industria son las siguientes:

- Zona de pesado
- Zona de amasado
- Zona de moldeado
- Zona de horneado
- Zona de envasado
- Despachos de calidad y producción
- Laboratorios
- Almacén de materias auxiliares
- Almacén de materias primas
- Muelle recepción/expedición
- Almacén de producto terminado
- Vestuarios
- Aseos
- Comedor
- Sala de reuniones
- Oficinas
- Sala de limpieza

11. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA

11.1. Silos de harina

A continuación, se van a dimensionar los silos de almacenaje para los dos tipos de harina necesarios para la fabricación de las galletas objeto de este proyecto. Como ya hemos mencionado anteriormente las materias primas van a llegar a la industria cada semana con las cantidades necesarias para la producción semanal de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste.

Las necesidades de harina de arroz reales van a ser mayores que las descritas a continuación, ya que se emplea para las otras líneas de producción de la industria. Pero para los cálculos de los silos se van a tener en cuenta sólo las cantidades empleadas en la línea de galletas enriquecidas con harina integral de alpiste ya que para dar cumplimiento a las necesidades completas de esta línea de producción se van a independizar las harinas en silos diferentes.

Las cantidades necesarias de cada tipo de harina son de 10.085 kg para la producción semanal de esta línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. Es decir, vamos a dimensionar dos silos de 15 toneladas, uno para cada tipo de harina.

11.1.1. Silo de harina integral de alpiste

- Harina que almacenar: 15 toneladas
- Densidad aparente de la harina: 560 kg/m³
- Diámetro del silo: 3,00 m
- Angulo de rozamiento interno del cono: $\gamma = 60^\circ$

El primer paso es calcular el volumen del silo:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso}}{\text{Densidad}} = \frac{15.000 \text{ kg}}{560 \text{ kg/m}^3} = 26,8 \text{ m}^3$$

Ahora se va a considerar que V es el volumen total del silo, y que este es la suma del volumen del cuerpo del silo (cilindro) y del volumen del dosificar del silo (cono). El volumen del cuerpo será V1 y el volumen del cono será V2. Dichos valores se van a calcular mediante las siguientes fórmulas:



$$V1 = \pi \cdot R^2 \cdot h1; \text{ siendo } h1 \text{ la altura del cilindro}$$
$$V2 = 1/3 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h2; \text{ siendo } h2 \text{ la altura del cono}$$

Para calcular estos volúmenes primero necesitamos conocer la h2, es decir, la altura del cono. Como sabemos que el ángulo interno del cono es de 60° y que el radio del silo es de 1,5 m, aplicamos la siguiente fórmula de trigonometría para calcular h2.

$$\text{tg}60 = h2 / R ; 1,73 = h2 / 1,5 ; h2 = 2,6 \text{ m}$$

Hemos obtenido que la altura del cono (h2) es igual a 2,6 m, ahora podemos obtener el volumen del cono, es decir, del dosificador.

$$V2 = 1/3 \cdot \pi \cdot 1,5^2 \cdot 2,6 = 6,13 \text{ m}^3$$

Como sabemos que el volumen del silo (V) es igual al volumen del dosificador (V2) más el volumen del cuerpo del silo (V1), podemos hallar ahora el volumen del cuerpo del silo (V1).

$$V1 = V - V2 = 26,8 - 6,13 = 20,67 \text{ m}^3$$

Finalmente, ahora que ya tenemos el dato del volumen del cuerpo del silo, podemos determinar la altura de este (h1) con la siguiente fórmula:

$$h1 = \frac{V1}{\pi \cdot R^2} = \frac{20,67}{\pi \cdot 2,25} = 2,9 \text{ m}$$

Por lo tanto la altura final del silo (h) será igual a la altura del cuerpo más la del dosificador, es decir:

$$h = h_1 + h_2 = 3,5 + 2,6 = 6,1 \text{ m}$$

Tabla 11. Dimensiones del silo de harina integral de alpiste.

Silo de 15 toneladas	Altura (m)	Volumen (m ³)
Cuerpo del silo	3,50	24,67
Dosificador del silo	2,60	2,13
TOTAL	6,10	26,80

11.1.2. Silo de harina de arroz

- Harina que almacenar: 15 toneladas
- Densidad aparente de la harina: 560 kg/m³
- Diámetro del silo: 3,00 m
- Angulo de rozamiento interno del cono: $\gamma = 30^\circ$

Igual que en el caso del silo de la harina integral de alpiste, el primer paso es calcular el volumen del silo:

$$Volumen = \frac{Peso}{Densidad} = \frac{15.000 \text{ kg}}{560 \text{ kg/m}^3} = 26,8 \text{ m}^3$$

Ahora se va a considerar que V es el volumen total del silo, y que este es la suma del volumen del cuerpo del silo (cilindro) y del volumen del dosificar del silo (cono). El volumen del cuerpo será V1 y el volumen del cono será V2. Dichos valores se van a calcular mediante las siguientes fórmulas:



$$V_1 = \pi \cdot R^2 \cdot h_1; \text{ siendo } h_1 \text{ la altura del cilindro}$$

$$V_2 = 1/3 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h_2; \text{ siendo } h_2 \text{ la altura del cono}$$

Para calcular estos volúmenes primero necesitamos conocer la h2, es decir, la altura del cono. Como sabemos que el ángulo interno del cono es de 30° y que el radio del silo es de 1,5 m, aplicamos la siguiente fórmula de trigonometría para calcular h2.

$$\text{tg}30 = h_2 / R ; 0,58 = h_2 / 1,5 ; h_2 = 0,87 \text{ m}$$

Hemos obtenido que la altura del cono (h2) es igual a 0,87 m, ahora podemos obtener el volumen del cono, es decir, del dosificador.

$$V2 = 1/3 \cdot \pi \cdot 1,5^2 \cdot 0,87 = 2,05 \text{ m}^3$$

Como sabemos que el volumen del silo (V) es igual al volumen del dosificador (V2) más el volumen del cuerpo del silo (V1), podemos hallar ahora el volumen del cuerpo del silo (V1).

$$V1 = V - V2 = 26,8 - 2,05 = 24,75 \text{ m}^3$$

Finalmente, ahora que ya tenemos el dato del volumen del cuerpo del silo, podemos determinar la altura de este (h1) con la siguiente fórmula:

$$h1 = \frac{V1}{\pi \cdot R2} = \frac{24,75}{\pi \cdot 2,25} = 3,5 \text{ m}$$

Por lo tanto la altura final del silo (h) será igual a la altura del cuerpo más la del dosificador, es decir:

$$h = h1 + h2 = 3,5 + 0,87 = 4,37 \text{ m}$$

Tabla 12. Dimensiones del silo de harina de arroz.

Silo de 15 toneladas	Altura (m)	Volumen (m ³)
Cuerpo del silo	3,50	24,75
Dosificador del silo	0,87	2,05
TOTAL	4,37	26,80

11.2. Sala de pesado

11.2.1. Balanza industrial 300 kg

- Función: pesar
- Temperatura de trabajo: 0-40°C
- Resolución: 50 g
- Plataforma con una estructura de acero lacado y un plato y una columna fabricados en acero inoxidable
- Células de carga fabricadas en aluminio con protección IP65
- Columna de 820 mm de altura
- Indicador LED de 7 dígitos
- Indicador con una carcasa de ABS. Protección IP54
- Autonomía entre 24 h y 50 h
- Alimentación por red o batería
- Calibración externa
- Ajuste de cero
- Memoria de tara en tarado de recipientes



Figura 3. Balanza industrial de 300 kg.

Tabla 13. Especificaciones técnicas de la balanza industrial de 300 kg.

Balanza industrial: modelo RX-300L	
Capacidad (kg)	300
Resolución (g)	50
Unidad de pesada	kg
Material de la estructura	Acero lacado
Material del plato	Acero inoxidable
Dimensiones de la plataforma (mm)	450 x 700
Dimensiones del plato (mm)	450 x 600
Altura plataforma (mm)	120
Altura total (mm)	820
Peso (kg)	10

11.2.2. Balanza industrial 30 kg

- Función: pesar
- Temperatura de trabajo: 0-40°C
- Resolución: 10 g
- Balanza apta para todo uso en metrología legal, de acuerdo con la directiva 2014/31/UE
- Pantalla con iluminación interna para visualizar los dígitos de forma clara desde cualquier perspectiva
- Desconexión automática programable para que la balanza se apague cuando no esté siendo utilizada

- Aviso de batería baja para controlar en todo momento el nivel de batería de la balanza
- Batería recargable de serie para trabajar con la balanza en cualquier parte
- Conexión RS 232-C de serie para conectar la balanza a nuestra impresora PR4, disponible como opción, o a un PC
- Estructura de ABS resistente para proteger la balanza de los golpes y rayas externas
- Plato de acero inoxidable para trabajar con productos húmedos y mojados. Además, garantiza higiene y limpieza



Figura 4. Balanza industrial de 30 kg.

Tabla 14. Especificaciones técnicas de la balanza industrial de 30 kg.

Balanza industrial: modelo S4-30K	
Capacidad (kg)	30
Resolución (g)	10
Unidad de pesada	g (kg), lb
Material de la estructura	Acrilonitrilo butadieno estireno
Dimensiones del plato (mm)	220 x 310
Dimensiones totales (mm)	325 x 330 x 110
Peso (kg)	3,80

11.3. Sala de amasado

11.3.1. Amasadora horizontal

La amasadora horizontal con la que está equipada la industria en la que vamos a fabricar las galletas sin gluten tiene las siguientes características:

Tabla 15. Especificaciones técnicas de la amasadora horizontal.

Características	Valor
Capacidad (kg)	600
Largo (mm)	1.800
Ancho (mm)	3.100
Alto (mm)	2.000
Potencia (kW)	8,6
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.3.2. Cubas metálicas con ruedas

Las cubas metálicas con ruedas en las que la masa va a ser transportada y donde también va a realizar el proceso de reposo tienen las siguientes características:

Tabla 16. Especificaciones técnicas de las cubas metálicas.

Características	Valor
Capacidad	600 kg - 1.000 L
Largo (mm)	1.800
Ancho (mm)	1.730
Alto (mm)	1.000



Figura 5. Cuba metálica con ruedas

11.3.3. Elevador vertical con levantamiento por cadenas

- Altura de volcado en la tolva: 3.000 mm
- Dispositivo con horquillas de levantamiento cubas mediante cadenas laterales
- Accionamiento del dispositivo de levantamiento de tipo mecánico, con motor con autofrenado
- Fase de volcado controlada por finales de carrera y dispositivos de seguridad

- Puerta de acceso elevable verticalmente a accionamiento manual con microinterruptores de seguridad
- Tablero local de mando y control

Tabla 17. Especificaciones del elevador vertical con levantamiento por cadenas.

Características	Valor
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	3.000
Potencia (kW)	4
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.3.4. Dispositivo de alimentación de rodillos en estrella

- Ancho de trabajo: 1.000 mm
- Tolva en acero inoxidable, capacidad 1.500 litros
- Dos rodillos en estrella de nueve puntas día. 450 mm con perfiles en acero inoxidable con tratamiento anti-adhesivo
- Rodillos a velocidad fija
- Abertura de los rodillos fija
- Estructura de soporte al suelo

Tabla 18. Especificaciones del dispositivo de alimentación de rodillos en estrella.

Características	Valor
Largo (mm)	1.200
Ancho (mm)	1.000
Alto (mm)	2.500
Potencia (kW)	4,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.3.5. Desgranador a dos ejes para rotativa

- Ancho de trabajo: 1.000/1.200 mm
- Desgranador a dos ejes motorizados a velocidad diferencia
- Estructura de soporte
- Conducto móvil de conexión a la tolva de la maquina rotativa

Tabla 19. Especificaciones del dispositivo de desgranador a dos ejes.

Características	Valor
Ancho (mm)	1.000 / 1.200
Alto (mm)	1.100
Potencia (kW)	8,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.4. Sala de moldeado

11.4.1. Máquina rotativa

- Ancho de trabajo: 1.200 mm
- Moldes diámetro 450 mm
- Control del nivel de masa en la tolva
- motorización principal para rodillo de alimentación y rodillo formador
- motorización independiente para el arrastre de la cinta en algodón
- Centrado y tensión neumática del transportador
- Dispositivo manual de regulación de la abertura entre el rodillo formador y el rodillo acanalado
- Dispositivo manual de regulación de la posición del rodillo engomado
- Transportador transversal de descarga recortes
- Tablero local de mando y control
- Estructura protegida externamente por coberturas de material plástico
- Cinta en algodón y cuchilla de repuesto incluidos en el suministro



Figura 6. Máquina rotativa.

Tabla 20. Especificaciones de la máquina rotativa.

Características	Valor
Largo (mm)	5.000
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	1.125
Potencia (kW)	12,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.4.2. Puente de entrega pivotante de dos cintas con rodillos

- Ancho de trabajo: 1.200 mm
- Primer transportador en plástico, completo de tensión y centrado neumático
- Dispositivo a rodillos motorizados para la recuperación de sal/azúcar
- Segundo transportador en plástico especial resistente al calor, completo de tensión y centrado neumático
- Motorizaciones independientes a velocidad variable para ambos transportadores
- Punta de entrega del producto regulable, que se puede levantar manualmente por medio de manivela
- Estructura lateral en acero inoxidable
- Transportador ortogonal de descarga producto en exceso

Tabla 21. Especificaciones del puente de entrega pivotante.

Características	Valor
Largo (mm)	1.000
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	1.125
Potencia (kW)	12,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.4.3. Cinta transportadora

- Cinta de plástico alimentario autoguiada
- Estructura inoxidable con bordes laterales de contención de la masa que se pueden levantar para agilizar el acceso a la cinta durante las operaciones de limpieza



Figura 7. Cinta transportadora.

Tabla 22. Especificaciones de la cinta transportadora.

Características	Valor
Largo (mm)	1.000
Ancho (mm)	1.200
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

La cinta transportadora con detector de metales contará a mayores con un dispositivo de descarga de masa contaminada, mediante un desviador neumático y de un transportador transversal autoguiado con conducto laterales hacia el suelo para descargar la masa un ancho de 400 mm.

11.5. Zona de horneado

11.5.1. Horno de cocción a calefacción mixta

El horno posee dos partes de calefacción, la de calefacción indirecta ciclotérmica y la de calefacción por convección indirecta.

La primera parte, la parte a calefacción indirecta ciclotérmica está compuesta por 2 zonas de cocción (7,5 + 7,5) m con una longitud total de 15 m. Y cada zona está formada por:

- Grupo de combustión, compuesto por rampa de alimentación del gas, quemador, cámara de combustión y sistema de extracción de los productos de la combustión.
- Circuito de distribución de los humos, compuesto de ventilador de recirculación, compuertas de regulación transversal y de compuerta de repartición de calor entre techo/suelo, a accionamiento servocomandado.
- Sistema de extracción de los vapores de la cámara de cocción, compuesto de ventilador a velocidad fija y compuerta de extracción motorizada.

La segunda parte, la parte a calefacción por convección indirecta está compuesta por 2 zonas de cocción (7,5 + 7,5) m con una longitud total de 15 m. Cada zona se compone de:

- Grupo de combustión, compuesto por rampa de alimentación del gas, quemador, cámara de combustión y sistema de extracción de los productos de la combustión.
- Intercambiador de productos de la combustión – aire.
- Circuito de calefacción y distribución del aire, compuesto por un ventilador de recirculación y compuertas de repartición de calor entre techo/suelo a accionamiento servocomandado.
- Sistema de extracción de los vapores de la cámara de cocción, con compuerta de extracción motorizada.

Además, cada zona de cocción posee:

- Sensor de presión con retroacción en la compuerta de extracción de los vapores para una optimización de la eficiencia energética.
- Cámara de cocción en chapa de aluminio.
- Puerta de inspección en el lado de mando.
- Puertas de acceso, una por cada módulo.
- Revestimientos laterales y superiores en chapa barnizada.
- Estructura de apoyo del horno mediante soportes regulables en acero inoxidable.
- Dispositivo de control y regulación de la temperatura mediante PLC.

El transportador del horno tiene las siguientes características:

- Transportador de cocción en red metálica.
- Soporte del transportador completamente sobre rodillos, tanto en la cámara de cocción como en el tramo de retorno.
- Grupos de guía mecánica del transportador tanto en la cámara de cocción como en el tramo de retorno, para cada zona de cocción.
- Cabezales de arrastre y reenvío con tensión neumática del transportador.

- Grupo de cepillos para la limpieza de la red compuesto por dos cepillos externos y un cepillo interno.
- Grupo de centrado automático del transportador a la entrada del horno.
- Grupo de centrado automático del transportador a la salida del horno.

El horno está dotado de:

- Cabezal de entrada 3,15 m.
- Cabezal de salida 5,30 m.
- Campana alargada a la salida del horno de 2,2 m, completa de ventilador de extracción.
- Aberturas anti-exposición según normas FM.
- Descargas de condensación de la extracción de humos y/o vapores.



Figura 8. Horno de cocción a calefacción mixta.

Tabla 23. Especificaciones del horno de cocción a calefacción mixta.

Características	Valor
Largo (mm)	3.000
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	1.600
Potencia (kW)	15,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200

11.6. Zona de envasado

11.6.1. Cinta transportadora de enfriamiento

- Transportador de red metálica en acero inoxidable, con punta elevable manualmente.
- Cepillo de limpieza de la red.
- Motorización independiente a velocidad variable.
- Transportador transversal de red metálica para descarga producto.

Tabla 24. Especificaciones de la cinta transportadora de enfriamiento.

Características	Valor
Largo (mm)	10.000
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	1.000
Potencia (kW)	5,5
Voltaje (V)	400
Rendimiento (kg/h)	1.200



Figura 9. Cinta transportadora de enfriamiento.

11.6.2. Envasadora moldeado rotativo 'flow-pack'

- Envasado horizontal con capacidad de 1500 galletas/min.
- Tipo de envase: bolsa tubular.
- Retenedor del producto.
- Plegador de fuelle.
- Centraje fotoeléctrico del material de envoltura.

- Control alineador del material.
- Estación formadora del tubo de material.

- Desbobinadora auxiliar.

- Dirección del flujo de producto.

- Cinta de descarga.

- Estación rechazadora.

- Estación del sellado transversal/Cuchilla separadora.

- Rodillos de avance y de sellado longitudinal.

- Cadena alimentadora.

- Barrera luminosa: se cuentan todos los envases completos que cruzan la fotocélula al salir de la maquina y también se vigila el final de la bobina.

- Sonda térmica: capta la temperatura de las mordazas del sellado transversal y de los rodillos de avance.

- Fotocélula: los productos a envasar que estén rotos o que no cumplan los requisitos deseados serán expulsados en la estación correspondiente.

- Interruptor de proximidad: vigila la presencia de material de envoltura. En caso de rotura del material, se provocará una parada posicionada de la máquina.

- Transmisor de ángulos: controlará la tensión constante del material y regulará la velocidad de la desbobinadora auxiliar.

- Vigilador de la presión del aire: provocara la parada de la maquina en el caso de que la presión caiga por debajo de un valor mínimo determinado.



Figura 10. Envasadora flow-pack.

Tabla 25. Especificaciones de la envasadora flow-pack.

Características	Valor
Largo (mm)	4.200
Ancho (mm)	1.300
Alto (mm)	1.500
Potencia (kW)	5,0
Voltaje (V)	400
Rendimiento (galletas/min)	1.500

11.6.3. Detector de metales y control de peso

El detector de metales por el que va a pasar el producto final ya envasado cuenta también con un controlador de peso para verificar que el peso de cada paquete es el adecuado.

El detector de metales va a identificar si en el producto final envasado se encuentra algún cuerpo extraño metálico que se haya podido introducir durante el proceso productivo.



Figura 11. Detector de metales con control de peso.

Tabla 26. Especificaciones del detector de metales con control de peso.

Características	Valor
Largo (mm)	2.000
Ancho (mm)	1.200
Alto (mm)	1.500
Voltaje (V)	400

11.6.4. Enfardadora de palés

Enfardadora con plato giratorio de Ø1.500 mm y 73,5 mm de altura para palés de hasta 800 x 1.200 mm y 1.500 Kg. Tiene una base construida a partir de estructuras tubulares y de chapa de acero electrosoldado, un plato el cual rota, y una estructura tubular perforada que permite la elevación de la maquina tanto desde la parte delantera como trasera.



Figura 12. Enfardadora automática de palés.

12. NECESIDADES DE PERSONAL

12.1. Director y responsable de recursos humanos

El director de la industria será al mismo tiempo el responsable de recursos humanos. Como director, esta persona es el máximo responsable del buen funcionamiento de la empresa, y como responsable de recursos humanos es el encargado de la contratación y despidos de personal cuando sea necesario.

12.2. Jefe administrativo y comercial

Esta persona debe asumir la responsabilidad de la gestión administrativa de la empresa. También será el encargado de las ventas, suministros, logística y marketing.

12.3. Encargado de producción

Esta persona es la responsable de asegurar el buen funcionamiento de la línea de producción, para ello debe conocer a la perfección el proceso productivo y ser capaz de solucionar cualquier problema que surja en la línea productiva. En cada turno debe haber un encargado de producción.

12.4. Encargado de calidad e i+D

Esta persona tiene como funciones realizar diferentes análisis para comprobar que tanto las materias primas como el producto final cumplen con los requisitos necesarios. Además, debe realizar distintos estudios en laboratorio para conseguir ampliar la gama de productos y mejoras de la receta ya existente. También habrá un encargado por turno.

12.5. Encargados de almacén de materias primas y sala de pesado

Estas personas serán las responsables de que las zonas de almacenamiento cumplen con los requisitos de la correcta conservación de las materias primas. Estos encargados del almacén de materias primas también serán los encargados de preparar y pesar las cantidades necesarias de cada una de ellas para cada turno de producción. Habrá dos personas en cada turno responsables de estas tareas.

12.6. Encargado de almacén de producto terminado

El encargado del almacén de producto terminado se encargará de llevar los palés desde el final de la línea de producción hasta el almacén, y dejar los pedidos preparados para su expedición. Habrá un encargado por turno.

12.7. Mecánicos

En cada turno habrá un mecánico encargado del mantenimiento y correcto funcionamiento de la maquinaria y que actuará en caso de avería intentando repararla en el menor tiempo posible para no entorpecer la producción.

12.8. Operarios responsables de la sala de amasado

Estas personas se encargan de adicionar las materias primas a la amasadora en el correcto orden y tiempo, estas materias primas ya han sido pesadas por los encargados de almacén de materias primas. Una vez han añadido los ingredientes vigilarán el correcto funcionamiento de la amasadora.

12.9. Operarios responsables de la sala de moldeado y zona de horneado

Estos operarios se encargan de controlar el correcto funcionamiento de la máquina de moldeo rotativo y el horno. Deben asegurarse de que el horno se encuentre en las condiciones óptimas para el proceso de producción y ser capaces de solucionar en el menor tiempo posible cualquier problema que pueda surgir. Y eliminarán cualquier galleta que se encuentre fuera de los parámetros establecidos. En el turno de mañana estas se encargarán de precalentar el horno antes de que se ponga en marcha la línea de producción. Habrá dos operarios por turno encargados de llevar a cabo estas tareas.

12.10. Operarios responsables de la zona de envasado

Estos operarios se encargarán de envasar los paquetes de producto terminado en cajas de cartón. Uno de ellos será el responsable y vigilará el correcto funcionamiento de la maquinaria de envasado y repondrá las bobinas cuando sea necesario. Y otro se encargará de llevar los palés de producto final enfardados al almacén de producto terminado.

Tabla 27. Resumen de las necesidades de personal.

Área	Personal	
	Categoría	Nº de personas / día de producción
Oficinas	Director y responsable de recursos humanos	1
	Jefe administrativo y comercial	1
	Auxiliar de administrativo	1
Departamento técnico	Encargado de producción	2
	Encargado de calidad e i+D	2
Producción	Encargados de almacén de materias primas y sala de pesado	4
	Encargado de almacén de producto terminado	2
	Mecánicos	2
	Operarios responsables de la sala de amasado	4
	Operarios responsables de la sala de moldeado y zona de horneado	4
	Operarios responsables de la zona de envasado	6
Total trabajadores / día de producción		29
Total trabajadores / turno mañana		15
Total trabajadores / turno tarde		14

13. DIMENSIONES DE LAS ÁREAS FUNCIONALES

Las dimensiones de las áreas funcionales de la industria de galletas sin gluten en la que se va a implantar la línea de producción de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste son las siguientes:

Tabla 28. Dimensiones de las áreas funcionales.

Zona	X (m)	Y (m)	Área (m2)
Muelle de recepción	6,00	3,85	23,10
Almacén de materias primas	8,00	21,50	172,00
Almacén de materias auxiliares	4,00	12,25	49,00
Zona de pesado y amasado	5,00	8,00	40,00
Zona de formado	7,00	7,50	52,50
Zona de horno	43,00	7,50	322,50
Zona de envasado	12,00	14,15	148,52
Zona de horno	43,00	7,50	322,50
Despacho	4,00	2,50	10,00
Oficina	4,85	10,10	38,33
Sala de reuniones	3,00	4,85	14,55
Sala de limpieza	2,00	4,85	9,70
Aseos masculinos	4,75	4,85	23,04
Vestuario masculino	5,90	2,80	16,52
Aseos femeninos	4,75	4,85	23,04
Vestuario femenino	5,90	2,80	16,52
Sala de lavamanos	9,00	1,85	16,65
Comedor	4,00	6,50	26,00
Laboratorio i+D	10,00	3,15	31,50
Laboratorio de calidad	10,00	3,10	31,00
Almacén de producto terminado	8,00	23,00	184,00
Muelle de expedición	6,00	3,85	23,10
Nave	62,80	22,90	1.438,12

Anejo 3: Estudio de mercado

ÍNDICE ANEJO III

1. OBJETO.....	1
2. SITUACIÓN DEL SECTOR DE PRODUCTOS SIN GLUTEN	1
2.1. Producción.....	1
2.2. Consumo.....	2
3. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LAS GALLETAS	3
3.1. Producción.....	3
3.2. Consumo.....	4
4. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LAS GALLETAS SIN GLUTEN	7
5. CONCLUSIONES.....	7

ANEJO 3: ESTUDIO DE MERCADO

1. OBJETO

El objeto de este anejo es estudiar la situación actual de los alimentos sin gluten, más en concreto de las galletas sin gluten tanto a nivel internacional y nacional. Esto nos permitirá evaluar si el producto de galletas sin gluten tendrá cabida en un mercado con futuro, en constante renovación y desarrollo.

2. SITUACIÓN DEL SECTOR DE PRODUCTOS SIN GLUTEN

2.1. Producción

La producción del sector de los productos sin gluten tuvo un auge en los últimos años. Esto se debe a diversos factores como la prevalencia en la población de la enfermedad celíaca u otras sensibilidades al gluten, y un aumento de población que desea eliminar alérgenos de la dieta y consumir alimentos sin gluten aun no siendo intolerante ni alérgico a esta proteína. Este último grupo constituye aproximadamente un 11% de la población, y a pesar de no tener ningún tipo de alergia ni intolerancia alimentaria, compra alimentos libres de alérgenos porque los considera más sanos (Mesa de Participación de Asociaciones Consumidores, 2019).

En la Tabla 1 se puede observar cómo tanto a nivel mundial, como europeo y nacional, en 2011 hubo un 'boom' en la producción de productos sin gluten. A nivel mundial desde el año 2007 al año 2017 se aprecia como la producción de productos sin gluten aumentó un 15,4%, produciéndose en este último año 710,5 miles de toneladas de productos sin gluten. En cuanto a Europa también hay un aumento significativo de la producción de productos sin gluten entre el año 2007 y 2017, siendo este de 13,6%, produciéndose un total de 236,9 miles de toneladas de productos sin gluten en 2017. Para finalizar, en España es donde se observa un mayor aumento de la fabricación de productos sin gluten entre el 2007 y 2017 con un 18,8% de incremento, produciéndose en el último año 20,5 miles de toneladas de alimentos sin gluten.

Tabla 1, Producción de productos sin gluten (miles de toneladas). En naranja se destaca el período en el que la producción de los productos sin gluten presentó un enorme crecimiento. Fuente: Euromonitor International. <https://panypizza.com/sin-gluten-categoria/la-calidad-organoleptica-una-prioridad-las-marcas-sin-gluten/>

	PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS SIN GLUTEN (miles de toneladas)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ESPAÑA	4,9	5,4	6,1	6,9	10,5	11,8	13,6	15,6	17,6	19,1	20,5
EUROPA OCCIDENTAL	66,4	75,6	86,8	98,0	111,5	121,7	135,2	158,7	185,3	211,3	236,9
MUNDO	126,6	177,9	195,1	217,1	270,9	297,5	340,1	399,0	579,7	661,4	710,5

En un futuro, el mercado mundial de los productos sin gluten seguirá creciendo, y con más competencia, los precios tenderán a disminuir por un aumento en la escala de producción, y aumentarán la variedad y la calidad de la oferta. Aunque el crecimiento del sector no será tan fuerte como en años pasados, el mercado seguirá ensanchándose hasta 2020, según la consultora de mercado Euromonitor. En 2016, las ventas de productos sin gluten en todo el mundo ascendieron a unos 2.900 millones de euros, y se estimó que en 2020, esa cantidad podría elevarse hasta unos 4.000 millones de euros (FACE, <https://celiacos.org/mercado-mundial-sin-gluten/>).

En cuanto al mercado europeo de productos sin gluten, los analistas de la consultora Transparency Market Research (TMR) prevén que crezca un 5,5% anual en términos de ingresos y un 5% anual en concepto de volumen, entre los años 2015 y 2021 (FACE, <https://celiacos.org/mercado-mundial-sin-gluten/>).

2.2. Consumo

En 2016 el mercado mundial de productos de panadería, aperitivos y productos procesados, pizzas y pastas, condimentos y aderezos sin gluten contribuyó a producir un importe de 4.480 millones de dólares. Y se estima que en el año 2023 este mercado mundial de productos sin gluten produzca en torno a 6.470 millones de dólares, lo que supone un crecimiento anual compuesto del 7,6% (Iglesias Fraga, 2018. <https://www.ticbeat.com/salud/los-productos-sin-gluten-un-mercado-de-4-480-millones-de-dolares-a-escala-mundial/>).

En Estados Unidos el consumo de alimentos sin gluten alcanzó en 2015 los 4.630 millones de dólares y se estimó que en el año 2020 estas ventas ascenderían a los 7.590 millones de dólares.

En España, la evolución de ventas de los productos sin gluten desde el año 2012 hasta el año 2018 sufrió un aumento de aproximadamente un 15%, vendiéndose en 2012 4,3 toneladas de productos sin gluten y 58,3 toneladas en 2018 (Figura 1).

En concreto, la consultora IRI (<https://www.iriworldwide.com/es-es>) cifró el mercado de 2014 para hipermercados y supermercados en las principales categorías (harinas, pan y sus sustitutos, galletas, bollería, pastas, cereales y congelados) en 78,4 millones

de euros y 11.714,7 t, con crecimientos el 28,2% y 43,6%, respectivamente, frente al ejercicio precedente (Rodr, 2015).

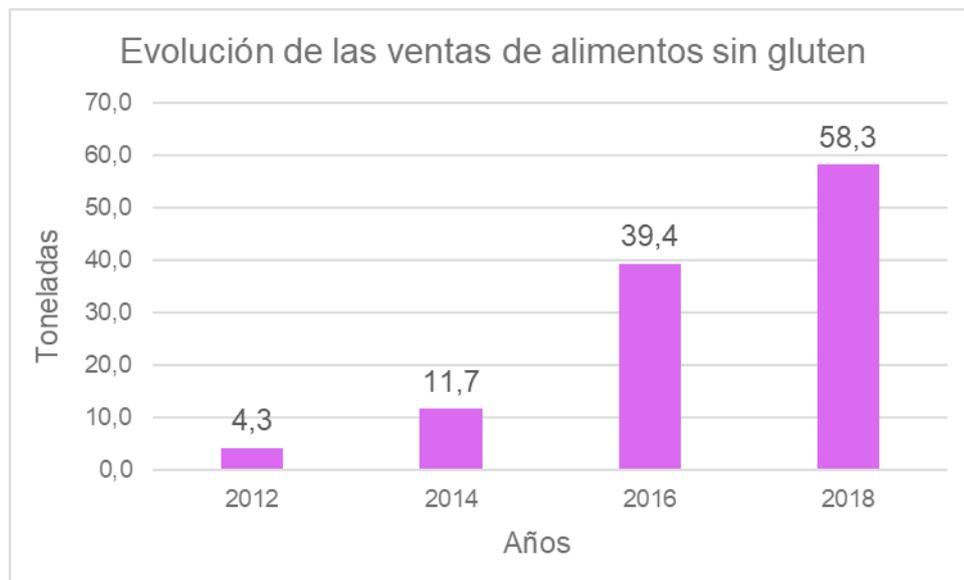


Figura 1. Evolución de las ventas de alimentos sin gluten (toneladas). Fuente: OCU (Organización de Consumidores y Usuarios).

<https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2020/singluten020420>

3. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LAS GALLETAS

3.1. Producción

En 2018, España era la cuarta productora de galletas de Europa. El 64% de la producción de galletas europea se distribuye entre Portugal, Francia y Reino Unido, que exportan casi 140.000 toneladas de galletas a países de la Unión Europea.

En ese mismo año las exportaciones de galletas españolas a mercados extranjeros como el de Estados Unidos y Marruecos aumentó un 8,6% y un 18,8% respectivamente con referencia al año anterior, lo que demuestra un creciente aprecio por nuestros productos en el mercado exterior. Se puede concluir que casi uno de cada dos kilos de galletas producidos en España se destina a mercados exteriores.

En España las empresas que lideran el sector de fabricación y comercialización de galletas son Galletas Gullón S.A. con una producción de 210.000 toneladas en 2018, seguida por Cerealto Siro Foods, S.L. que produjo 125.000 toneladas de galletas y en tercer lugar estaría Grupo Adam Foods que fabricó 105.000 toneladas de galletas (Tabla 2).

Tabla 2. Principales empresas fabricantes y distribuidoras de galletas. Fuente: Publicaciones Alimarket, S.A.
<https://www.alimarket.es/alimentacion/informe/301628/informe-2019-del-sector-de-galletas-en-espana>

Empresa	Volumen (t)	Ventas (M€)			
	2018	2017		2018	
		Total	Galletas	Total	Galletas
GALLETAS GULLÓN, S.A.	210.000	339,89	339,89	360,00	360,00
GRUPO ADAM FOODS	105.000	395,00	243,00	385,00	244,24
MONDELEZ INTERNATIONAL	37.814	561,87	230,00	575,00	230,00
CEREALTO SIRO FOODS, S.L.	125.000	654,80	214,95	600,00	200,00
ARLUY, S.A.	20.000	55,00	50,00	58,50	52,70
QUELY, S.A.	3.200	15,98	15,98	17,50	17,50
LA FLOR BURGALESA, S.L.	7.500	15,05	15,05	16,07	16,07
NUTRITION&SANTÉ IBERIA, S.L.	n.d.	102,47	11,00	96,35	11,00
DICARCONO, S.L.	n.d.	11,08	11,08	10,50	10,50
GALLETAS ASINEZ, S.A.	7.000	6,20	6,20	8,00	8,00

3.2. Consumo

En el año 2016 en España el volumen de compra de galletas creció un 0,6% y el valor de compra un 0,7%, mientras que mantuvo un precio medio estable de 4,56 €/kg. Los hogares españoles destinaron el 4,21% de su presupuesto en alimentación a esta categoría. Esto implicó un gasto por persona de 64,41 €/año, y un consumo per cápita de 14,13 kg por persona y año con un crecimiento del 2,3% con respecto al 2015. Dentro del sector de la bollería, pastelería, galletas y cereales, las galletas representan el 29,6% del valor en euros y el 38,7% del volumen en kg totales (Figuras 2 y 3).

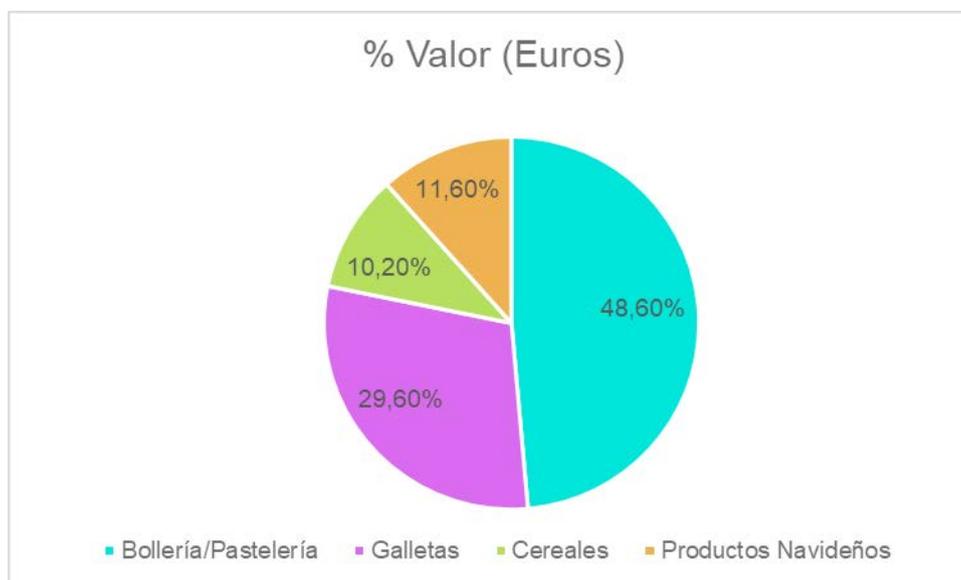


Figura 2. % Valor en euros del sector de la bollería. Fuente personal.

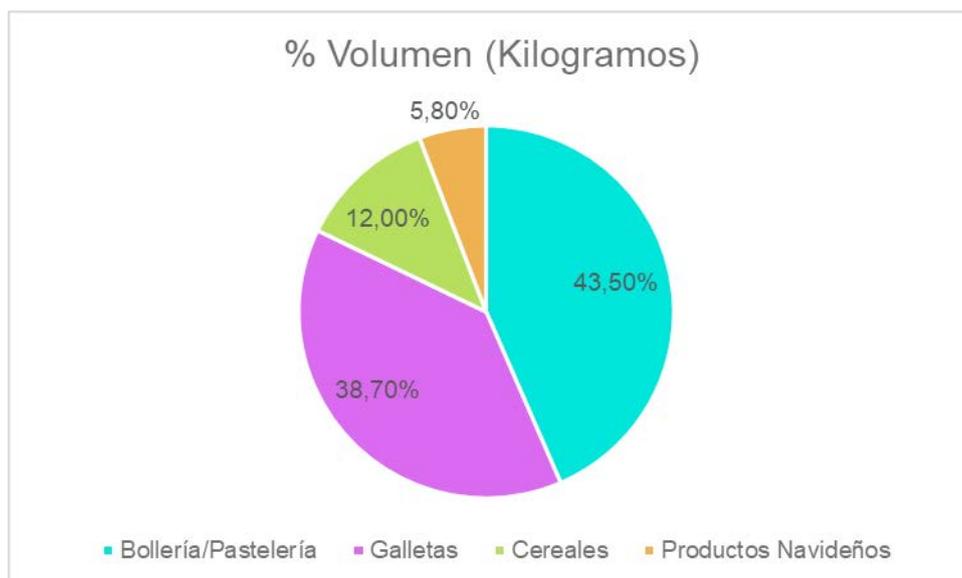


Figura 3. % Volumen en kilogramos del sector de la bollería. Fuente personal.

La demanda de galletas en España en 2017 sufrió un descenso de hasta el 0,92%, el cual fue cuantificado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA). Exactamente, MAPAMA cifró el consumo total de galletas en el hogar durante el año 2017 en 237.740 t, lo que se tradujo en unos ingresos de 831 millones de euros, un 0,8% menos que en el periodo precedente.

Sin embargo, en 2018 esta dinámica parece que se invirtió y, según los datos de algunas consultoras, las ventas de galletas crecieron. Concretamente, la consultora Nielsen registró un alza del 0,8% en volumen, con un volumen total de 253.812 t comercializadas en libre servicio, por valor de 930,7 millones de euros (+2,1%), lo que se traduce en un aumento del PVP (precio de venta al público) medio de la categoría del 1,3%, hasta situarse en 3,66 €/kg.

La evolución de las ventas en 2018 fue dispar por categorías, ya que en lo que concierne a las galletas de desayuno familiar sus ventas sufrieron un descenso del 5,6% con respecto al año anterior. En cuanto a las ventas de galletas de desayuno infantil se apreció un aumento del 8,9% con respecto al 2017. Las ventas de las galletas de meriendas para el público adulto sufrieron un aumento del 25,9% en referencia al año anterior, y las galletas de merienda infantil un incremento del 14,2% con respecto al 2017. Y para finalizar, las ventas de las galletas saladas sufrieron un aumento del 10,3% con respecto al año anterior, debido a que se ofrecieron productos más innovadores en esta categoría (Tabla 3) (Alcubilla, 2018).

Tabla 3. Reparto del mercado de galletas en libre servicio por categorías. Fuente: Publicaciones Alimarket, S.A.
<https://www.alimarket.es/alimentacion/informe/283453/informe-2018-del-sector-de-galletas-en-espana>

	Volumen (1)		Valor (M€)	
	2017 (2)	2018 (3)	2017 (2)	2018 (3)
DESAYUNO	45,70%	44,20%	29,80%	29,10%
Desayuno familiar	78,30%	75,80%	63,60%	60,50%
Desayuno infantil	21,70%	24,20%	36,40%	39,40%
MERIENDA	27,40%	28,10%	39,90%	40,60%
Infantil	84,30%	82,30%	81,30%	80,10%
Adulto	15,70%	17,70%	18,70%	19,90%
SALUD	20,90%	21,30%	21,60%	21,10%
SALADAS	3,40%	3,70%	4,40%	4,80%
SURTIDO	2,70%	2,70%	4,30%	4,40%
Total	251.757	253.812	911,3	930,7
(1) Unidades Equivalentes (2) TAM Mayo/17 (3) TAM Mayo/18				

El valor de las ventas de galletas en el año 2018 en España fue de 850 millones de euros, los cuales se encuentran por debajo del valor de ventas de la bollería/pastelería que fue de 1.371 millones de euros. En tercer lugar, se encuentra el valor de ventas de los productos navideños el cual alcanzó los 316 millones de euros, y en último puesto el valor de ventas de los cereales fue de 286 millones de euros (Figura 4).

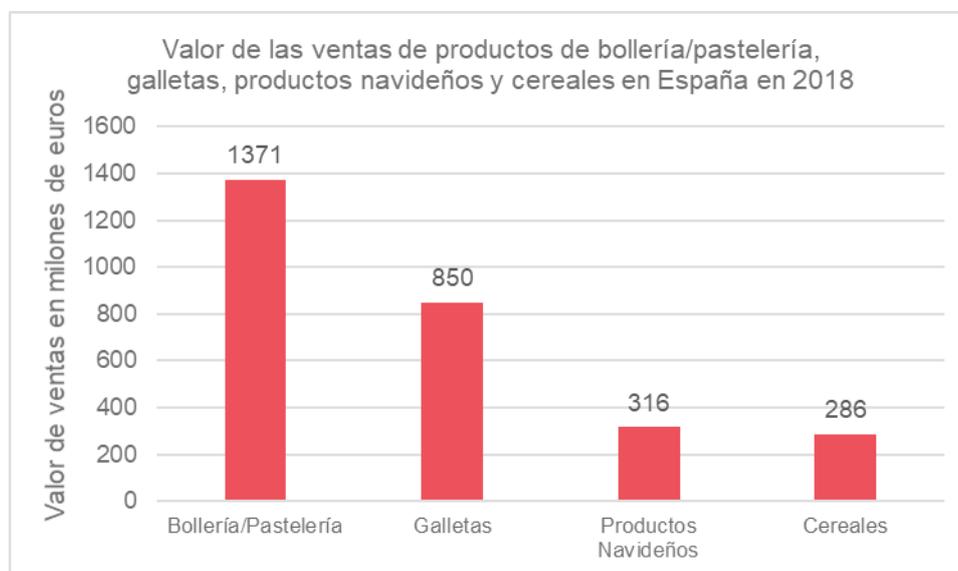


Figura 4. Valor de las ventas de productos de bollería, pastelería, galletas y cereales en España en 2018, por producto (en millones de euros). Fuente personal.

4. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LAS GALLETAS SIN GLUTEN

En 2014 en Europa el sector de galletas sin gluten estaba liderado por la marca Gullón con un 19,9% del volumen, seguida por Dr Shär (y Beiker) e Industrias Rodríguez (Virginias) que acaparaban el 14,6% y el 1,6% respectivamente (Alimarket S.A., 2015. <https://www.alimarket.es/alimentacion/informe/180088/informe-2015-del-mercado-de-alimentos-sin-alergenos>)

En el año 2019 los españoles se gastaron 80 millones de euros en productos sin gluten. De entre todos los productos sin gluten vendidos, las galletas sin gluten representan el 21% del total. Siendo la segunda categoría de productos sin gluten consumidos, justo detrás de los artículos de panificación que suponen el 40% de las ventas y por delante de las pastas alimentarias que suponen el 15% del consumo de alimentos sin gluten.

Otras referencias muy demandadas son los cereales y la bollería sin gluten con el 13% y el 11% del gasto en productos específicos sin gluten, respectivamente (Figura 5).

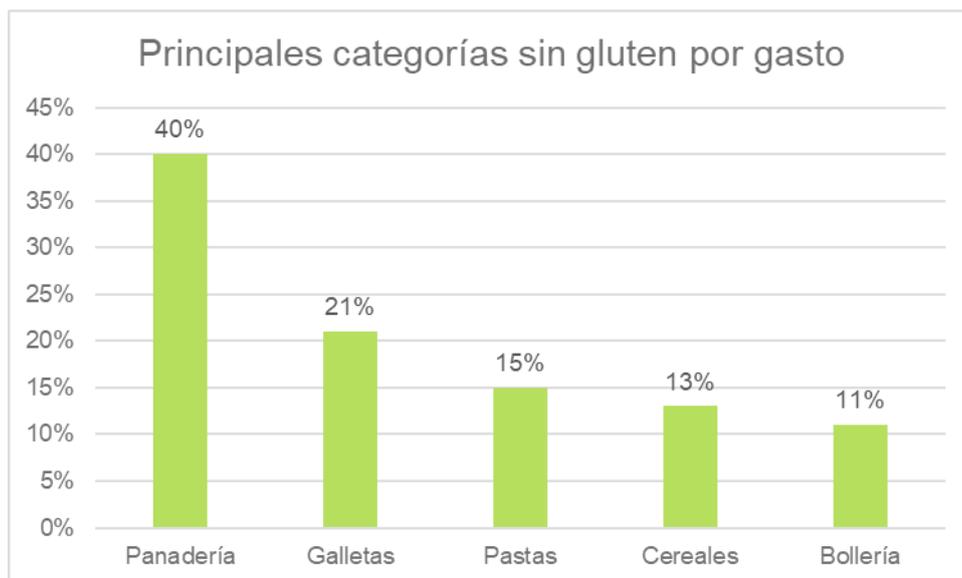


Figura 5. Principales categorías sin gluten por gasto. Fuente: Nielsen.

<https://www.nielsen.com/es/es/insights/article/2019/espanoles-gastan-80-millones-ano-en-productos-sin-gluten/>

5. CONCLUSIONES

Desde el 2008 en España se lanzaron más de 100 nuevos productos sin gluten al año. Esto se debe a que el mercado de alimentos sin gluten cada año experimenta un aumento tanto de producción como de consumo. La prevalencia de la enfermedad

celiaca es del 1-2%, y la única solución para las personas que sufren esta patología es llevar una dieta sin gluten.

En España el mercado de las galletas sin gluten es el segundo más consumido entre los productos sin gluten, por detrás de los productos de panadería. No obstante, este mercado necesita de una continua renovación debido a que actualmente los productos sin gluten no ofrecen una gran variedad, por no hablar de las carencias nutricionales que sufren las personas que siguen una dieta sin gluten. Esto se debe a que la harina de trigo es sustituida por almidones o harina de arroz, resultando fórmulas pobres en proteínas, con menor contenido en fibras, vitaminas y minerales y mayor contenido de grasas y azúcar, lo que hacen que la dieta sin gluten no ofrezca las mismas oportunidades que una dieta normal y los consumidores y las industrias demandan productos de mejor calidad sensorial y nutricional.

El producto de galletas sin gluten a base de harina de alpiste desarrollado en este proyecto supondrá una innovación en este mercado de galletas sin gluten que aportará una mejora tanto en las calidades nutricionales de este sector como en las características sensoriales.

Anejo 4: Estudio económico

ÍNDICE ANEJO IV

1. OBJETO.....	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. COSTES DEL PROYECTO	2
3.1. Costes fijos del proyecto	2
3.1.1. Amortización de la maquinaria	2
3.1.2. Intereses de la maquinaria.....	3
3.1.3. Seguro de la empresa.....	4
3.1.4. Alojamiento de la maquinaria.....	4
3.1.5. Seguros e impuestos de la maquinaria	5
3.1.6. Mano de obra.....	6
3.1.7. Costes fijos totales anuales	8
3.2. Costes variables de la línea de producción	9
3.2.1. Materias primas	9
3.2.2. Materiales auxiliares	9
3.2.3. Consumo de agua.....	10
3.2.4. Consumo eléctrico	10
3.2.5. Costes de transporte.....	10
3.2.6. Costes variables totales anuales	10
3.3. Costes totales anuales.....	12
4. INGRESOS DEL PROYECTO	13
5. GANACIAA DEL PROYECTO	14
6. CONCLUSIONES.....	14

ANEJO 4: ESTUDIO ECONÓMICO

1. OBJETO

La finalidad de este anejo es estudiar las ganancias del proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste, producto que se va a implantar en una nueva línea de producción de la industria de galletas sin gluten situada en el municipio de Dueñas.

2. INTRODUCCIÓN

En este estudio económico se va a comenzar por calcular los costes anuales que genera la fabricación de la nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste.

Para ello debemos saber que un coste es el valor de los factores de producción que se destruyen o se inmovilizan en el proceso de producción. Y que existen dos tipos de costes:

- Costes fijos: son aquellos gastos que permanecen invariables, aunque los niveles de actividad y de producción de la empresa varíen. Es decir, se mantienen constantes a lo largo del tiempo de vida útil del proyecto. Dentro de los costes fijos de este proyecto podemos encontrar: la amortización de la maquinaria, los intereses de la maquinaria, un seguro para la empresa, el alojamiento de la maquinaria, los seguros e impuestos de la maquinaria y la mano de obra.
- Costes variables: son aquellos gastos que cambian en función del nivel de actividad y producción de bienes y servicios de la empresa. También se les conoce como costes por unidad producida, ya que son costes que irán cambiando al alza o a la baja en función del número de unidades producidas. Los costes variables que se van a tener en cuenta en este proyecto son: el gasto de las materias primas, los materiales auxiliares, el consumo de agua, el consumo eléctrico y los costes de transporte.

Los otros datos que se van a tener en cuenta para calcular los costes del proyecto son los siguientes:

- Vida útil del proyecto: se define como el tiempo estimado durante el cual la inversión genera rendimientos. Es decir, el tiempo durante el cual un activo puede generar una renta. Toda empresa para poder desarrollar su objetivo requiere de una serie de activos fijos, los cuales se desgastan hasta el punto de quedar inservibles como consecuencia de su utilización. Algunos activos pueden tener mayor vida útil por el uso que se haga de ellos. La vida útil del

proyecto debe de ser lo suficientemente elevada para que la inversión sea rentable. Por lo que se estimará una vida útil de 25 años.

- Producción: la producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina de alpiste es de 15.000 kg de producto terminado al día. Como esta línea de fabricación se realiza 102 días al año, la producción anual es de 1.530.000 kg de producto final.
- Tipo de interés: en el caso de este proyecto el tipo de interés es del 5,0%.

Finalmente se calcularán también los ingresos anuales y se evaluará la ganancia que produce el nuevo producto de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste.

3. COSTES DEL PROYECTO

3.1. Costes fijos del proyecto

3.1.1. Amortización de la maquinaria

La fórmula para calcular la amortización de la maquinaria es la siguiente:

$$A_m = (V_0 - V_f) / n$$

Siendo:

- V_0 : el precio de adquisición de la maquinaria.
- V_f : el valor residual de la maquinaria. En este caso, el valor residual de la maquinaria se va a considerar como el 10% del precio de adquisición.
- n : la vida útil. Se considera 15 años para toda la maquinaria.

Los cálculos de los costes de amortización de la maquinaria se encuentran recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de los costes de amortización de la maquinaria.

MAQUINARIA	V ₀ (€)	V _f (€)	n (años)	AMORTIZACIÓN (€/año)
Balanza industrial 300 kg	119,00	11,90	15	7,14
Balanza industrial 30 kg	128,75	12,88	15	7,73
Amasadora horizontal	17.454,00	1.745,40	15	1.047,24
Cubas metálicas con ruedas	5.000,00	500,00	15	300,00
Maquina rotativa	77.622,86	7.762,29	15	4.657,37
Cinta transportadora	5.000,00	500,00	15	300,00
Horno de cocción a calefacción mixta	126.590,62	12.659,06	15	7.595,44
Cinta transportadora de enfriamiento	14.776,00	1.477,60	15	886,56
Envasadora molde rotativo flow-pack	95.790,00	9.579,00	15	5.747,40
Detector de metales y control de peso	8.000,00	800,00	15	480,00
Enfardadora de palés	4.200,00	420,00	15	252,00
TOTAL	354.681,23			21.280,87

El total de los costes de amortización de la maquinaria asciende a 21.280,87 €/año.

3.1.2. Intereses de la maquinaria

La fórmula para calcular los intereses de la maquinaria es la siguiente:

$$I_m = ((V_0 + V_f) / 2) \cdot i$$

Siendo:

- V₀: el precio de adquisición de la maquinaria.
- V_f: el valor residual de la maquinaria. En este caso, el valor residual de la maquinaria se va a considerar como el 10% del precio de adquisición.
- i: el tipo de interés. En este proyecto se considera un tipo de interés del 5,0%.

Los cálculos de los costes de intereses de la maquinaria se encuentran recogidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Cálculo de los costes de intereses de la maquinaria.

MAQUINARIA	V ₀ (€)	V _f (€)	i (%)	INTERESES (€/año)
Balanza industrial 300 kg	119,00	11,90	5,0	3,27
Balanza industrial 30 kg	128,75	12,88	5,0	3,54
Amasadora horizontal	17.454,00	1.745,40	5,0	479,99
Cubas metálicas con ruedas	5.000,00	500,00	5,0	137,50
Maquina rotativa	77.622,86	7.762,29	5,0	2.134,63
Cinta transportadora	5.000,00	500,00	5,0	137,50
Horno de cocción a calefacción mixta	126.590,62	12.659,06	5,0	3.481,24
Cinta transportadora de enfriamiento	14.776,00	1.477,60	5,0	406,34
Envasadora molde rotativo flow-pack	95.790,00	9.579,00	5,0	2.634,23
Detector de metales y control de peso	8.000,00	800,00	5,0	220,00
Enfardadora de palés	4.200,00	420,00	5,0	115,50
TOTAL				9.753,73

El total de los costes de intereses de la maquinaria se eleva a 9.753,73 €/año.

3.1.3. Seguro de la empresa

La industria de galleta sin gluten cuenta con un seguro el cual permite recuperar daños y pérdidas derivados de la actividad industrial desarrollada o provocada por terceros, garantiza la permanencia de la empresa después de un siniestro total, cubre parte de los daños ocasionados en caso de incendio, inundación o cualquier otra catástrofe.

El coste total del seguro de la empresa asciende a 6.000 €/año.

3.1.4. Alojamiento de la maquinaria

En el sector agroalimentario se suele estimar el coste anual de alojamiento de la maquinaria entre el 0,5% y el 1,0% del valor de adquisición (V₀), en el caso de este proyecto se considerará el 0,5%.

Tabla 3. Cálculo de los costes de alojamiento de la maquinaria.

MAQUINARIA	V₀ (€)	ALOJAMIENTO (€/año)
Balanza industrial 300 kg	119,00	5,95
Balanza industrial 30 kg	128,75	6,44
Amasadora horizontal	17.454,00	872,70
Cubas metálicas con ruedas	5.000,00	250,00
Maquina rotativa	77.622,86	3.881,14
Cinta transportadora	5.000,00	250,00
Horno de cocción a calefacción mixta	126.590,62	6.329,53
Cinta transportadora de enfriamiento	14.776,00	738,80
Envasadora molde rotativo flow-pack	95.790,00	4.789,50
Detector de metales y control de peso	8.000,00	400,00
Enfardadora de palés	4.200,00	210,00
TOTAL		17.734,06

El total de los costes de alojamiento de la maquinaria asciende a 17.734,06 €/año.

3.1.5. Seguros e impuestos de la maquinaria

La estimación de esos valores es dificultosa, aunque suele considerarse como válida una cifra comprendida entre el 1,0% y el 2,0% del valor inicial (V₀) cada año. En el caso de este proyecto se considerará el 1,0% del valor inicial (Tabla 4).

Tabla 4. Cálculo de los costes de seguros e impuestos de la maquinaria.

MAQUINARIA	V₀ (€)	SEGUROS E IMPUESTOS (€/año)
Balanza industrial 300 kg	119,00	1,19
Balanza industrial 30 kg	128,75	1,29
Amasadora horizontal	17.454,00	174,54
Cubas metálicas con ruedas	5.000,00	50,00
Maquina rotativa	77.622,86	776,23
Cinta transportadora	5.000,00	50,00
Horno de cocción a calefacción mixta	126.590,62	1.265,91
Cinta transportadora de enfriamiento	14.776,00	147,76
Envasadora molde rotativo flow-pack	95.790,00	957,90
Detector de metales y control de peso	8.000,00	80,00
Enfardadora de palés	4.200,00	42,00
TOTAL		3.546,81

El total de los costes de seguros e impuestos de la maquinaria se eleva a 3.546,81 €/año.

3.1.6. Mano de obra

La mano de obra es el colectivo de trabajadores que intervienen en el proceso productivo prestando a éste un servicio o utilidad. Para calcular los costes anuales de la mano de obra se deben tener en cuenta dos bases de cotización diferentes:

- La base de cotización propiamente dicha: la cual se compone del salario del trabajador más la parte proporcional de mensualidades extraordinarias.
- Las bases de cotización al Régimen General de la Seguridad Social: estas bases se encuentran descritas en la Tabla 5.

Tabla 5. Bases de cotización al Régimen General de la Seguridad Social.

Contingencias comunes	23,60%
Desempleo	5,75%
Fondo de Garantía Salarial	0,20%
Formación Profesional	0,60%
Enfermedades profesionales y accidentes de trabajo	3,60%
TOTAL	33,75%

Los trabajadores que forman parte de la plantilla de la industria de galletas sin gluten son los siguientes:

Tabla 6. Plantilla de trabajadores de la industria de galletas sin gluten.

CATEGORIA	Nº DE PERSONAS / DÍA DE PRODUCCIÓN
Director y responsable de recursos humanos	1
Jefe administrativo y comercial	1
Auxiliar de administrativo	1
Encargado de producción	2
Encargado de calidad e i+D	2
Encargados de almacén de materias primas y sala de pesado	4
Encargado de almacén de producto terminado	2
Mecánicos	2
Operarios responsables de la sala de amasado	4
Operarios responsables de la sala de moldeado y zona de horneado	4
Operarios responsables de la zona de envasado	6

Cada trabajador en función de su puesto en la industria va a tener un salario. Los costes de la seguridad social que la empresa debe abordar para cada trabajador se componen del sueldo del trabajador multiplicado por las bases de cotización al Régimen General de la Seguridad Social. En la Tabla 7 se puede observar como se han calculado los costes anuales de la mano de obra para la línea de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste:

Tabla 7. Cálculo de los costes anuales de la mano de obra.

CATEGORÍA	Nº DE TRABAJADORES	SUELDO BASE (€/día)	DÍAS DE TRABAJO (días/mes)	BASE DE COTIZACIÓN (€/mes)	BASE DE COTIZACIÓN AL RÉGIMEN GENERAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL (€/mes)	COSTES ANUALES (€/año)
Director y responsable de recursos humanos	1	120,00	8,50	1.020,00	40,50	12.726,00
Jefe administrativo y comercial	1	70,00	8,50	595,00	23,63	7.423,50
Auxiliar de administrativo	1	55,00	8,50	467,50	18,56	5.832,75
Encargado de producción	2	65,00	8,50	552,50	21,94	13.786,50
Encargado de calidad e i+D	2	57,50	8,50	488,75	19,41	12.195,75
Encargados de almacén de materias primas y sala de	4	50,00	8,50	425,00	16,88	21.210,00
Encargado de almacén de producto terminado	2	50,00	8,50	425,00	16,88	10.605,00
Mecánicos	2	50,00	8,50	425,00	16,88	10.605,00
Operarios responsables de la sala de amasado	4	45,00	8,50	382,50	15,19	19.089,00
Operarios responsables de la sala de moldeado y zona	4	45,00	8,50	382,50	15,19	19.089,00
Operarios responsables de la zona de envasado	6	45,00	8,50	382,50	15,19	28.633,50
TOTAL						161.196,00

El total de los costes de la mano de obra de la industria asciende a 161.196,00 €/año.

3.1.7. Costes fijos totales anuales

Teniendo en cuenta lo cálculos realizados con anterioridad, los costes fijos totales anuales del proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste se elevan a 219.511,47 €/año (Tabla 9).

Tabla 8. Cálculo de los costes fijos totales anuales.

COSTES FIJOS ANUALES	€/año
Amortización maquinaria	21.280,87
Intereses maquinaria	9.753,73
Seguro empresa	6.000,00
Alojamiento maquinaria	17.734,06
Seguros e impuestos maquinaria	3.546,81
Mano de obra	161.196,00
TOTAL	219.511,47

3.2. Costes variables de la línea de producción

3.2.1. Materias primas

En la Tabla 10 se encuentran los costes anuales de las materias primas, los cuales pueden variar en los distintos años de producción.

Tabla 9. Cálculo de los costes anuales de las materias primas.

MATERIAS PRIMAS	CANTIDAD (kg/AÑO)	PRECIO (€/kg)	PAGO ANUAL (€)
Harina integral de alpiste	514.286,55	1,40	720.001,17
Harina de arroz	514.286,55	0,96	493.715,09
Mantequilla	462.855,60	7,34	3.397.360,10
Panela	308.570,40	5,14	1.586.051,86
Agua	30.857,04	0,083	2.561,13
Bicarbonato	1.683,00	1,19	2.002,77
Sal	5.141,82	0,23	1.182,62
Extracto de vainilla	5.141,82	84,95	436.797,61
TOTAL			6.639.672,35

El coste anual total de materias primas asciende a 6.639.672,35 €/año.

3.2.2. Materiales auxiliares

Los costes anuales de los materiales auxiliares se encuentran en la Tabla 11, estos costes pueden variar en los distintos años de producción.

Tabla 10. Cálculo de los costes anuales de los materiales auxiliares.

MATERIALES AUXILIARES	CANTIDAD ANUAL	PRECIO	PAGO ANUAL (€)
Bandejas de plástico	10.200.000 unidades	0,15 €/unidad	1.530.000,00
Polipropileno tipo A1	591,6 bobinas	255,00 €/bobina	150.858,00
Cajas de cartón	255.000 unidades	0,30 €/unidad	76.500,00
Film retráctil	2.217,39 bobinas	19,95 €/bobina	44.236,93
Palés de plástico higiénico	120 unidades	16,50 €/unidad	1.980,00
TOTAL			1.803.574,93

El coste anual total de materiales auxiliares se eleva a 1.803.574,93 €/año.

3.2.3. Consumo de agua

El consumo de agua de la línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste a 30.857,04 kg/año. El precio del agua en el municipio de Dueñas es de 0,083 €/kg.

Por lo que el coste anual de consumo de agua se eleva a 2.561,13 €/año.

3.2.4. Consumo eléctrico

El consumo eléctrico que la maquinaria realiza durante los 102 días de producción anual de la línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste asciende a 16.677,28 €/año (Tabla 8). Para realizar este cálculo se ha tenido en cuenta que el precio del kWh es de 0,1423 €.

Tabla 11. Cálculo de los costes anuales del consumo eléctrico.

MAQUINARIA	POTENCIA (kW)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	COSTE (€/kWh)	COSTE TOTAL (€/día)	COSTE TOTAL (€/año)
Amasadora horizontal	8,60	15,00	0,1423	18,36	1.872,38
Maquina rotativa	12,00	15,00	0,1423	25,61	2.612,63
Cinta transportadora	5,50	15,00	0,1423	11,74	1.197,45
Horno de cocción a calefacción mixta	15,00	15,00	0,1423	32,02	3.265,79
Cinta transportadora de enfriamiento	5,50	15,00	0,1423	11,74	1.197,45
Envasadora molde rotativo flow-pack	5,00	15,00	0,1423	10,67	1.088,60
Detector de metales y control de peso	22,00	15,00	0,1423	46,96	4.789,82
Enfardadora de palés	3,00	15,00	0,1423	6,40	653,16
TOTAL					16.677,28

3.2.5. Costes de transporte

El coste de transporte de las materias primas es gestionado a través de las empresas suministradoras de dichas materias. Pero, el transporte del producto terminado es tramitado por la empresa de galletas sin gluten, que, al no disponer de vehículos de transporte de mercancías propios, contrata a una empresa externa encargada de llevar el producto final a los puntos de venta.

Los costes del transporte del producto final de la línea de fabricación de las galletas elaboradas con harina integral de alpiste ascienden a 92.000 €.

3.2.6. Costes variables totales anuales

Se consideran costes variables a los referidos al pago de las materias primas y materiales auxiliares necesarios para la elaboración del producto. Los costes variables totales para la nueva línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste se encuentran recogidos en la Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo de los costes variables totales anuales.

COSTES VARIABLES ANUALES	€/año
Materias primas	6.639.672,35
Materiales auxiliares	1.803.574,93
Consumo de agua	2.561,13
Consumo eléctrico	16.677,28
Costes de transporte	92.000,00
TOTAL	8.554.485,69

Los costes anuales variables totales de este proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste alcanzan los 8.554.485,69 €/año.

Se estima que durante los cuatro primeros años de producción de este nuevo producto la industria no realice una producción del 100% al poder presentarse imprevistos propios de la puesta en marcha de una nueva línea de producción en la industria. Durante estos cuatro primeros años los costes variables totales habrán de ser menores, ya que se realiza un desembolso menor en materias primas y materiales auxiliares. Se ha considerado un porcentaje de gasto variable para los cuatro primeros años del 75%, 80%, 90% y 90% respectivamente.

A partir del año 5 y hasta el 20, la industria funcionará a pleno rendimiento, y del año 20 al 25 se estima que los gastos ordinarios totales se reduzcan debido a que la línea productiva estará en periodo de obsolescencia, considerándose un porcentaje del 90%, 90%, 80%, 80% y 75% respectivamente (Tabla 13).

Tabla 13. Costes variables anuales totales por año.

AÑO	RENDIMIENTO (%)	COSTES VARIABLES ANUALES (€)
1	75,00%	6.415.864,27
2	80,00%	6.843.588,55
3-4	90,00%	7.699.037,12
5-20	100,00%	8.554.485,69
21-22	90,00%	7.699.037,12
23-24	80,00%	6.843.588,55
25	75,00%	6.415.864,27

3.3. Costes totales anuales

Los costes totales anuales del proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste varían en función del año, ya que los costes totales se componen de la suma de los costes fijos y los costes variables.

En la Tabla 14 se encuentran los costes totales anuales durante los 25 años de vida útil del proyecto.

Tabla 14. Cálculo de los costes totales anuales para cada año de vida útil del proyecto.

AÑO	COSTES FIJOS (€año)	COSTES VARIABLES (€año)	COSTES TOTALES (€año)
1	219.511,47	6.415.864,27	6.635.375,74
2	219.511,47	6.843.588,55	7.063.100,02
3-4	219.511,47	7.699.037,12	7.918.548,59
5-20	219.511,47	8.554.485,69	8.773.997,16
21-22	219.511,47	7.699.037,12	7.918.548,59
23-24	219.511,47	6.843.588,55	7.063.100,02
25	219.511,47	6.415.864,27	6.635.375,74

4. INGRESOS DEL PROYECTO

Los ingresos que se reciben anualmente son los provenientes de la venta del producto terminado. Estos ingresos son variables, ya que no todos los años se van a poder alcanzar los objetivos de ventas. Los ingresos anuales que se estiman recibir por las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste alcanzan 9.730.800,00 €/año (Tabla 15).

Tabla 15. Cálculo de los ingresos variables anuales.

PRODUCTO	KG PRODUCTO TERMINADO / DÍA	KG PRODUCTO TERMINADO / AÑO	PRECIO PRODUCCIÓN 1 KG DE PRODUCTO TERMINADO (€)	PRECIO VENTA 1 KG DE PRODUCTO TERMINADO (€)	INGRESOS (€/año)
Galletas enriquecidas con harina integral de alpiste	15.000,00	1.530.000,00	4,24	6,36	9.730.800,00

Al igual que ocurre con los costes variables, los ingresos variables serán menores los cuatro primeros años de producción. Para estos cuatro primeros años se ha considerado un porcentaje de ingreso variable del 75%, 80%, 90% y 90% respectivamente.

A partir del año 5 y hasta el 20, la industria funcionará a pleno rendimiento, y del año 20 al 25 se estima que los cobros ordinarios totales se reduzcan debido a que la línea productiva estará en periodo de obsolescencia, considerándose un porcentaje del 90%, 90%, 80%, 80% y 75% respectivamente (Tabla 16).

Tabla 16. Cálculo de los ingresos totales anuales para cada año de vida útil del proyecto.

AÑO	RENDIMIENTO (%)	INGRESOS VARIABLES ANUALES (€)
1	75,00	7.298.100,00
2	80,00	7.784.640,00
3-4	90,00	8.757.720,00
5-20	100,00	9.730.800,00
21-22	90,00	8.757.720,00
23-24	80,00	7.784.640,00
25	75,00	7.298.100,00

5. GANANCIA DEL PROYECTO

La ganancia es la diferencia entre ingresos y costes. La ganancia es positiva cuando los ingresos son mayores que los costes y entonces el proyecto importa beneficios al promotor del proyecto.

En la Tabla 19 se recogen las ganancias para cada uno de los años de vida útil del proyecto.

Tabla 17. Cálculo de la ganancia de cada uno de los años de vida útil del proyecto.

AÑO	COSTES TOTALES (€/año)	INGRESOS TOTALES (€/año)	GANANCIA (€/año)
1	6.635.375,74	7.298.100,00	662.724,26
2	7.063.100,02	7.784.640,00	721.539,98
3-4	7.918.548,59	8.757.720,00	839.171,41
5-20	8.773.997,16	9.730.800,00	956.802,84
21-22	7.918.548,59	8.757.720,00	839.171,41
23-24	7.063.100,02	7.784.640,00	721.539,98
25	6.635.375,74	7.298.100,00	662.724,26

6. CONCLUSIONES

El proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste va a proporcionar unas ganancias que ascienden a los 662.724,26 € en el primer y último año de vida útil del proyecto. En los años 2, 23 y 24 las ganancias ascenderán a 721.539,98 €. Y en los años 3, 4, 21 y 22 la cifra de beneficio se eleva a 839.171,41 €. Pero no es hasta el año 5 que el proyecto va a alcanzar su mayor beneficio con una cifra que asciende a 956.802,84 € y que se mantendrá hasta el vigésimo año de vida útil del proyecto.

Anejo 5: Seguridad y salud

ÍNDICE ANEJO V

1. OBJETO.....	1
2. NORMAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	1
2.1. Disposiciones generales	1
2.1.1. Agua de consumo humano	1
2.1.2. Almacenamiento, conservación y transporte	1
2.1.3. Contaminantes	2
2.1.4. Etiquetado y publicidad	2
2.1.5. Higiene alimentaria	2
2.1.6. Manipulador de alimentos	3
2.1.7. Materiales en contacto con los alimentos	3
2.1.8. Productos de limpieza y biocidas	3
2.1.9. Registro	3
2.1.10. Seguridad alimentaria	3
2.1.11. Seguridad General de los Productos	4
2.2. Disposiciones específicas del sector de galletas	4
3. RIESGOS ASOCIADOS AL PROCESO DE ELABORACIÓN Y FABRICACIÓN DE GALLETAS	4
4. EL SISTEMA DE AUTOCONTROL	6
4.1. Programas de prerrequisitos.....	6
4.2. Sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico	8
4.2.1. Definición del ámbito de estudio	9
4.2.2. Definición del producto.....	9
4.2.3. Determinación del uso previsto y destino del producto.....	11
4.2.4. Elaboración del diagrama de flujo	11
4.2.5. Confirmación in situ del diagrama de flujo	13
4.2.6. Principios del sistema APPCC	13
5. CONCLUSIONES.....	20

ANEJO 5: SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO

Este anejo tiene como objeto garantizar que la producción de galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste se realice cumpliendo la legislación en el ámbito de la higiene y la seguridad alimentaria, para su consecución se van a proponer unas pautas de trabajo que garanticen un producto final de calidad.

2. NORMAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Con el propósito de lograr el nivel más elevado posible de protección de la salud de los consumidores finales, la Comisión de las Comunidades Europeas propuso un planteamiento nuevo en el ámbito de la producción de alimentos. Esto se tradujo en el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria, en el que se presentaban más de 80 acciones independientes que han transformado la política alimentaria de la Unión Europea.

A continuación, se va a presentar un listado de referencias normativas comunitarias y estatales pertinentes al ámbito de la higiene y seguridad alimentaria que se siguen en esta industria de galletas sin gluten para conseguir fabricar un producto seguro para el consumidor final.

2.1. Disposiciones generales

2.1.1. Agua de Consumo Humano

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero de 2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

2.1.2. Almacenamiento, Conservación y Transporte

- Real Decreto 706/1986, de 7 de marzo de 1986, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento (no frigorífico) de alimentos y productos alimentarios. Modificado por Real Decreto 1112/1991, de 12 de julio de 1991.
- Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero de 1985, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

- Real Decreto 1202/2005, de 10 de octubre de 2005, sobre el transporte de mercancías perecederas y los vehículos especiales utilizados en estos transportes.

2.1.3. Contaminantes

- Reglamento (CE) nº 1881/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Modificado por Reglamento (CE) nº 629/2008, de 2 de julio de 2008.
- Reglamento (CE) nº 315/1993 del Consejo, de 8 de febrero de 1993, por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios. Modificado por Reglamento (CE) nº 596/2009, de 18 de junio de 2009.
- Reglamento (CE) nº 401/2006, de 23 de febrero de 2006, de la Comisión por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial del contenido de micotoxinas en los productos alimenticios.

2.1.4. Etiquetado y Publicidad

- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio de 1999, por el que se aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. Modificado por Real Decreto 1245/2008, de 18 de julio de 2008.
- Reglamento (CE) Nº 41/2009 de la Comisión, de 20 de enero de 2009, sobre la composición y etiquetado de productos alimenticios apropiados para personas con intolerancia al gluten.
- El Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

2.1.5. Higiene alimentaria

- Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. Modificado por Reglamento (CE) nº 1019/2008, de 17 de octubre de 2008.
- Reglamento (CE) nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. Modificado por Reglamento (CE) nº 1020/2008, de 17 de octubre de 2008.

- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. Modificado por Reglamento (CE) nº 1441/2007, de 5 de diciembre de 2007.
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo de 2006, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.

2.1.6. Manipulador de Alimentos

- Real Decreto 202/2000, de 11 de febrero de 2000, por el que se establecen las normas relativas a los manipuladores de alimentos.
- Decreto 269/2000, de 14 de diciembre, por el que se regulan los planes de formación sobre higiene de los alimentos en industrias y establecimientos alimentarios (Comunidad de Castilla y León).

2.1.7. Materiales en Contacto con los Alimentos

- Reglamento (CE) nº 372/2007 de la Comisión, de 2 de abril de 2007, que establece límites de migración transitorios para los plastificantes utilizados en las juntas de tapas destinadas a entrar en contacto con alimentos. Modificado por Reglamento (CE) nº 597/2008, de 24 de junio de 2008.
- Reglamento (CE) nº 1935/2004, de 27 de octubre de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.

2.1.8. Producto de Limpieza y Biocidas

- Real Decreto 3360/1983, de 30 de noviembre de 1983, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de lejías. Modificado por Real Decreto 349/1993, de 5 de marzo de 1993.

2.1.9. Registro

- Real Decreto 1712/1991, de 29 de noviembre, sobre registro general sanitario de alimentos.

2.1.10. Seguridad Alimentaria

- Reglamento (CE) nº 2230/2004 de la Comisión de 23 de diciembre de 2004 por el que se establecen las normas de desarrollo del Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a la interconexión de las organizaciones que actúan en los ámbitos

comprendidos en el cometido de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

- Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. Modificado por Reglamento (CE) nº 202/2008, de 4 de marzo de 2008.
- Real Decreto 709/2002, de 19 de julio de 2002, por el que se aprueba el estatuto de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria.
- Ley 11/2001, de 5 de julio, por la que se crea la Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Modificada por Ley 44/2006, de 29 de diciembre de 2006.

2.1.11. Seguridad General de los Productos

- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre de 2003, sobre seguridad general de los productos.

2.2. Disposiciones Específicas del Sector de Galletas

- Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, fabricación, circulación y comercio de galletas. Modificado por Real Decreto 2812/1983, de 13 de octubre de 1983.
- Orden de 2 de noviembre de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de las galletas.

3. RIESGOS ASOCIADOS AL PROCESO DE ELABORACIÓN Y FABRICACIÓN DE GALLETAS

En todas las industrias agroalimentarias se deben identificar cuáles son los peligros y riesgos asociados a sus procesos y actividades, entendiéndose como peligro cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadidas de manera intencionada a los alimentos y que pueden comprometer la inocuidad o la aptitud de los alimentos; riesgo se define como la ponderación de la probabilidad de un efecto perjudicial para la salud y de la gravedad de ese efecto, como consecuencia de un factor de peligro.

En esta industria de elaboración y fabricación de galletas sin gluten los riesgos detectados son los siguientes:

- Cuerpos extraños o contaminantes físicos: son las partículas y objetos impropios al alimento que pueden causar efectos nocivos atentando contra la salud del consumidor.

En el proceso de fabricación de galletas los cuerpos extraños que pueden contaminar el producto son comunes a otros sectores y las vías de entrada de dichos contaminantes físicos pueden ser las materias primas, las materias auxiliares, la maquinaria y los equipos presentes en la instalación que intervienen en la manipulación del producto, o los propios manipuladores.

Dentro de los denominados cuerpos extraños existe la categoría de cuerpos extraños indeseables, los cuales no suelen portar un riesgo físico para la salud de las personas, si no una insatisfacción, y es por eso por lo que son objeto del sistema de gestión de la calidad y no del sistema de seguridad y salud.

- Riesgos químicos: son sustancias químicas que, si se encuentran presentes en un alimento en cantidad suficiente, pueden causar un efecto adverso para la salud del consumidor. Estos efectos adversos pueden ser con carácter inmediato o a corto plazo (agudo) o a medio o largo plazo (crónico) debido a la ingesta reiterada de pequeñas dosis del contaminante químico durante un período continuado de tiempo.

Los contaminantes químicos pueden agruparse en función de la procedencia:

- * Contaminantes químicos procedentes de las materias primas: presentes de forma natural o que pueden aparecer en ciertas condiciones (micotoxinas), por presencia residual de sustancias utilizadas durante los procesos de producción primaria (fertilizantes, plaguicidas...) o por contaminación ambiental durante las etapas de producción primaria (metales, cristales...).
- * Contaminantes químicos procedentes del proceso de transformación: sustancias indeseables que aparecen durante el proceso de cocción en la propia matriz alimentaria, sustancias indeseables incorporadas por contaminación cruzada durante el procesado, sustancias indeseables provenientes por migración de las superficies en contacto con los alimentos (envasado, maquinaria...) o la presencia de ingredientes alérgenos e ingredientes que provocan intolerancia no declarados en el etiquetado del producto.

- Riesgos biológicos: son aquellos agentes biológicos (bacterias, virus, hongos, levaduras o parásitos) que pueden causar un efecto adverso para la salud del consumidor. En las galletas los posibles parásitos que pueden originar una enfermedad alimentaria son los provenientes de las materias primas. Sin embargo, debido al muy bajo contenido en agua y al tratamiento térmico que sufren las galletas, no deben presentarse riesgos biológicos en este producto.

Los riesgos microbióticos (pájaros, roedores, insectos...) quedan excluidos de la clasificación de riesgos biológicos, son considerados vectores de contaminación microbiana y serán controlados a través del plan de control de plagas y animales indeseables y algunos otros programas de prerrequisitos

relacionados (plan de limpieza y desinfección, gestión de residuos, plan de mantenimiento, plan de formación...).

4. EL SISTEMA DE AUTOCONTROL

El conjunto de métodos y procedimientos que las empresas alimentarias deben aplicar para garantizar la inocuidad y salubridad de los productos que elaboran se entienden como sistema de autocontrol.

El sistema de control de nuestra industria se apoya en dos elementos fundamentales:

- Programas de prerrequisitos (PPR): gestionan los riesgos procedentes del entorno de trabajo, incluidos los producidos por las contaminaciones cruzadas.
- Sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC): gestiona los riesgos significativos específicos del proceso de producción.

4.1. Programas de prerrequisitos

Los programas de prerrequisitos, también conocidos como programas generales de higiene, son aquellas condiciones y actividades básicas necesarias para mantener un ambiente inocuo a lo largo del proceso productivo y tienen como principal cometido evitar la entrada e incorporación de los contaminantes físicos, químicos o biológicos durante la producción y manipulación del producto.

Los PPR que se van a aplicar en la industria de galletas sin gluten son los siguientes:

- Plan de formación y prácticas correctas de higiene y manipulación: su finalidad es asegurar que el personal de la industria dispone de los conocimientos adecuados en materia de higiene y seguridad alimentaria, y que los aplica de forma responsable en su actividad laboral diaria. Su implementación debe permitir eliminar o reducir hasta niveles aceptables todos aquellos contaminantes físicos, químicos y biológicos que pueden ser transmitidos por el manipulador de alimentos.

Este plan mensual ha sido diseñado siguiendo las normas relativas a los manipuladores de alimentos establecidas en el Real Decreto 202/2000 y el Reglamento 852/2004 en lo que a higiene de productos alimenticios se refiere. Y abarca la formación en higiene alimentaria tanto a nivel básica como a nivel avanzado, incluyendo conocimientos generales y específicos en higiene personal, indumentaria, control sanitario, comportamiento higiénico, prácticas correctas de higiene y manipulación y sistema de autocontrol. En estas formaciones también se incluirá la formación básica y avanzada de los principios del sistema de APPCC al personal de la industria encargado del desarrollo y mantenimiento del dicho sistema.

Para asegurarnos que los trabajadores cumplen con las prácticas de higiene aprendidas durante la formación, la industria cuenta con una normativa interna

de higiene en la que se incluyen unos códigos de prácticas correctas de higiene y manipulación que deben de seguirse durante el proceso productivo.

- Plan de Control del Agua: aunque la calidad y las propiedades del agua son competencia de la autoridad que suministra el agua de la red municipal, en la industria se ha implantado un plan mensual de control microbiológico y químico del agua con el fin de evitar la posible entrada de contaminantes, químicos y biológicos a lo largo de la red de distribución interna de la industria y de la manipulación de dicha materia prima durante el proceso productivo.
- Plan de Control de Proveedores: este plan pretende minimizar la posible entrada de contaminantes físicos, químicos y biológicos a través de las materias primas o materias auxiliares. El aprovisionamiento de estos suministros será conforme a los requisitos de legalidad, seguridad alimentaria y calidad establecidos en este plan de control. En caso de que las materias primas o auxiliares no cumplan con lo establecido en dicho plan estas serán devueltas al proveedor, el cual enviará esas materias de nuevo.
- Plan de limpieza y desinfección: este plan que se realiza diariamente en la industria, permite reducir la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el entorno productivo y en las superficies que pueden entrar en contacto con los alimentos de la industria, de esta forma se minimiza su posible incorporación al producto alimenticio a lo largo del proceso de producción. El plan de limpieza establecido en la industria consta de tres partes:
 - * Desmontar la maquinaria y retirar los restos orgánicos más gruesos a mano.
 - * Un lavado de la maquinaria y superficies con agua a una temperatura de entre 40-50°C y detergente alcalino diluido al 2 o 3%. Se dejará actuar la mezcla durante 15 minutos y después se aclarará con agua.
 - * Un proceso de desinfección de la maquinaria y superficies con agua a una temperatura entre los 15-25°C y una dilución del desinfectante del 1-1,5%. Esta disolución se dejará actuar durante 15 minutos y después será aclarada con agua.
- Plan de Control de Plagas y otros Animales Indeseables: su objetivo es prevenir el acceso, anidamiento y proliferación de plagas de animales indeseables en el entorno productivo, ya que pueden ser vectores de contaminación microbiológica. Este plan se aplica a todas las áreas y locales de la empresa, incluidas las exteriores. Aunque el control de las plagas se realiza por una empresa externa especializada en control de plagas, muchas otras medidas higiénicas y acciones de mantenimiento y seguimiento deben ser ejecutadas a nivel interno por los trabajadores de esta industria.
- Plan de Trazabilidad: su propósito es establecer las medidas necesarias para garantizar la relación entre la información presente en los lotes de materias

primas y auxiliares y los registros derivados de su transformación y posterior distribución al consumidor. De esta forma se permite la transmisión del flujo de información relevante para la legalidad, la calidad y la seguridad alimentaria desde la recepción de materiales hasta la expedición del producto terminado.

En caso de que se haya fabricado un lote de galletas inseguro para el cliente, el plan de trazabilidad permite establecer una rápida y eficaz inmovilización y retirada de dicho lote defectuoso.

La normativa de referencia con la cual se ha diseñado este plan de trazabilidad es el Artículo 18 del Reglamento 178/2002.

- Plan de control de residuos: la mayoría de los desperdicios que se generan en la industria de galletas son materia orgánica, plásticos y cartones de envases y embalajes de materias auxiliares, todos ellos se gestionan o tratan de la manera adecuada. Para conocer la gestión o tratamiento de dichos residuos véase el Anejo 6. Residuos.

4.2. Sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico

El sistema de APPCC permite identificar, evaluar y controlar aquellos riesgos significativos para la inocuidad de los alimentos y establecer las medidas para su control, centrándose en la prevención en lugar de basarse principalmente en el análisis del producto final. Su finalidad es eliminar o reducir hasta un nivel aceptable los riesgos físicos, químicos o biológicos presentes en los alimentos.

Según se establece en el artículo 5, apartado 2, del Reglamento 852/2004, los principios del sistema APPCC son los siguientes:

- Detectar cualquier peligro que deba evitarse, eliminarse o reducirse a niveles aceptables.
- Detectar los puntos de control crítico en la fase o fases en las que el control sea esencial para evitar o eliminar un peligro o reducirlo a niveles aceptables.
- Establecer, en los puntos de control crítico, límites críticos que diferencien la aceptabilidad de la inaceptabilidad para la prevención, eliminación o reducción de los peligros detectados.
- Establecer y aplicar procedimientos de vigilancia efectivos en los puntos de control crítico.
- Establecer medidas correctivas cuando la vigilancia indique que un punto de control crítico no está controlado.
- Establecer procedimientos, que se aplicarán regularmente, para verificar que las medidas contempladas son eficaces.

- Elaborar documentos y registros en función de la naturaleza y el tamaño de la empresa alimentaria para demostrar la aplicación efectiva de las medidas contempladas.

Para poder llevar a cabo la aplicación de estos principios del sistema APPCC hay que contemplar una serie de estudios previos que son:

4.2.1. Definición del ámbito de estudio

En esta fase el equipo APPCC debe determinar primero el ámbito de aplicación del sistema, para a continuación poder definir el ámbito de estudio. En esta industria de galletas el ámbito de estudio se define en función de los siguientes aspectos:

- Segmento de la cadena alimentaria: tramo que va desde la recepción de materias primas y auxiliares hasta la expedición de productos terminados.
- Procesos y productos: todas las actividades de fabricación y envasado de las galletas desarrolladas en la fábrica.
- Tipología de peligros: todo tipo de agentes físicos, químicos y biológicos relevantes para la seguridad alimentaria.

Para completar la definición de ámbito de estudio, se mantendrán archivados y disponibles los planos de distribución de instalaciones de la planta de fabricación, así como la documentación relativa al registro general sanitario.

4.2.2. Definición del producto

El equipo de APPCC debe disponer de una ficha con la descripción detallada en la que se recoge toda la información pertinente para la seguridad alimentaria de las galletas elaboradas con harina integral de alpiste. En dicha ficha se incluye:

- Código de referencia interno: AL-001
- Denominación comercial: Sabor Dueñas.
- Denominación de venta: Cero gluten.
- Descripción general, presentación y formato: galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste y harina de arroz, cuya fuente de azúcares es la panela y de grasa la mantequilla. Estas galletas se van a vender en paquetes de 12 unidades colocadas en una bandeja de plástico reciclado y envueltas por polipropileno serigrafiado, y cada paquete pesa 150 g aproximadamente.
- Requisitos normativos.

- Lista de ingredientes: harina integral de alpiste, harina de arroz, mantequilla, panela, agua, bicarbonato, extracto de vainilla y sal.
- Materiales de envasado primario y secundario: bandejas de plástico reciclado, polipropileno tipo A1, cajas de cartón y film retráctil.
- Especificaciones técnicas.
- Cantidad neta: 15.000 kg/día
- Tratamientos tecnológicos.
- Sistema de envasado: envasadora flow-pack.
- Información nutricional:

Tabla 1. Información nutricional del producto.

Nutrición		
Valores energéticos y nutricionales medios:		
	por 100 g	por porción: 13 g
Valor energético:	1935 kJ 464 kcal	251 kJ 60 kcal
Grasas:	23,4 g	3,0 g
de las cuales saturadas:	14,8 g	1,9 g
Hidratos de carbono:	58,8 g	7,6 g
de los cuales azúcares:	16,3 g	2,1 g
Proteínas:	6,7 g	0,9 g
Fibra dietética:	2,2 g	0,3 g
Sal:	0,01 g	0,00 g

- Menciones adicionales de necesaria declaración en el etiquetado: sin gluten y sin huevo.
- Sistema de identificación del número de lote: año-mes-día-nºcaja-nºpaquete.
- Fecha de consumo preferente: 4 meses / Una vez abierto consumir en 6 días.
- Condiciones de almacenamiento: guardar en un espacio seco a temperatura ambiente / Una vez abierto conservar en un lugar fresco y seco (24°C-18°C).
- Condiciones de expedición.

- Destino del producto.
- Población a la que se dirige las galletas: personas que siguen una dieta libre de gluten.

4.2.3. Determinación del Uso Previsto y Destino del Producto

El equipo de APPCC de la industria debe estimar el uso normal o previsto del producto por parte del consumidor final, en este caso las galletas se dirigen al consumidor final y no necesitan manipulaciones ni transformaciones previas al consumo. Y por otro lado deben tener en cuenta a lo largo de todo el plan APPCC que las galletas fabricadas van destinadas a una población vulnerable, como es la población alérgica o intolerante al gluten.

4.2.4. Elaboración del Diagrama de Flujo

El equipo APPCC debe diseñar un diagrama de flujo que refleje de forma secuencial las fases del proceso de fabricación. Este diagrama es el punto de partida del plan APPCC, por lo que debe contener información técnica para que el estudio pueda progresar de forma óptima.

El diagrama de flujo de la industria de galletas sin gluten que fabrica las galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste es el siguiente:

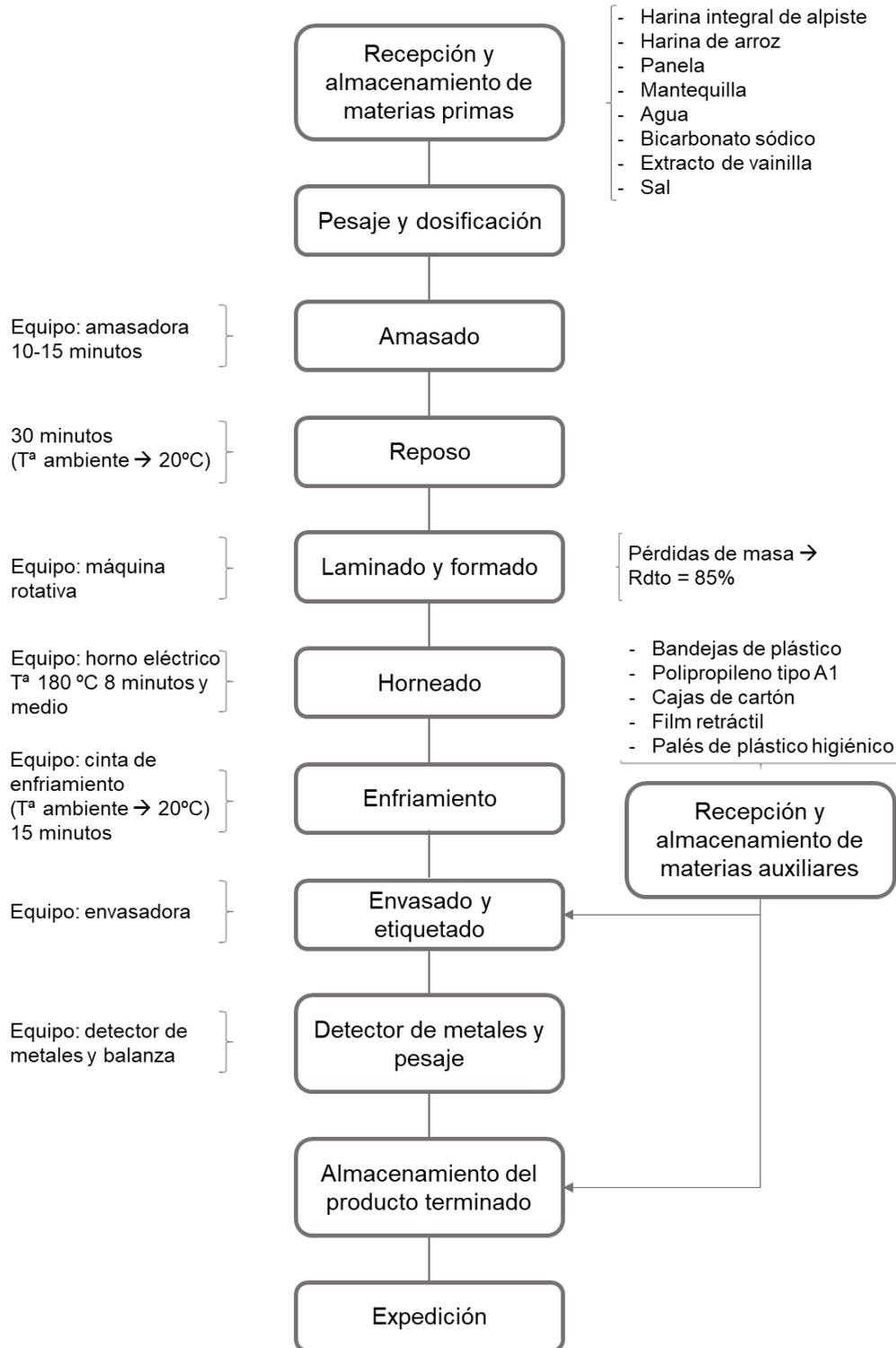


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso productivo.

Otra herramienta a disposición del equipo de APPCC para mejorar la descripción del proceso de fabricación es el plano de la planta con los diagramas de flujo representados (véase plano nº5).

En definitiva, la información aportada por el diagrama de flujo y demás documentos de apoyo, a criterio del equipo de APPCC, debe incluir todos aquellos datos que sean relevantes para acometer el análisis de peligros.

4.2.5. Confirmación In Situ del Diagrama de Flujo

Una vez elaborado el diagrama de flujo, el equipo APPCC comprueba en planta si lo descrito se corresponde con las operaciones reales del proceso productivo, asegurándose de que no falte ninguna etapa ni información relevante para la seguridad alimentaria.

4.2.6. Principios del sistema APPCC

Ahora que ya se han contemplado los estudios previos, se puede llevar a cabo la aplicación de los principios del sistema APPCC.

- Detectar cualquier peligro que deba evitarse, eliminarse o reducirse a niveles aceptables (Principio 1): en esta fase el equipo APPCC debe identificar y confeccionar un listado con los posibles peligros que pueden preverse en cada una de las etapas representadas en el diagrama de flujo, examinar las medidas de control que se aplican a cada uno de los peligros identificados, y realizar un análisis de peligros para identificar qué peligros, de entre los enumerados en la lista de posibles peligros, es indispensable eliminar o reducir a niveles aceptables para poder producir un alimento inocuo.

Para la identificación de los posibles peligros el equipo APPCC puede utilizar las preguntas facilitadas por la Comisión del Codex Alimentarius, y repasar de forma sistemática todas las etapas del diagrama de flujo del proceso productivo, identificando en cada una de ellas la posible presencia, proliferación o no eliminación de contaminantes físicos, químicos o biológicos.

Para cada uno de los posibles peligros identificados, se debe determinar las causas que lo originan y las medidas de control que se aplican para prevenir, eliminar o reducir hasta niveles aceptables su impacto o su probabilidad de ocurrencia.

Una vez realizado el listado de posibles peligros y conocidas las causas que los originan y las medidas de control existentes, el equipo de APPCC debe realizar el análisis de peligros, con el objeto de identificar el grado de probabilidad de ocurrencia y la gravedad de sus efectos para la salud de los consumidores finales y determinar los riesgos significativos que deberán ser gestionados a través del plan de APPCC.

Los peligros detectados en el sistema APPCC de nuestra industria se encuentran expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 2. Peligros detectados para el sistema APPCC.

ETAPA	OBSERVACIONES	PELIGRO
Recepción de materias primas y auxiliares		Microbiológicos: presencia de microorganismos
		Químicos: residuos químicos
		Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas
		Químicos: aditivos no autorizados
	Físicos: partículas u objetos ajenos al producto	
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares	A temperatura ambiente	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias primas
	En condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias auxiliares
Dosificación y amasado		Microbiológicos: desarrollo de patógenos durante el amasado
		Químicos: sobredosificación de aditivos
		Físicos: incorporación de partículas u objetos al producto
Laminado/Formado		Microbiológicos: contaminación microbiana por inadecuada limpieza y desinfección de moldes o por los manipuladores
Reposo		Microbiológicos: crecimiento de microorganismos presentes en masas por las condiciones de fermentación
Cocción	Horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes
Enfriamiento	Producto sin relleno	Microbiológicos: desarrollo de esporas, contaminación
Envasado		Microbiológicos: contaminación por mohos
Almacén del producto final	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental
		Químicos: migración de sustancias desde el envase
Distribución y venta	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental

- Determinación de los Puntos de Control Crítico (Principio 2): una vez identificados los peligros, el equipo de APPCC debe determinar si es necesario establecer procedimientos de vigilancia para prevenir un riesgo significativo. Un punto de control crítico (PCC) es una etapa en la que se aplica un control y dicho control es esencial para prevenir, reducir hasta un nivel aceptable o eliminar un peligro relacionado con la seguridad alimentaria. Para determinar un PCC se utiliza un esquema publicado por la Comisión del Codex Alimentarius, dicho esquema ha sido representado por el responsable de calidad en la siguiente figura:

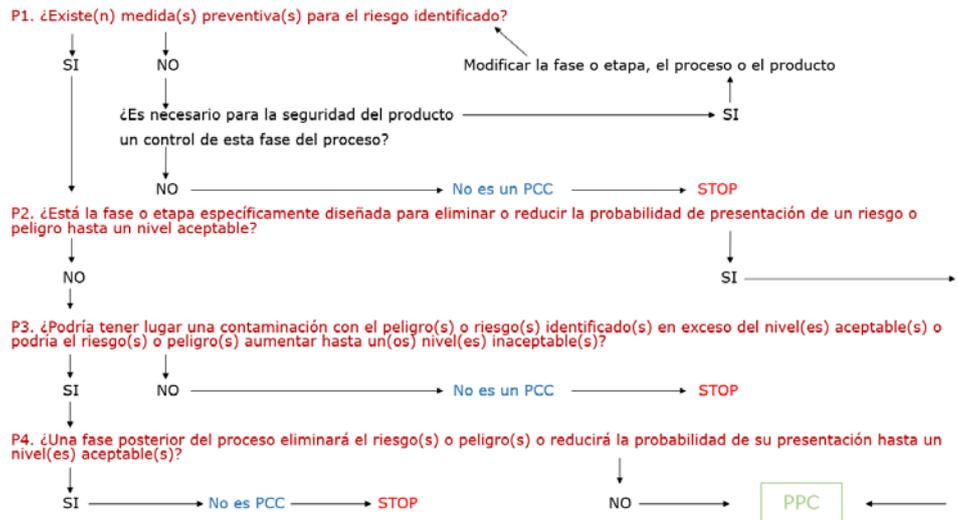


Figura 2. Preguntas para identificar un PCC.

El equipo APPCC ha sido capaz de identificar cuál de los peligros descritos en el principio 1 son PCC gracias a estas preguntas. Los PCC que vamos a encontrar en nuestro diagrama de flujo son los siguientes:

Tabla 3. Identificación de los PCC.

ETAPA	OBSERVACIONES	PELIGRO	P1	P2	P3	P4	PCC
Recepción de materias primas y auxiliares		Microbiológicos: presencia de microorganismos	SI	SI			NO
		Químicos: residuos químicos	SI	NO			SI
		Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas	SI	NO			SI
		Químicos: aditivos no autorizados	SI	NO			SI
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares	A temperatura ambiente	Físicos: partículas u objetos ajenos al producto	SI	SI			NO
	En condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias primas	SI	NO	SI	SI	NO
Dosificación y amasado		Microbiológicos: desarrollo de patógenos durante el amasado	NO	NO			NO
		Químicos: sobredosificación de aditivos	SI	SI			SI
		Físicos: incorporación de partículas u objetos al producto	Considerados en Requisitos Previos				
Moldeado/Formado		Microbiológicos: contaminación microbiana por inadecuada limpieza y desinfección de moldes o por los manipuladores	Considerados en Requisitos Previos				
Reposo		Microbiológicos: crecimiento de microorganismos presentes en masas por las condiciones de fermentación	NO	NO			NO
Cocción	Horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	SI	SI			SI
Enfriamiento	Producto sin relleno	Microbiológicos: desarrollo de esporas, contaminación	SI	NO	NO		NO
Envasado		Microbiológicos: desarrollo de mohos	SI	NO	SI	NO	SI
		Químicos: migración de sustancias desde el envase	Considerados en Requisitos Previos				
Almacén del producto final	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental	Considerados en Requisitos Previos				
Distribución y venta	Productos con $a_w < 0,85$	Microbiológicos: desarrollo microbiano por elevado tiempo de almacenamiento y contaminación ambiental	Considerados en Requisitos Previos				

- Establecimiento de los Límites Críticos para cada Punto de Control Crítico (Principio 3): cuando los puntos de control críticos han sido identificados, el siguiente paso es definir para cada PCC qué consideramos aceptable para la seguridad del producto. El equipo APPCC debe establecer unos valores o criterios que establecen la diferencia entre la aceptabilidad y la inaceptabilidad del proceso en un determinado punto de control crítico.

La metodología y los procedimientos empleados para la realización de la medición u observación del cumplimiento de los límites críticos deberían ser rápidos y sencillos de aplicar.

Los límites críticos para cada PCC se encuentran recogidos en las siguientes tablas:

Tabla 4. Límites críticos para cada PCC.

ETAPA	PCC	LÍMITE CRÍTICO
Recepción de materias primas y auxiliares	Químicos: residuos químicos	LC = empleo de aditivos no autorizados para el uso previsto
	Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas	
	Químicos: aditivos no autorizados	
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares en condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos	LC = ausencia de productos caducados y ausencia de microorganismos por debajo del nivel aceptable para cada materia prima
Dosificación y amasado	Químicos: sobredosificación de aditivos	LC = control de peso de las materias primas
Cocción: horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	LC = $T < 65$ °C de temperatura en el centro del producto
Envasado	Microbiológicos: desarrollo de mohos	LC = controlar la cantidad de cada agente patógeno y comprobar que se encuentra debajo del nivel máximo permitido

- Establecimiento de los Procedimientos de Vigilancia en los PCC (Principio 4): con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los límites críticos establecidos en un PCC se establecen procedimientos de vigilancia para cada una de estas etapas. En la industria de galletas sin gluten se establecen las siguientes medidas de vigilancia para los PCC:

Tabla 5. Procedimientos de Vigilancia en los PCC.

ETAPA	PCC	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA
Recepción de materias primas y auxiliares	Químicos: residuos químicos	LC = empleo de aditivos no autorizados para el uso previsto	Control analítico y documental
	Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas		
	Químicos: aditivos no autorizados		
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares en condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias auxiliares	LC = ausencia de productos caducados y ausencia de microorganismos por debajo del nivel aceptable para cada materia prima	Control analítico y visual
Dosificación y amasado	Químicos: sobredosificación de aditivos	LC = control de peso de las materias primas	Control de dosis
Cocción: horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	LC = $T < 65\text{ °C}$ de temperatura en el centro del producto	Control del tiempo y la temperatura del proceso
Envasado	Microbiológicos: desarrollo de mohos	LC = controlar la cantidad de cada agente patógeno y comprobar que se encuentra debajo del nivel máximo permitido	Control analítico y documental

- Establecimiento de las Medidas Correctivas (principio 5): el equipo APPCC debe planificar, para cada PCC, las medidas correctivas que se deben iniciar en caso de que el procedimiento de vigilancia de un PCC indique que se han infringido los límites críticos.
 Las medidas correctivas de los puntos de control críticos de la industria de galletas sin gluten son las siguientes:

Tabla 6. Medidas correctoras de los PCC.

ETAPA	PCC	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS
Recepción de materias primas y auxiliares	Químicos: residuos químicos	LC = empleo de aditivos no autorizados para el uso previsto	Control analítico y documental	Avisar al proveedor, devolver las materias defectuosas y esperar a unas que cumplan los requisitos
	Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas			
	Químicos: aditivos no autorizados			
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares en condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias auxiliares	LC = ausencia de productos caducados y ausencia de microorganismos por debajo del nivel aceptable para cada materia prima	Control analítico y visual	Desechas productos caducados o en mal estado
Dosificación y amasado	Químicos: sobredosificación de aditivos	LC = control de peso de las materias primas	Control de dosis	Si es posible adicionar más cantidad de las otras materias primas para reajustar las dosis / Si no, desechar esa materia
Cocción: horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	LC = $T < 65$ °C de temperatura en el centro del producto	Control del tiempo y la temperatura del proceso	Desechar el producto defectuoso
Envasado	Microbiológicos: desarrollo de mohos	LC = controlar la cantidad de cada agente patógeno y comprobar que se encuentra debajo del nivel máximo permitido	Control analítico y documental	Desechar el producto defectuoso

- Establecimiento de los Procedimientos de Verificación (Principio 6): su finalidad es conocer si el plan de APPCC está funcionando correctamente y de forma eficaz. Para ello es necesario que el equipo APPCC establezca los métodos, procedimientos, ensayos y demás evaluaciones necesarias que le permitan constatar el cumplimiento del plan APPCC. Los procedimientos de verificación se realizan tomando nota de la frecuencia, el responsable y el registro de cada PCC.

En la industria de galletas los procedimientos de verificación para cada punto de control crítico son los siguientes:

Tabla 7. Procedimientos de Verificación para cada PCC.

ETAPA	PCC	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	VERIFICACIÓN	
					FRECUENCIA	RESPONSABLE
Recepción de materias primas y auxiliares	Químicos: residuos químicos	LC = empleo de aditivos no autorizados para el uso previsto	Control analítico y documental	Avisar al proveedor, devolver las materias defectuosas y esperar a unas que cumplan los requisitos	Cada recepción de materias primas o auxiliares	Operarios de almacén de materias primas y materias auxiliares
	Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas					
	Químicos: aditivos no autorizados					
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares en condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias auxiliares	LC = ausencia de productos caducados y ausencia de microorganismos por debajo del nivel aceptable para cada materia prima	Control analítico y visual	Desechas productos caducados o en mal estado	Varía en función de la durabilidad de cada producto	Operarios de almacén de materias primas y materias auxiliares
Dosificación y amasado	Químicos: sobredosificación de aditivos	LC = control de peso de las materias primas	Control de dosis	Si es posible adicionar más cantidad de las otras materias primas para reajustar las dosis / Si no, desechar esa materia	Cada dosificación en cada proceso productivo	Operario responsable del proceso de amasado
Cocción: horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	LC = T < 65 °C de temperatura en el centro del producto	Control del tiempo y la temperatura del proceso	Desechar el producto defectuoso	Adecuada para estandarizar el proceso	Operario responsable de la zona de horneado
Envasado	Microbiológicos: desarrollo de mohos	LC = controlar la cantidad de cada agente patógeno y comprobar que se encuentra debajo del nivel máximo permitido	Control analítico y documental	Desechar el producto defectuoso	Cada nuevo material de envasado y un paquete de cada lote de producción	Operarios responsable de la sala de envasado

- Establecimiento de un Sistema de Documentación y Registro (Principio 7): todo el sistema APPCC diseñado y aplicado en la industria debe documentarse a través de los procedimientos y registros establecidos por el equipo APPCC. Las fichas de documentación del sistema APPCC de la industria serán las siguientes:

Tabla 8. Sistema de Documentación y Registro del sistema APPCC.

ETAPA	PCC	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORA	VERIFICACIÓN		REGISTRO
					FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Recepción de materias primas y auxiliares	Químicos: residuos químicos	LC = empleo de aditivos no autorizados para el uso previsto	Control analítico y documental	Avisar al proveedor, devolver las materias defectuosas y esperar a unas que cumplan los requisitos	Cada recepción de materias primas o auxiliares	Operarios de almacén de materias primas y materias auxiliares	Documentación del proveedor
	Químicos: metales o auxiliares tecnológicos del procesado de materias primas						
	Químicos: aditivos no autorizados						
Almacén de materias primas y almacén de materias auxiliares en condiciones de frío	Microbiológicos: desarrollo de microorganismos presentes en las materias auxiliares	LC = ausencia de productos caducados y ausencia de microorganismos por debajo del nivel aceptable para cada materia prima	Control analítico y visual	Desechas productos caducados o en mal estado	Varía en función de la durabilidad de cada producto	Operarios de almacén de materias primas y materias auxiliares	Control de buenas prácticas de manufactura
Dosificación y amasado	Químicos: sobredosificación de aditivos	LC = control de peso de las materias primas	Control de dosis	Si es posible adicionar más cantidad de las otras materias primas para reajustar las dosis / Si no, desechar esa materia	Cada dosificación en cada proceso productivo	Operario responsable del proceso de amasado	Formulación y registro de cada pesaje
Cocción: horneado	Microbiológicos: supervivencia de los microorganismos presentes	LC = T < 65 °C de temperatura en el centro del producto	Control del tiempo y la temperatura del proceso	Desechar el producto defectuoso	Adecuada para estandarizar el proceso	Operario responsable de la zona de horneado	Control de procesos
Envasado	Microbiológicos: desarrollo de mohos	LC = controlar la cantidad de cada agente patógeno y comprobar que se encuentra debajo del nivel máximo permitido	Control analítico y documental	Desechar el producto defectuoso	Cada nuevo material de envasado y un paquete de cada lote de producción	Operarios responsable de la sala de envasado	Documentación del proveedor y análisis de la calidad ambiental de la zona de envasado

5. CONCLUSIONES

En la industria de galletas sin gluten Sabor Dueñas se van a seguir las normativas necesarias, además de los programas de prerrequisitos y sistema APPCC para que el producto final de galletas sin gluten enriquecido con harina integral de alpiste sea seguro para el consumidor.

El programa de prerrequisitos para garantizar la seguridad de las galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste se compone de 7 prerrequisitos:

- Plan de formación y prácticas correctas de higiene y manipulación.
- Plan de Control del Agua.
- Plan de Control de Proveedores.
- Plan de limpieza y desinfección.

- Plan de Control de Plagas y otros Animales Indeseables.
- Plan de Trazabilidad.
- Plan de control de residuos.

Este programa de prerrequisitos ayuda a reducir el número de puntos de control crítico a 7 (Tabla 3), los cuales son gestionados con el programa APPCC que se ha implementado en la industria para la línea de producción de galletas sin gluten enriquecidas con harina integral de alpiste. El programa APPCC incluye las siguientes medidas:

- Establecimiento de los límites de control críticos para cada PCC.
- Establecimiento de los procedimientos de vigilancia en los PCC.
- Establecimiento de las medidas correctoras.
- Establecimiento de los procedimientos de verificación.
- Establecimiento de un sistema de control y registro.

De esta manera se garantiza que el producto de galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste sea seguro desde el punto de vista higiénico para el consumidor final.

Anejo 6: Residuos

ÍNDICE ANEJO VI

1. OBJETO.....	1
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	1
3. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS.....	2
3.1. Residuos de materia orgánica	3
3.2. Residuos de cartón	5
3.3. Residuos de plástico	6
3.4. Agua residual.....	7

ANEJO 6: RESIDUOS

1. OBJETO

La finalidad de este anejo es identificar cuáles son los residuos que se generan en la industria a lo largo del proceso productivo y describir el tratamiento que siguen dichos residuos.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

A lo largo del proceso de fabricación de las galletas sin gluten con harina integral de alpiste se generan distintos residuos que la industria debe gestionar o tratar correctamente. Para ello el primer paso es identificar los residuos que se generan en cada etapa de la línea de producción (Tabla 1).

En la primera fase del proceso de producción, es decir, la fase de recepción y almacenamiento de materias primas, los residuos que se pueden generar son cartones y plásticos, procedentes de los embalajes de dichas materias primas, y materia orgánica, en el caso hipotético de que alguna materia prima se deteriorase por una mala conservación durante el almacenamiento o por rebasarse la fecha de consumo preferente. Esto último, en principio, no debería suceder salvo avería o eventualidad, ya que seguirán pautas correctas para la gestión del almacén para la adecuada rotación de los productos almacenados.

En la etapa de pesaje y dosificación se pueden perder algunos restos, cantidades muy pequeñas, de materia orgánica debido al proceso de manipulación de los ingredientes por parte del personal.

En la fase de amasado, al igual que en la anterior etapa, se pueden generar unas pequeñas cantidades de materia orgánica. Principalmente en las operaciones de limpieza de la amasadora al final del día.

La siguiente etapa, la de laminado y troquelado, es una fase en la que se pierde masa de galletas, ya que, aunque los restos de esta fase se vuelvan a meter en la máquina varias veces, siempre queda algún resto de masa que no se va a poder aprovechar.

En la etapa de horneado se van a generar restos de galletas, debido a que durante el proceso no se haya alcanzado la cocción adecuada o se haya sobre-horneado, y la galleta no pase el control de color o peso. Dichos restos son materia orgánica.

Durante la fase de recepción y almacenamiento de materias auxiliares se van a generar residuos de cartones y plásticos del embalaje del propio material de envasado o debido a que dicho material se encuentre defectuoso.

En la fase de envasado y etiquetado se pueden generar residuos tanto de materia orgánica como de material de envasado debido a que se produzca algún error en este proceso.

En la etapa de detector de metales y pesaje se pueden generar los mismos residuos que en la etapa de envasado, es decir, materia orgánica y material de envasado como cartones y plásticos debido a que por alguna negligencia algún paquete de producto terminado tenga algún defecto de peso o presencia de algún cuerpo extraño en el interior de este.

Para finalizar, en la última etapa del proceso productivo, como es el almacenamiento del producto terminado se pueden generar algunos residuos de materia orgánica y cartones y plásticos debido a que se tenga que descartar algún paquete que se encuentre en mal estado por no haberse conservado en las condiciones óptimas. Estos residuos son casi nulos ya que normalmente el producto almacenado es rápidamente expedido a los puntos de venta.

Tabla 1. Identificación de los residuos generados en cada etapa del proceso de producción.

ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	RESIDUOS GENERADOS
Recepción y almacenamiento de materias primas	Materia orgánica Cartones y plásticos
Pesaje y dosificación	Materia orgánica
Amasado	Materia orgánica
Laminado y troquelado	Materia orgánica
Horneado	Materia orgánica
Recepción y almacenamiento de materias auxiliares	Cartones y plásticos
Envasado y etiquetado	Materia orgánica Cartones y plásticos
Detector de metales y pesaje	Materia orgánica Cartones y plásticos
Almacenamiento del producto terminado	Materia orgánica Cartones y plásticos

A mayores de los residuos de materia orgánica y cartones y plástico se va a generar otro residuo como es el agua, resultante de los procesos de limpieza de la industria, el cual debe ser tratado de manera correcta ya que se considera un contaminante para el medioambiente.

3. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

En el apartado anterior se identificaron distintos tipos de residuos, los cuales van a ser gestionados o tratados de manera diferente en función de sus características.

3.1. Residuos de materia orgánica

Los residuos de materia orgánica que se generan en la industria (galletas, restos de masa de galleta y restos de materias primas) se venden a la empresa experta en servicios medioambientales Tuero. Esta empresa situada en el polígono industrial de Venta de Baños, es experta en economía circular, y ofrece alternativas sostenibles a la gestión de residuos o subproductos a empresas e instituciones, revalorizándolos y otorgándoles una segunda vida, ya sea convirtiéndolos en materia prima para otros procesos o reemplazando el impacto del tratamiento por beneficios económicos y medioambientales.

Se eligió esta empresa para la gestión de los residuos orgánicos de la industria ya que las principales fuentes de subproductos de Tuero son las galletas, las masas, el pan, la pasta, la bollería y pastelería, los cereales, los subproductos grasos, los turrónes y la leche en polvo.

La empresa Tuero va a tratar estos residuos de materia orgánica como subproductos, un subproducto o coproducto, son aquellos productos alimenticios que no pueden destinarse al consumo humano, pero que son tratados para convertirse en aptos para la producción de materia prima para alimentación animal. Esta empresa va a reutilizar los restos de materia orgánica, galletas y masa de galletas, para la producción de un coproducto llamado harina de galleta. Dicho coproducto consiste en una alternativa de materia prima para la fabricación de piensos para el ganado, y comida para animales domésticos, con grandes propiedades nutricionales.

El proceso que sufren los residuos de materia orgánica de la industria, es decir, galletas, masa de galletas y otras materias primas, para transformarse en harina de galleta se encuentra resumido en la Figura 1.



Figura 1. Proceso de transformación de los residuos de materia orgánica en harina de galleta de la empresa Tuero (Fuente personal).

Este proceso de transformación de los residuos de materia orgánica en el coproducto de harina de galleta comienza con la recogida selectiva de los subproductos alimenticios generados en la industria alimentaria. Dicha materia prima es almacenada en centros de transferencia situado en Aguilar de Campoo (Palencia) antes de ser transportado a la fábrica de reciclado, lo que le permite a esta empresa ser más eficiente en el transporte y reducir las emisiones. Una vez en la fábrica es clasificado según sus características, como por ejemplo pan, pasta, galletas... Estas distintas materias primas pasan un proceso de separación del envoltorio, una deshidratación del producto en la cual se le elimina la humedad para prolongar su vida útil y una molienda hasta convertirse en harina de galleta. El producto resultante es almacenado y sometido a análisis, y una vez se han pasado correctamente todos los análisis, se prepara para su distribución.

3.2. Residuos de cartón

Los residuos de cartón y/o papel que se generan en la industria a lo largo del proceso de producción de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste son recogidos por la empresa DS Smith. Esta empresa tiene un centro de transformación de los residuos de cartón y papel en el mismo municipio que nuestra industria de galletas sin gluten, y nos ofrece una solución innovadora, eficaz y rentable, tanto para la empresa como para el medioambiente. Gracias al reciclaje de las fibras de papel de los cartones que hace el grupo DS Smith evitan la tala de más de 360.000 árboles cada año, ya que se trata de reciclaje de círculo cerrado.

La solución a la gestión de residuos de cartón y papel del grupo DS Smith consiste en recoger los cartones y papeles de la empresa para posteriormente convertirlos de nuevo en cajas de cartón en un proceso que dura 14 días.

El proceso de transformación de los residuos de cartón y papel que el grupo DS Smith lleva a cabo incluye en primer lugar la recogida de los residuos de cartón y papel de la empresa generadora del residuo. Una vez transportados a la instalación de reciclaje, lo primero que se va a hacer es asegurarse que los residuos no contienen otro material que no sea cartón o papel. Cuando se ha asegurado que solo hay cartón y papel en los residuos, estos son compactados y enfardados para transportarlos a una de las papeleras de la empresa las cuales abastecen el proceso de producción de papel. Una vez se ha almacenado la suficiente cantidad de residuos de cartón y papel estos pasan a una despulpadora donde se van a mezclar con agua caliente para que las fibras de papel floten en suspensión. Los contaminantes finales como grapas o trozos de vidrio son extraídos de esta mezcla. Después, las fibras húmedas se pulverizan en una tela formadora y se pasan a través de una serie de rodillos para extraer el agua. A continuación, el papel viaja a través de cilindros calentados con vapor para secarse y se enrolla hasta formar una bobina de papel de aproximadamente 7 metros de largo y con un peso de alrededor de 60 toneladas. Dichas bobinas se cortan y envían a la planta de embalaje en la cual son introducidas en una corrugadora, que es la encargada de fabricar el cartón uniendo las capas de papel. Las nuevas láminas de cartón se estampan con cortes y líneas de plegado y se imprimen con la marca y la información del producto. Finalmente son transportadas plegadas a la fábrica del cliente de nuevo, donde se montan y colocan los productos en su interior. Y el ciclo vuelve a empezar (Figura 2).



Figura 2. Ciclo de reciclaje de los residuos de cartón y papel del grupo DS Smith (Fuente personal).

3.3. Residuos de plástico

En cuanto a los residuos de plástico y envases, van a ser reciclados por una la empresa Plásticos MAGONSA, posicionada como una de las principales referencias en el sector a nivel nacional, esta empresa tiene una sede en Villamuriel de Cerrato, otro municipio de la provincia de Palencia.

Esta empresa, experta en el reciclaje de plásticos y envases tiene como objetivo gestionar y valorizar la gran cantidad de plásticos que se generan hoy en día en la industria y el comercio, dándoles salida y permitiendo que puedan volver a ser reciclados para la creación de diferentes productos. Una de las razones por las que esta empresa pudo establecerse como referente nacional es porque abarcan prácticamente todas las clases de plásticos existentes como el polipropileno, polietileno, poliestireno, PET, ABS, etc.

El proceso de reciclaje que siguen los plásticos en esta industria es el siguiente (Figura 3):



Figura 3. Proceso de reciclaje de plásticos de la empresa MAGONSA (Fuente personal).

El primer paso del proceso es la recogida de los residuos plásticos en las industrias, posteriormente el traslado de dichos residuos a las instalaciones de la empresa MAGONSA donde comienza un proceso de selección de plásticos específico, donde se separan los diferentes plásticos según el tipo de plástico (PP, PS, PR, PVC, ABS, etc.), el grado de suciedad, el color, etc. Posteriormente, estos materiales son enfardados y triturados. Una vez que fueron triturados, se procede a un lavado y secado del material, a partir del cual se va a realizar el proceso de extracción. Así el producto final resultante de todo este proceso de reciclaje de plásticos son productos como PS, ABS, PE LD, PE AD, PP copolímero, y otros.

En MAGONSA también ofrecen servicios como triturado, molienda y paletizado de scrap plástico, limpieza y reducción de finos, descontaminación de resinas plásticas, y otros.

3.4. Agua residual

El agua que se genera en la industria como residuo de la producción de las galletas sin gluten elaboradas con harina integral de alpiste va a transportarse a través de la red de saneamiento municipal a la EDAR (estación depuradora de aguas residuales)

del municipio de Dueñas. En esta EDAR se va a aplicar tanto el tratamiento primario como el tratamiento secundario a las aguas residuales.

El tratamiento primario de las aguas residuales tiene como objetivo la eliminación de los sólidos flotantes, los sólidos en suspensión, las arenas, las grasas, y los aceites. Dicho tratamiento primario es el siguiente (Figura 4):

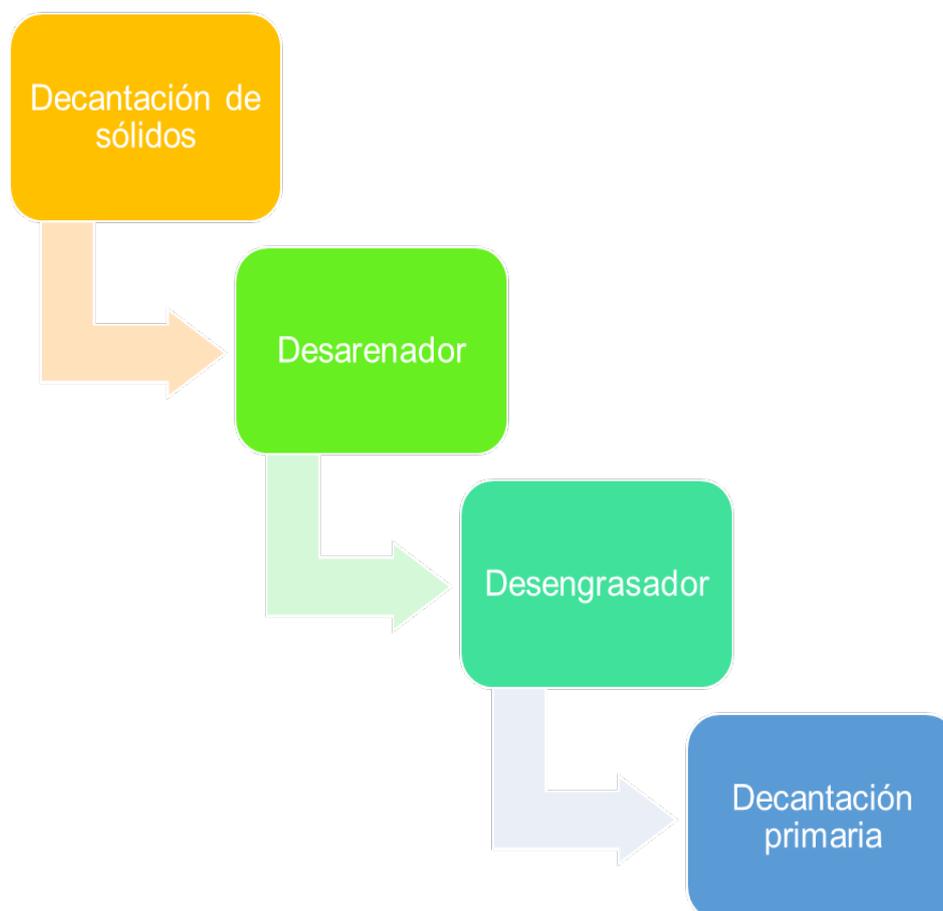


Figura 4. Tratamiento primario de las aguas residuales en la EDAR de Dueñas.

Los procesos que forman parte del tratamiento primario son los siguientes:

- Desbaste de sólidos: su finalidad es impedir que los residuos de mayor tamaño puedan dañar los equipos posteriores y que lleguen al sistema de tratamiento. Este desbaste se realiza a la entrada de la planta haciendo pasar el agua a través de unas rejillas constituidas por barrotes rectos soldados a unas barras de separación. Encima de la rejilla se coloca una placa perforada por la que caerán los residuos rastrillados a un contenedor. Posteriormente el agua desprovista de sólidos pasa al siguiente proceso que es el desarenado.
- Desarenador: esta fase tiene como objetivo evitar problemas de abrasión en los equipos mecánicos, ya que la arena disminuye la vida de los equipos de la

planta al tratarse de compuestos de elevada dureza. El estudio teórico del desarenador está relacionado con los fenómenos de sedimentación de partículas granuladas no floculantes, es decir, las partículas sedimentan independientemente unas de otras. Las aguas residuales contienen materias orgánicas de granulometrías importantes, que sedimentan con la misma velocidad que las partículas de arena y que no interesa su extracción. Este problema se evita con el llamado “barrido de fondo”, durante el cual las partículas de un tamaño y densidad determinadas, una vez sedimentadas, son puestas de nuevo en movimiento y reintroducidas en la corriente, consiguiendo así que las arenas extraídas tengan un contenido de materia orgánica menor del 5%. Después esta agua pasa al desengrasador.

- Desengrasador: las grasas en las aguas residuales crean numerosos problemas como la adhesión a aparatos, conductos o depósitos, la obstrucción de rejillas finas, formación de una capa en la superficie de los decantadores, lo cual dificulta el proceso de depuración. Esta etapa consiste en la separación de las grasas y aceites arrastrados por el agua residual, este proceso se lleva a cabo con unas rasquetas.
- Decantación primaria: es el último proceso del tratamiento primario, y logra una disminución de sólidos en suspensión, facilitando los tratamientos posteriores. Tiene lugar en unos depósitos adecuadamente dimensionados que se denominan decantadores. La decantación es un proceso físico mediante el cual se favorece el depósito de las partículas en suspensión por acción de la gravedad. Por lo tanto, la decantación provoca que las partículas cuya densidad sea mayor que el agua, sedimenten en el fondo del decantador, mientras que el agua libre de partículas sólidas, sale del decantador por la parte superior del mismo para seguir el tratamiento secundario.

Una vez se realizó el tratamiento primario, se les aplica un tratamiento secundario a las aguas residuales. Dicho tratamiento secundario consiste en un tratamiento biológico, y su objetivo fundamental es la eliminación de la materia orgánica. Este tratamiento consiste en la actuación de bacterias aerobias que utilizan la materia orgánica del agua contaminada, una vez hidrolizada, para su crecimiento, generando como resultado de su metabolismo CO_2 y H_2O . Es un tratamiento muy complejo pero que logra unos rendimientos de hasta un 90% de eliminación de la materia orgánica.

El proceso que forma parte del tratamiento secundario de las aguas residuales de la industria que tiene lugar en la EDAR se llama biodiscos, y consiste en lo siguiente: son sistemas basados en la acción de la biomasa bacteriana existente en el agua a depurar. El mecanismo de este sistema consiste en que de forma natural se desarrolla una película de biomasa bacteriana (biofilm) sobre los minidiscos, que son la superficie de contacto con el agua residual, que emplea como sustrato la materia orgánica soluble presente en el agua y toma el oxígeno necesario para su respiración del aire atmosférico. Este sistema se emplea mucho en núcleos urbanos de pequeño tamaño.

Una vez que las aguas residuales de la industria han seguido, tanto el tratamiento primario, como el tratamiento secundario en la EDAR del municipio de Dueñas, este mismo agua va a desembocar directamente a un río cercano a la zona.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

**Proyecto de desarrollo de galletas sin gluten
elaboradas con harina de alpiste**

DOCUMENTO II: PLANOS

Alumna: Inés MARTÍN SÁEZ

**Tutora: Felicidad RONDA BALBÁS
Cotutor: Pedro Antonio CABALLERO CALVO**

Septiembre de 2020

DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE PLANOS

PLANO 1. LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN

PLANO 2. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS

PLANO 3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA: COTAS Y SUPERFICIES

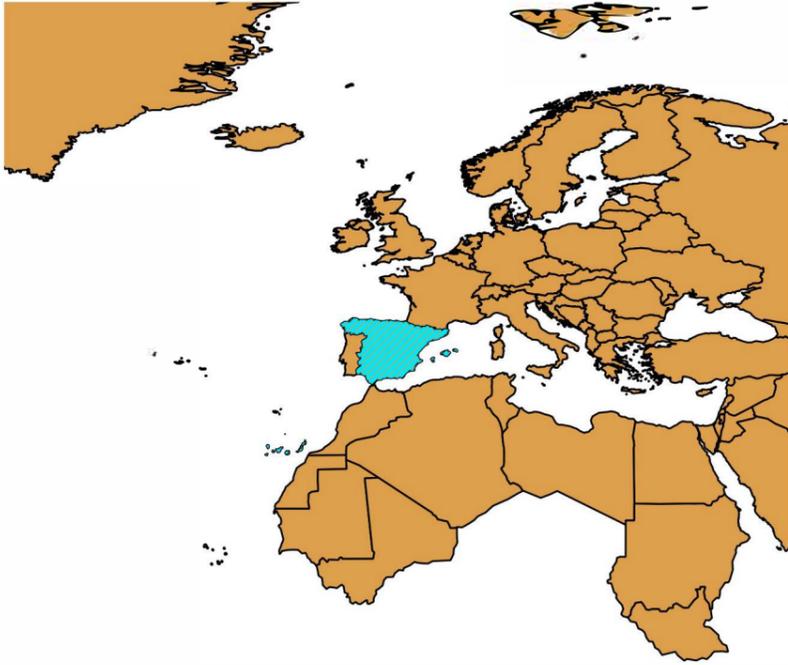
PLANO 4. PLANTA: MAQUINARIA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

PLANO 5. PLANTA: FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

PLANO 6. ETIQUETADO Y ENVASADO: ANVERSO

PLANO 7. ETIQUETADO Y ENVASADO: REVERSO

Localización de España en Europa



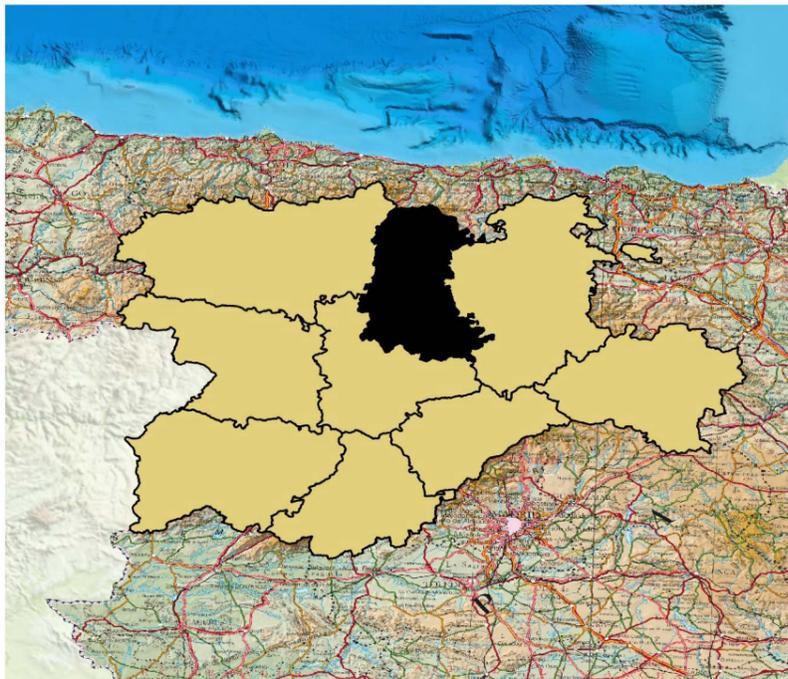
Escala 1:50.000.000

Localización de Castilla y León en España



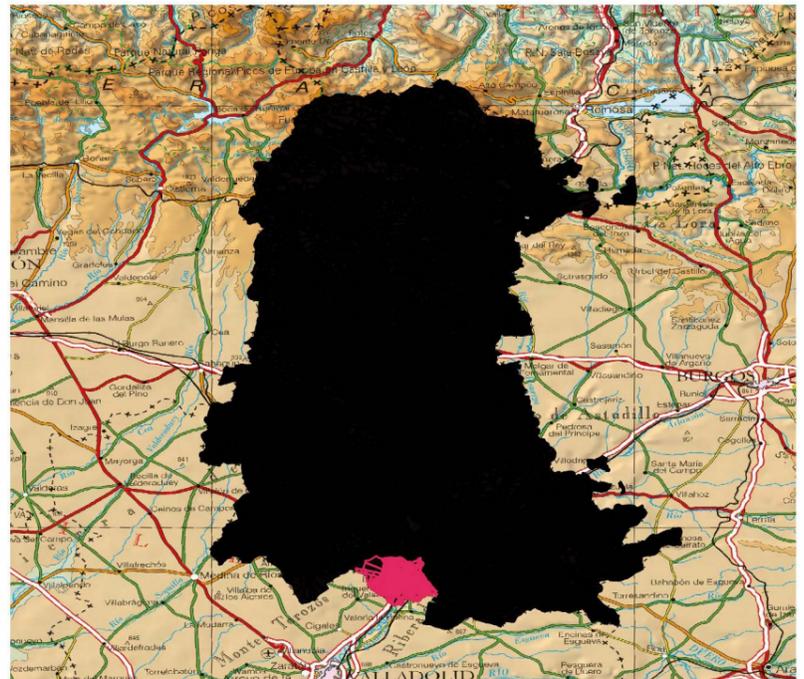
Escala 1:7.000.000

Localización de Palencia en Castilla y León

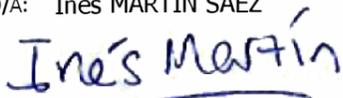


Escala 1:3.500.000

Localización de Dueñas en Palencia

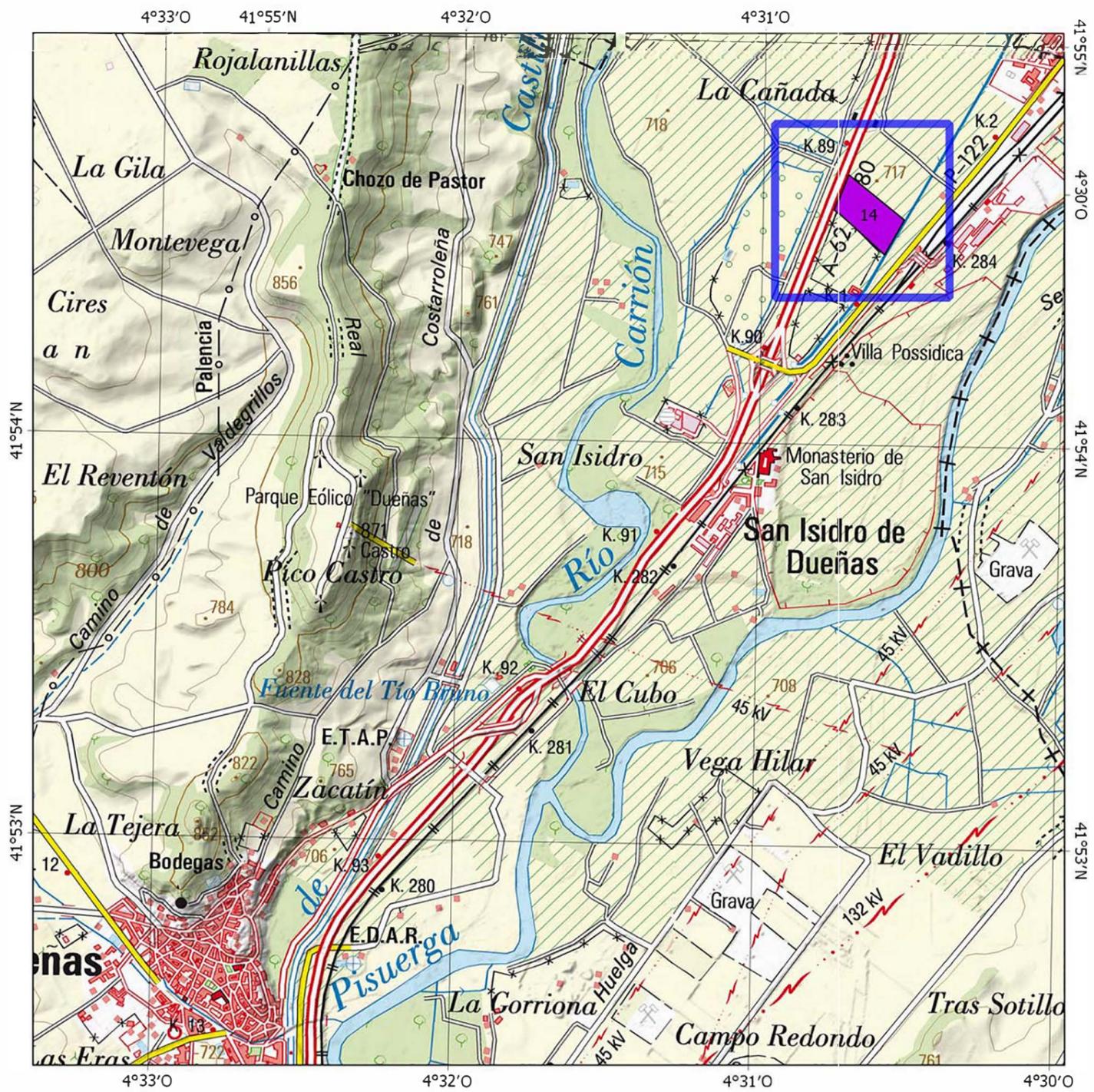


Escala 1:1.000.000

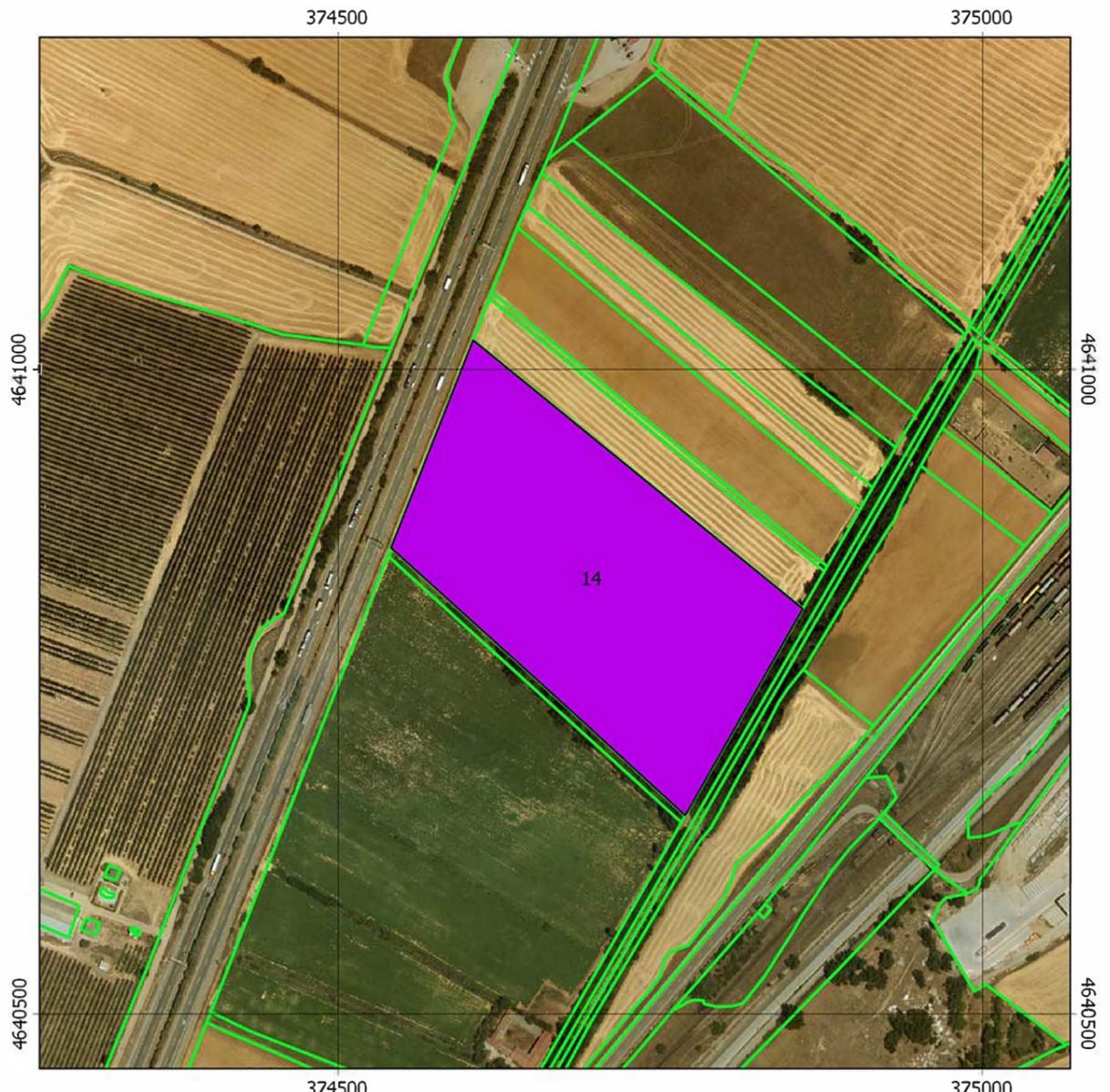
	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE TÍTULO DEL PROYECTO		
MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ PROMOTOR		VARIAS ESCALAS ESCALA	1 Nº
LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN TÍTULO DEL PLANO		ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS TITULACIÓN		FECHA: 17/07/2020	FIRMA

POLÍGONO INDUSTRIAL Nº29 PARCELA Nº14
Superficie de 5 ha

MUNICIPIO DE DUEÑAS: Acceso a la parcela por un camino que, a su vez, tiene acceso por la carretera provincial SC-P-4

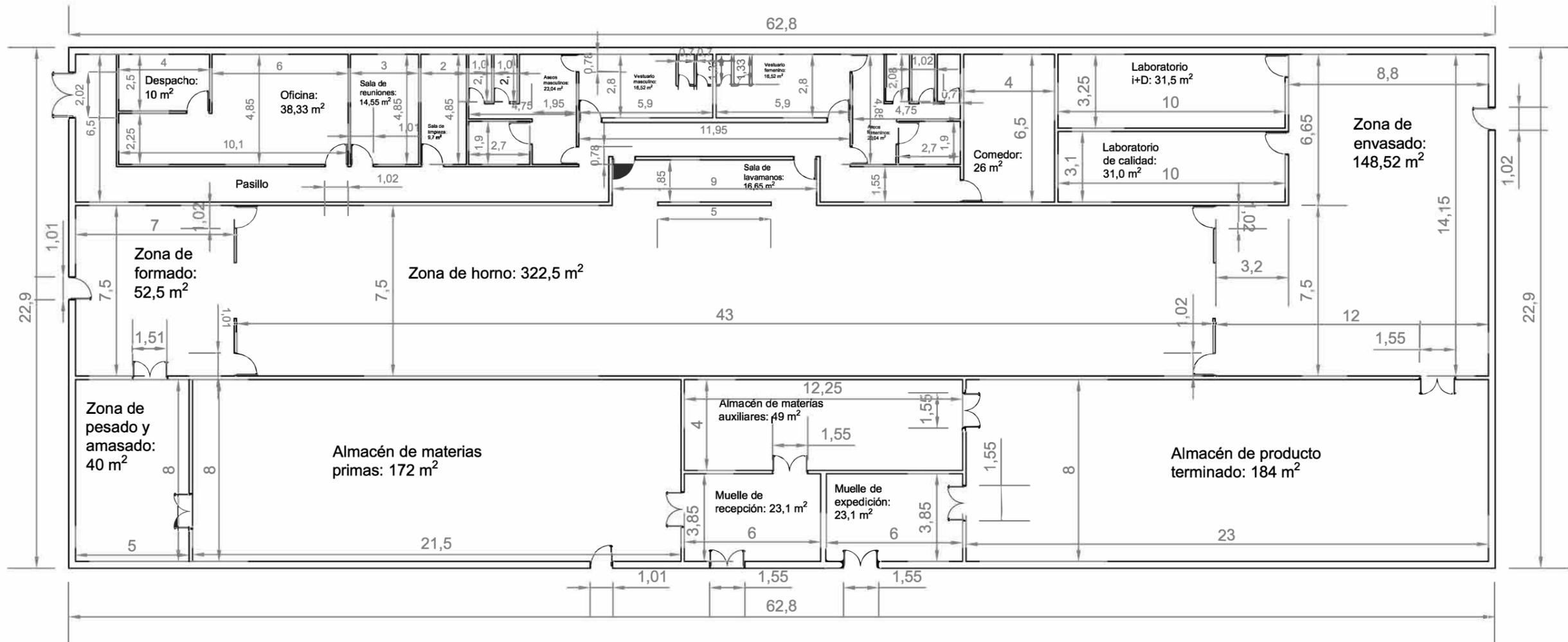


Escala 1:25000



Escala 1:5000

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE TÍTULO DEL PROYECTO _____		
MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ PROMOTOR _____	VARIAS ESCALAS ESCALA _____	2 Nº _____
EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ 
GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS TITULACIÓN _____		FECHA: 17/07/2020 



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN ELABORADAS
 CON HARINA DE ALPISTE

TÍTULO DEL PROYECTO

MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ

PROMOTOR

1:200

ESCALA

3

Nº PLANO

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA: COTAS Y SUPERFICIES

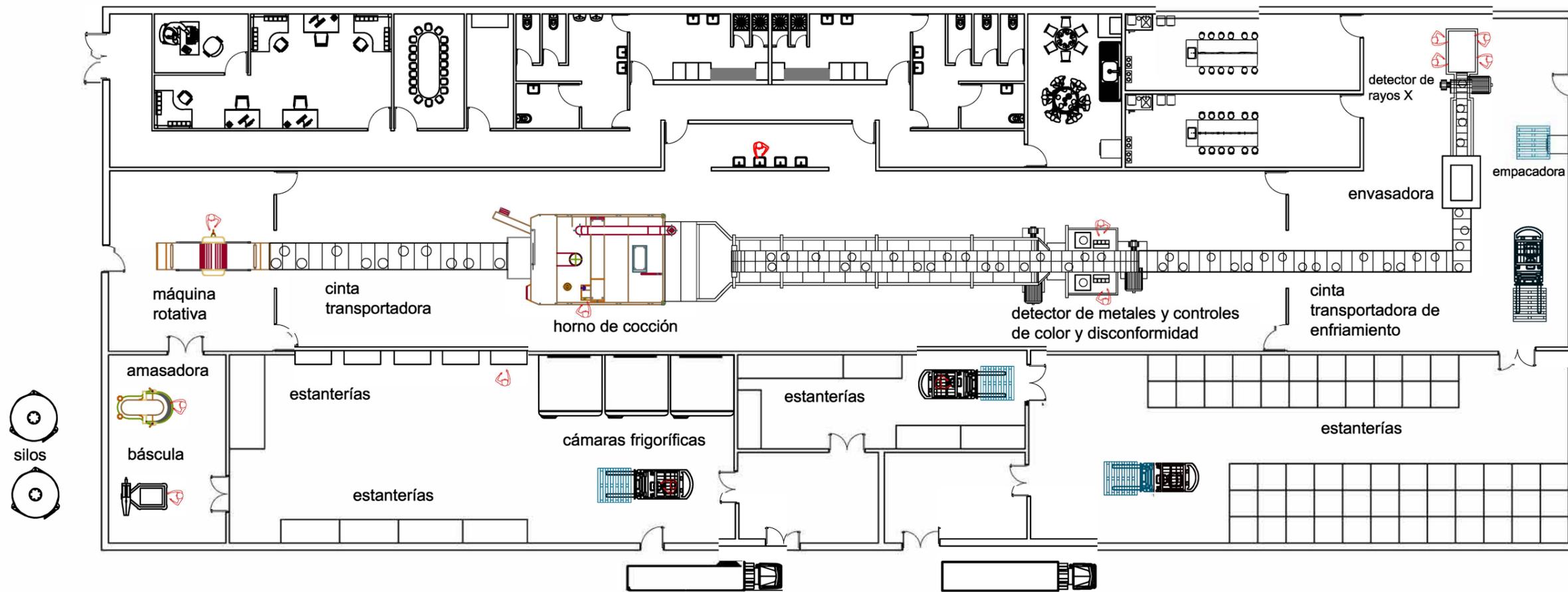
TÍTULO DEL PLANO

GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS
 AGRARIAS Y ALIMENTARIAS
 TITULACIÓN

ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ
Inés Martín

FECHA: 17/07/2020

FIRMA



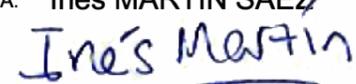
silos


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

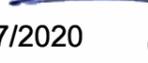

PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN
 ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE
 TÍTULO DEL PROYECTO

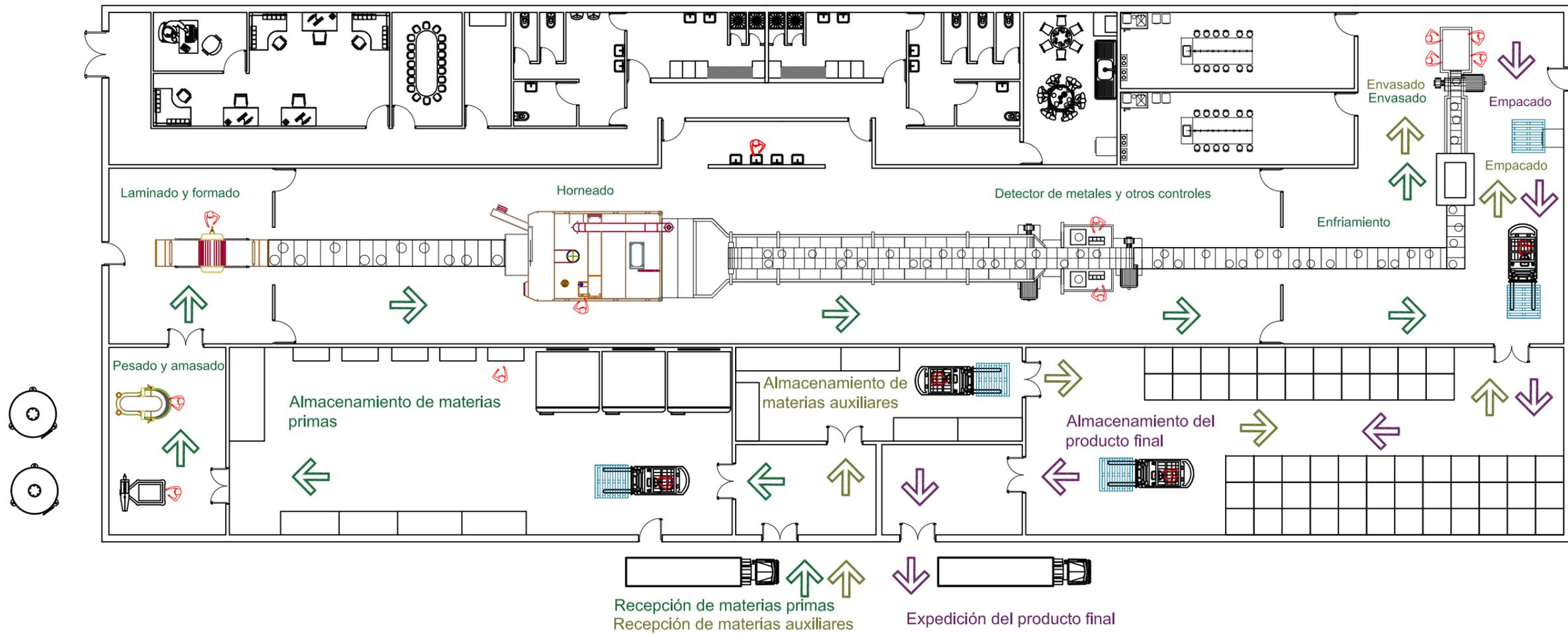
MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ PROMOTOR	1:200 ESCALA	4 Nº PLANO
--	-----------------	---------------

PLANTA: MAQUINARIA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL
 TÍTULO DEL PLANO

ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ


GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS
 TITULACIÓN

FECHA: 17/07/2020

 FIRMA



FLUJO DE MATERIA PRIMA	
FLUJO DE MATERIAS AUXILIARES	
FLUJO DEL PRODUCTO FINAL	



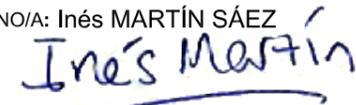
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN
 ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE

TÍTULO DEL PROYECTO _____



PROMOTOR: MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERRREZ	ESCALA: 1:200	N° PLANO: 5
--	----------------------	--------------------

PLANTA: FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO TÍTULO DEL PLANO _____ GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIA TITULACIÓN _____	ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ  FECHA: 17/07/2020 FIRMA _____
--	---

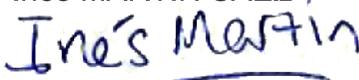
Sabor Duerñas

Galletas de Alpiste

SIN HUEVO
SIN GLUTEN

Ingredientes: harina integral de alpiste (27,9%), harina de arroz, mantequilla, azúcar moreno de caña integral (panela) (16,7%), agua, extracto de vainilla, sal, bicarbonato sódico E-500ii

Aproximadamente 12 galletas 150 g

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
	PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE		
_____ TÍTULO DEL PROYECTO _____			
_____ MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ _____ PROMOTOR	_____ 1:1,5 _____ ESCALA	_____ 6 _____ Nº PLANO	
_____ ETIQUETADO Y ENVASADO: ANVERSO _____ TÍTULO DEL PLANO	ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ 		
_____ GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIA _____ TITULACIÓN	FECHA: 17/07/2020 _____ FIRMA		

Conservar en un lugar fresco y seco
 Lote N°: 0909473 Fecha de envasado: 09/09/2020
 Consumir preferentemente antes del: 06/01/2021

Fabricado en la UE por Sabor Dueñas,
 Polígono Industrial 29, parcela 14, 34210 Dueñas, Palencia, España

Información Nutricional

Nutrición		
Valores energéticos y nutricionales medios:		
	por 100 g	por porción: 13 g
Valor energético:	1935 kJ 464 kcal	251 kJ 60 kcal
Grasas:	23,4 g	3,0 g
de las cuales saturadas:	14,8 g	1,9 g
Hidratos de carbono:	58,8 g	7,6 g
de los cuales azúcares:	16,3 g	2,1 g
Proteínas:	6,7 g	0,9 g
Fibra dietética:	2,2 g	0,3 g
Sal:	0,01 g	0,00 g



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



PROYECTO DE DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN
 ELABORADAS CON HARINA DE ALPISTE

TÍTULO DEL PROYECTO

MARÍA TRINIDAD GUTIERREZ GUTIERREZ

PROMOTOR

1:1,5

ESCALA

7

Nº PLANO

ETIQUETADO Y ENVASADO: REVERSO

TÍTULO DEL PLANO

GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS
 Y ALIMENTARIA

TITULACIÓN

ALUMNO/A: Inés MARTÍN SÁEZ

Inés Martín

FECHA: 17/07/2020

FIRMA



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

Proyecto de desarrollo de galletas sin gluten
elaboradas con harina de alpiste

**DOCUMENTO III: PLIEGO DE
CONDICIONES**

Alumna: Inés MARTÍN SÁEZ

Tutora: Felicidad RONDA BALBÁS
Cotutor: Pedro Antonio CABALLERO CALVO

Septiembre de 2020

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. INTRODUCCIÓN	1
2. NOMBRE DEL PRODUCTO.....	1
3. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	1
4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO	1
5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO.....	2
6. INGREDIENTES BÁSICOS	2
7. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO.....	8
8. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	10
9. ETIQUETADO DEL PRODUCTO.....	10
10. REQUISITOS LEGISLATIVOS	10

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se pretende recoger todos los aspectos relativos a la definición del producto a desarrollar objeto de dicho proyecto, incluyéndose el nombre del mismo, su descripción y formulación final, los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos tanto del producto final como de las materias primas que lo conforman y el proceso de fabricación.

Este documento servirá también para verificar el cumplimiento del mismo pliego de condiciones, y conocer los requisitos legislativos que se deben cumplir para el proceso de producción de las galletas, desde la recepción de las materias primas hasta el etiquetado del producto final.

2. NOMBRE DEL PRODUCTO

Galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste.

3. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste son piezas de masa horneada, obtenida a partir de la mezcla de harina integral de alpiste, harina de arroz, mantequilla, panela, agua, bicarbonato sódico, extracto de vainilla y sal. La presentación de las galletas es de forma redondeada con un peso de máximo 13 g por pieza, de color marrón tostado en su exterior y color beige en su interior.

4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO

El producto de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste cumplirá con los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- Humedad: menor del 6%.
- Actividad de agua (a_w): menor de 0,50.
- pH: menor de 6,5.
- Diámetro mínimo: 43 mm.
- Diámetro máximo: 45 mm.
- Espesor mínimo: 10 mm.

- Espesor máximo: 12 mm.

5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO

Las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste cumplirán con los siguientes parámetros microbiológicos:

- Aerobios mesófilos: menos de 10^3 unidades formadoras de colonias/g (ufc/g).
- Enterobacterias: ausencia/g.
- *Escherichia coli*: ausencia/g.
- *Staphylococcus aureus*: ausencia/g.
- *Salmonella*: ausencia/25g.
- Mohos y levaduras: $2 \cdot 10^2$ ufc/g.
- *Bacillus cereus*: ausencia/g.

Además, las galletas estarán libres de parásitos en cualquiera de sus formas, de microorganismos patógenos o sus toxinas.

6. INGREDIENTES BÁSICOS

Los ingredientes básicos con los que se elaboran las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste son: harina integral de alpiste, harina de arroz, mantequilla, panela, agua, bicarbonato sódico, extracto de vainilla y sal.

La presencia de estas materias primas expresada en porcentaje sobre el total de la masa elaborada ha de ser:

Tabla 1. Porcentaje de las materias primas por 100 gramos de masa.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina integral de alpiste	27,90
Harina de arroz	27,90
Mantequilla	25,10
Panela	16,70
Agua	1,70
Bicarbonato sódico	0,09
Extracto de vainilla	0,28
Sal	0,28
Masa total	100,00

Dichas materias primas cumplirán con los requisitos tanto fisicoquímicos como organolépticos y microbiológicos descritos a continuación:

Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos de la harina integral de alpiste.

HARINA INTEGRAL DE ALPISTE		
Organolépticos	Color	Blanco grisáceo
	Olor	Neutro
	Sabor	Neutro
	Aspecto	Libre de impurezas e infestación
Microbiológicos	Aerobios mesófilos	< 10 ⁶ ufc/g
	Mohos y levaduras	< 10 ⁴ ufc/g
	<i>Escherichia coli</i>	< 10 ² ufc/g
	<i>Salmonella</i>	Ausencia/25 g
Químicos	Humedad	≤15%

Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos de la harina de arroz.

HARINA DE ARROZ		
Organolépticos	Color	Blanco
	Olor	Ausente
	Sabor	Neutro
	Aspecto	Libre de impurezas e infestación
Microbiológicos	Aerobios mesófilos	< 10 ⁶ ufc/g
	Mohos y levaduras	< 10 ⁴ ufc/g
	<i>Escherichia coli</i>	< 10 ² ufc/g
	<i>Salmonella</i>	Ausencia/25 g
Químicos	Humedad	≤15%

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos de la mantequilla.

MANTEQUILLA		
Organolépticos	Color	Amarillo
	Olor	Característico
	Sabor	Característico
	Aspecto	Libre de impurezas e infestación
Microbiológicos	<i>Salmonella</i>	n = 5 ; c = 0 Ausencia/25g
	Coliformes a 30°C	n = 5 ; c = 2 m = 0 ; M = 10
	<i>Listeria monocytogenes</i>	n = 5 ; c = 0 Ausencia/g
Fisicoquímicos	pH	6,1-6,4
	Textura	Suave
	Humedad	< 16%

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos de la panela.

PANELA		
Organolépticos	Color	Marrón claro
	Olor	Característico
	Sabor	Característico
	Textura	Granulada
Microbiológicos	Mohos	< 10 ufc/g
	Levaduras	< 50 ufc/g
	Aerobios mesófilos	100 - 1000 ufc/g
Fisicoquímicos	Humedad	5-10%
	Azúcares reductores	≤12,05g/100g
	Grasa	≤0,15g/100g
	Sacarosa	≤95,00g/100g
	Proteínas	≤1,13g/100g
	Cenizas	0,6-1,8g/100g

Tabla 6. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos del agua.

AGUA		
Organolépticos	Color	Transparente
	Olor	Ausente
	Sabor	Ausente
	Aspecto	Libre de impurezas e infestación
Microbiológicos	Aerobios mesófilos a 22 °C	< 100 ufc/ml
	Coliformes	0 ufc/100ml
	<i>Escherichia coli</i>	0 ufc/100ml
	Enterococos	0 ufc/100ml
	<i>Clostridium perfringens</i>	0 ufc/100ml
	<i>Listeria monocytogenes</i>	n = 5 ; c = 0 100 ufc/ml
Fisicoquímicos	pH	5,0-9,0
	Textura	Líquida

Tabla 7. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos del bicarbonato sódico.

BICARBONATO SÓDICO		
Organolépticos	Color	Blanco
	Olor	Ausente
	Sabor	Neutro
	Aspecto	Fino y homogéneo
Microbiológicos	Mohos y levaduras	< 10 ufc/g
	Recuento de heterótrofos en placa	< 10 ufc/g
Fisicoquímicos	pH	7,0-8,0
	Textura	Suave

Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos del extracto de vainilla.

EXTRACTO DE VAINILLA		
Organolépticos	Color	Marrón oscuro
	Olor	Característico
	Sabor	Característico
	Aspecto	Libre de impurezas e infestación
Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	< 10 ufc/g
	<i>Salmonella</i>	Ausencia/25 g
	<i>Clostridium sulfito reductores</i>	< 10 ³ ufc/g
Fisicoquímicos	Humedad	< 30%
	Textura	Líquida

Tabla 9. Requisitos fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos de la sal.

SAL		
Organolépticos	Color	Blanco
	Olor	Neutro
	Sabor	Característico
	Aspecto	Fino y homogéneo
Microbiológicos	Aerobios mesófilos	$2 \cdot 10^4$ ufc/g
	<i>Listeria monocytogenes</i>	n = 5 ; c = 0 100 ufc/g
Fisicoquímicos	pH	7,00
	Humedad	< 5%
	Textura	Granulada
Metales pesados	Cobre	< 2 mg/kg
	Plomo	< 2 mg/kg
	Arsénico	< 0,5 mg/kg
	Cadmio	< 0,5 mg/kg
	Mercurio	< 0,1 mg/kg

Los requisitos microbiológicos y algunos parámetros fisicoquímicos se han obtenido de las siguientes reglamentaciones:

- Real Decreto 1286/1984, de 23 de mayo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de las harinas y sémolas de trigo y otros productos de su molienda, para consumo humano (BOE-A-1984-15336).
- Reglamento (CE) n° 1441/2007 de la Comisión, de 5 de diciembre de 2007, que modifica el Reglamento (CE) n° 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (BOE-A-2003-3596).
- Reglamento (CE) n o 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- REGLAMENTO (UE) No 365/2010 DE LA COMISIÓN de 28 de abril de 2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) no 2073/2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, en lo que respecta a las

enterobacteriáceas en la leche pasteurizada y otros productos lácteos líquidos pasteurizados y a *Listeria monocytogenes* en la sal de cocina.

7. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

El proceso de fabricación de las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste se encuentra descrito en la Figura 1.

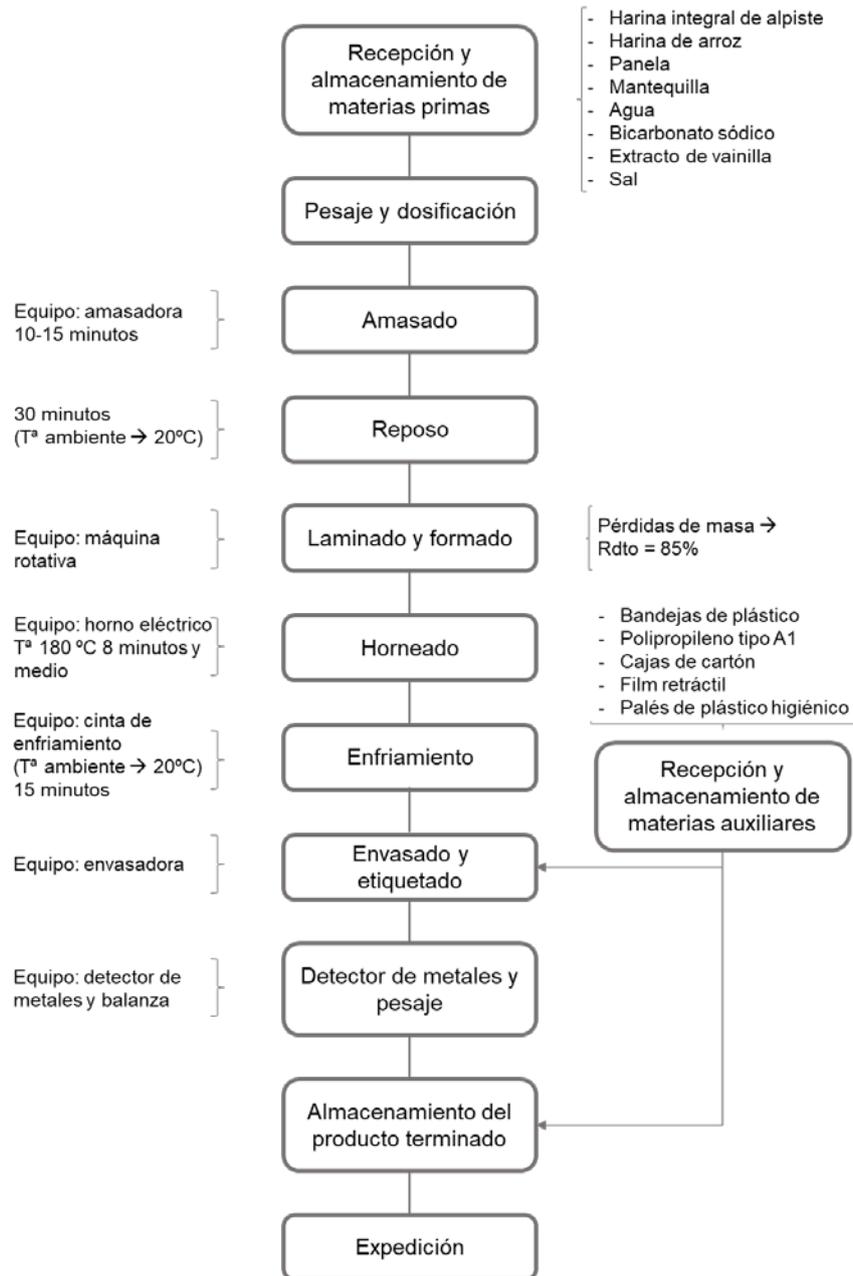


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso productivo.

El proceso productivo de la galleta está integrado por las siguientes fases u operaciones de fabricación:

- La primera etapa del proceso de fabricación de las galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste es la recepción, el control y el almacenamiento de las materias primas. Al mismo tiempo se reciben y almacenan los materiales auxiliares necesarios para el envasado, almacenamiento y transporte del producto final.
- En segundo lugar, las materias primas se van a pesar y añadir en la amasadora en el siguiente orden: mantequilla, panela, agua, extracto de vainilla, y posteriormente la harina, la sal y el bicarbonato sódico. El que la dosificación de las materias primas sea exacta es un punto clave ya que de ello dependerá conseguir un producto homogéneo y con las características deseadas.
- Una vez todos los ingredientes han sido amasados y se ha conseguido una masa de galletas homogénea, esta va a reposar durante 30 minutos en una cuba.
- Dicha cuba va a ser posteriormente vaciada en la tolva de la máquina rotativa en la que va a pasar por un rodillo de presión para obtener el espesor deseado, y por los moldes del moldeador para conseguir la forma correcta. Al salir de la moldeadora las piezas pasan a una cinta transportadora que las conduce al horno.
- En la fase de cocción de las galletas, la temperatura interior del horno oscilará alrededor de los 180°C, siendo esta la temperatura máxima que se alcanzará. El tiempo de cocción va relacionado con la velocidad de la cinta transportadora del horno, por lo que esta cinta se regulará de tal forma que el recorrido de la galleta desde la entrada a la cámara de cocción hasta la salida de esta dure 8 minutos y medio. Una vez que las galletas salen del horno pasan por un detector automático de metales y un control de peso, color y dimensiones.
- Después de los controles, las galletas necesitan enfriarse para proceder a su envasado. Para ello se enfriarán durante 12 minutos a temperatura ambiente (20°C) en la cinta transportadora de enfriamiento.
- Para finalizar el proceso productivo las galletas una vez han alcanzado la temperatura ambiente, se van a envasar en paquetes de 150 g, este proceso se realiza con una envasadora de moldeo rotativo flow-pack que terminará el etiquetado del paquete de galletas añadiendo la fecha de fabricación, la fecha de expiración del producto y el número de lote para poder llevar a cabo la trazabilidad de un paquete en caso necesario. El producto final terminado pasará por un detector de metales y control de peso antes de ser almacenado y expedido.

8. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El proceso para verificar el cumplimiento de lo indicado en el Pliego de Condiciones es el que se define a continuación:

- Verificación de las materias primas empleadas y sus proporciones mediante los necesarios registros.
- Verificación de las materias primas mediante registros, analíticas periódicas e incluso mediante la articulación de un sistema de homologación de proveedores.
- Verificación del proceso de fabricación y cumplimiento con el pliego de condiciones.
- Auditorías tanto internas como externas para verificar los registros y el proceso de fabricación.

9. ETIQUETADO DEL PRODUCTO

En las etiquetas y contraetiquetas del producto de galletas sin gluten enriquecidas nutricionalmente con harina integral de alpiste figurará la mención 'SIN GLUTEN', ya que el producto cumple con los requisitos generales del Reglamento de Ejecución (UE) N°828/2014. Además del logotipo sin gluten, irá impreso un número correlativo y único para cada envase, siguiendo con el Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

10. REQUISITOS LEGISLATIVOS

Se actúa cumpliendo los siguientes requisitos legislativos:

- El Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas establecido en el BOE.
- El Reglamento de Ejecución (UE) N°828/2014 de la comisión de 30 de julio de 2014 relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos.
- El Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., & Sosulski, F. W. (1997). Characteristics of canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) starch. *Starch/Staerke*, 49(12), 475–480. <https://doi.org/10.1002/star.19970491202>
- Cogliatti, M. (2004). El cultivo de Alpiste. In *Director*.
- Cogliatti, M. (2014). *El Cultivo de Alpiste (Phalaris canariensis L.)*. January 2012, 158. <http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/alpiste-1001consejos.pdf>
- Consumidores, M. de participacion de As. (2019). *Encuesta de Hábitos de Consumo 2019*.
- Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity - A new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*, 34(2), 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>
- Feldstein, C. A., & Romero, C. J. (2007). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170216985004>. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 2(2), 49–58.
- Kinsey, L., Burden, S. T., & Bannerman, E. (2008). A dietary survey to determine if patients with coeliac disease are meeting current healthy eating guidelines and how their diet compares to that of the British general population. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(11), 1333–1342. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602856>
- Mason, E., L'hocine, L., Achouri, A., & Karboune, S. (2018). Hairless canaryseed: A novel cereal with health promoting potential. *Nutrients*, 10(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/nu10091327>
- Passos, C. S., Carvalho, L. N., Pontes, R. B., Campos, R. R., Ikuta, O., & Boim, M. A. (2012). Blood pressure reducing effects of phalaris canariensis in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 90(2), 201–208. <https://doi.org/10.1139/Y11-120>
- Rodriguez, J. (2015). *Crecimiento sin límites*. Alimarket S.A.
- Román Riechmann, E., Castillejo de Villasante, G., Cilleruelo Pascual, M. L., Donat Aliaga, E., Polanco Allué, I., Sánchez-Valverde, F., & Ribes Koninckx, C. (2020). Rational application of the new European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) 2020 criteria for the diagnosis of coeliac disease. *Anales de Pediatría*, 92(2), 110.e1-110.e9. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.12.001>
- Van Hees, N. J. M., Van der Does, W., & Giltay, E. J. (2013). Coeliac disease, diet adherence and depressive symptoms. *Journal of Psychosomatic Research*, 74(2), 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.11.007>