



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

Junio 2024

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	2
ÍNDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	9
DOCUMENTO I: MEMORIA .....	10
Anejo 1: Antecedentes y situación actual .....	31
Anejo 2: Estudio de alternativas .....	71
Anejo 3: Ingeniería del proyecto.....	91
Anejo 4: Estudio de mercado .....	129
Anejo 5: Estudio económico .....	145
Anejo 6: Seguridad y salud.....	160
Anejo 7: Residuos .....	192
DOCUMENTO II: PLANOS.....	202
DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES .....	209
BIBLIOGRAFÍA.....	221

# ÍNDICE DE TABLAS

## **Documento I: Memoria**

Tabla 1	Ingredientes granola con salvado de arroz.....	18
Tabla 2	Superficies de las áreas funcionales de la industria .....	22
Tabla 3	Producción diaria y anual de granola .....	24
Tabla 4	Número de personal según su función .....	24
Tabla 5	Presupuesto de maquinaria para la producción de granola.....	27
Tabla 6	Resumen de costes fijos anuales.....	27

## **Anejo 1: Antecedentes**

Tabla 7	Resumen de costes variables anuales. Ajuste a la producción inicial (€) ..	28
Tabla 8	Resumen de costes de producción anuales (fijos y variables) (€) .....	28
Tabla 9	Cálculo de ingresos anuales .....	28
Tabla 10	Ingresos anuales según el año de vida útil.....	29
Tabla 11	Balance de materiales en el proceso de elaboración del arroz.....	40
Tabla 12	Datos estadísticos de producciones de arroz (año 2022) .....	41
Tabla 13	Producciones de arroz en los países de la UE .....	41
Tabla 14	Distribución autonómica de la producción de arroz en España (año 2019)42	
Tabla 15	Producciones de salvado y cáscara de arroz (estimación) .....	42
Tabla 16	Composición de algunos subproductos de la elaboración de arroz .....	47
Tabla 17	Composición química del salvado de arroz. Comparación entre autores... 48	
Tabla 18	Composición en aminoácidos.....	49
Tabla 19	Composición de los ácidos grasos del salvado de arroz .....	49
Tabla 20	Minerales del salvado de arroz.....	50
Tabla 21	Vitaminas del salvado de arroz .....	50
Tabla 22	Composición del salvado de arroz estabilizado, solubles del salvado de arroz, y concentrado de fibra del salvado de arroz.....	53
Tabla 23	Límites máximos de arsénico en los alimentos .....	57
Tabla 24	Actividad reductora del colesterol del aceite de salvado de arroz en comparación con otros aceites comestibles.....	61

## **Anejo 2: Estudio de alternativas**

Tabla 25	Valoración multicriterio en la elección del producto que incorpora salvado de arroz	77
Tabla 26	Ingredientes granola con salvado de arroz.....	80

Tabla 27	Composición nutricional del producto según las alternativas de endulzante y proteína	80
Tabla 28	Coste endulzantes y proteínas propuestas.....	81
Tabla 29	Valoración multicriterio en la elección de los ingredientes endulzante y proteína	84
Tabla 30	Coste packaging .....	87
Tabla 31	Permeabilidad de los materiales de envase propuestos.....	88
Tabla 32	Valoración multicriterio en la elección del envase de la granola .....	89
Tabla 33	Ingredientes granola con salvado de arroz.....	90
Tabla 34	Ingredientes de 100g de granola.....	96

### **Anejo 3: Ingeniería del proyecto**

Tabla 35	Composición nutricional del producto.....	96
Tabla 36	Cálculos de envasado y empaquetado.....	97
Tabla 37	Producción diaria paquetería.....	97
Tabla 38	Producción diaria y anual de granola .....	98
Tabla 39	Necesidades materias primas (día/semana/año).....	98
Tabla 40	Necesidades envases PET .....	99
Tabla 41	Necesidades cajas .....	99
Tabla 42	Necesidades de film retráctil .....	99
Tabla 43	Necesidades de palets.....	99
Tabla 44	Especificaciones técnicas envases alimentarios .....	103
Tabla 45	Cálculo de sacos big bag semanales de copos de avena .....	106
Tabla 46	Cálculo de sacos big bag semanales de salvado de arroz .....	106
Tabla 47	Cálculo de sacos big bag semanales de nueces picadas.....	106
Tabla 48	Cálculo de sacos semanales de semillas de calabaza .....	107
Tabla 49	Cálculo de sacos semanales de semillas de girasol.....	107
Tabla 50	Cálculo de sacos semanales de suero de leche.....	107
Tabla 51	Cálculo de bidones semanales de aceite de coco .....	107
Tabla 52	Cálculo de bidones semanales de miel .....	108
Tabla 53	Cálculo de bidones semanales de extracto de vainilla.....	108
Tabla 54	Cálculo de sacos semanales de canela en polvo .....	108
Tabla 55	Cálculo de sacos semanales de sal .....	108
Tabla 56	Cálculo dosificado de cada ingrediente por ciclo de mezcla.....	109
Tabla 57	Cálculo ciclos/h mezcladora.....	110
Tabla 58	Cálculo peso de cada saco big bag.....	113

Tabla 59	Ficha técnica vaciador big bag .....	114
Tabla 60	Ficha técnica carretilla elevadora .....	115
Tabla 61	Ficha especificaciones báscula .....	116
Tabla 62	Ficha técnica mezcladora.....	117
Tabla 63	Cálculo metros cinta transportadora.....	118
Tabla 64	Ficha técnica cinta transportadora (mezclado-horneado) .....	118
Tabla 65	Ficha técnica horno para granola .....	120
Tabla 66	Cálculo metros cinta transportadora.....	121
Tabla 67	Ficha técnica cinta transportadora (horneado-ensvasado).....	121
Tabla 68	Ficha técnica llenadora envasadora .....	122
Tabla 69	Ficha técnica transportador .....	123
Tabla 70	Ficha técnica detector de metales .....	124
Tabla 71	Ficha enfardadora .....	124
Tabla 72	Número de personal según su función .....	125
Tabla 73	Superficies de las áreas funcionales de la industria .....	128

#### **Anejo 4: Estudio de mercado**

Tabla 74	Consumo doméstico de cereales .....	132
Tabla 75	Consumo doméstico de galletas en España.....	134
Tabla 76	Últimos lanzamientos de cereales de desayuno.....	140
Tabla 77	Productos de granola en el mercado.....	141

#### **Anejo 5: Estudio económico**

Tabla 78	Presupuesto de maquinaria para la producción de granola.....	148
Tabla 79	Cálculo de amortización de la inversión en 15 años.....	149
Tabla 80	Tabla de amortización del préstamo de la inversión.....	150
Tabla 81	Gastos de la formalización del préstamo.....	151
Tabla 82	Número de personal según su función .....	151
Tabla 83	Cotizaciones al Régimen General de la Seguridad Social.....	152
Tabla 84	Cálculo de costes anuales de personal .....	152
Tabla 85	Cálculo del coste de materias primas por año de producción.....	153
Tabla 86	Cálculo del coste anual en materiales auxiliares .....	153
Tabla 87	Cálculo del coste anual del consumo de agua .....	154
Tabla 88	Cálculo del coste anual del consumo eléctrico .....	154
Tabla 89	Resumen de costes fijos anuales.....	155
Tabla 90	Resumen de costes variables anuales. Ajuste a la producción inicial (€)	155

Tabla 91	Resumen de costes de producción anuales (fijos y variables) (€) .....	156
Tabla 92	Cálculo de ingresos anuales .....	156
Tabla 93	Ingresos anuales según el año de vida útil.....	156
Tabla 94	Cálculo de los flujos de caja correspondientes a la línea de producción de granola	157
Tabla 95	Producción diaria y anual de granola .....	172

### **Anejo 6: Seguridad y salud**

Tabla 96	Ficha del producto.....	172
Tabla 97	Cálculo dosificado de cada ingrediente por ciclo de mezcla .....	174
Tabla 98	Cálculo ciclos/h mezcladora .....	175
Tabla 99	Tabla de evaluación de los peligros potenciales.....	180
Tabla 100	Evaluación de riesgos según la criticidad .....	180
Tabla 101	Peligros significativos resultantes del proceso .....	186
Tabla 102	Cuadro de gestión de APPCC .....	188

### **Anejo 7: Residuos**

Tabla 103	Residuos generados en cada etapa productiva .....	195
Tabla 104	Contenedores en el almacén de residuos.....	196

### **Documento III: Pliego de condiciones**

Tabla 105	Ingredientes de 100g de granola .....	214
Tabla 106	Composición nutricional de 100g de granola .....	215
Tabla 107	Características fisicoquímicas de la granola .....	215
Tabla 108	Parámetros microbiológicos y contaminantes del producto.....	216

# ÍNDICE DE FIGURAS

## **Documento I: Memoria**

Figura 1	Diagrama longitudinal de un grano de arroz.....	13
Figura 2	Alternativa packaging: Doy pack .....	18
Figura 3	Presentación del producto (anverso y reverso del paquete .....	19
Figura 4	Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola .....	20
Figura 5	Distribución en planta: cota y superficies.....	23

## **Anejo 1: Antecedentes del proyecto**

Figura 6	Constitución histológica de un grano de arroz descascarillado (esquema). 33	
Figura 7	Diagrama longitudinal de un grano de arroz.....	34
Figura 8	Esquema tecnológico de flujo de un molino estándar de arroz de 1,7-2,0t/h 36	
Figura 9	Máquina descascarilladora de discos .....	37
Figura 10	Máquina descascarilladora de arroz de rodillos de goma .....	38
Figura 11	Seleccionador plano .....	39
Figura 12	Blanqueadora vertical .....	40
Figura 13	Representación gráfica de la economía circular .....	43
Figura 14	Representación gráfica modelo lineal .....	44
Figura 15	Posibles usos del salvado de arroz.....	45
Figura 16	Paquete de salvado de arroz .....	66

## **Anejo 2: Estudio de alternativas**

Figura 17	Alternativa de Packaging: bolsa PE+ caja.....	85
Figura 18	Alternativa packaging: Doypack.....	86
Figura 19	Alternativa packaging: Doypack compostable.....	86

## **Anejo 3: Ingeniería del proyecto**

Figura 20	Sobre de envasado.....	103
Figura 21	Caja de embalaje.....	104
Figura 22	Film retráctil.....	104
Figura 23	Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola.....	105
Figura 24	Vaciador de big bag.....	114
Figura 25	Carretilla elevadora.....	115

Figura 26	Báscula.....	116
Figura 27	MCB Mezclador Tipo Bicónico.....	117
Figura 28	Cinta transportadora (mezclado – horneado).....	118
Figura 29	Horno túnel para granola.....	119
Figura 30	Cinta transportadora (horneado-ensado).....	121
Figura 31	Llenadora envasadora.....	122
Figura 32	Detector de metales.....	123
Figura 33	Enfardadora.....	124
Figura 34	Organigrama de la fábrica de granola.....	125

#### **Anejo 4: Estudio de mercado**

Figura 35	Evolución anual del total de compras de cereales (millones kg) por tipo 133	
Figura 36	Importancia de los tipos de cereales en 2022 (%).....	133
Figura 37	Evolución anual del total de compras de galletas (millones kg) por tipo 134	
Figura 38	Código TARIC.....	136
Figura 39	Mercado global de alimentos funcionales y productos naturales para la salud 2023-2033.....	142

#### **Anejo 6: Seguridad y salud**

Figura 40	Siglas del Sistema de APPCC.....	166
Figura 41	Principios del Sistema de APPCC.....	166
Figura 42	Representación gráfica del Sistema de APPCC.....	167
Figura 43	Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola.....	177
Figura 44	Árbol de decisiones para identificar los PCC.....	182

#### **Anejo 7: Residuos**

Figura 45	Esquema del proceso de reciclaje de la materia orgánica procedente de la producción 198	
Figura 46	Esquema de reciclaje de envases y plástico.....	199
Figura 47	Esquema de reciclaje del papel y cartón.....	200

#### **Documento III: Pliego de condiciones**

Figura 48	Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola.....	217
Figura 49	Presentación del producto (anverso y reverso del paquete).....	219

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	% Distribución en volumen por canales (2022) .....	135
Gráfico 2	Evolución histórica de las exportaciones Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz) .....	136
Gráfico 3	Principales países de exportación 2022.....	137
Gráfico 4	Evolución histórica de las importaciones de Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz) .....	138
Gráfico 5	Principales países de importación 2022 Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz) .....	138
Gráfico 6	Principales empresas productoras de cereales de desayuno .....	139



---

# Universidad de Valladolid

## Campus de Palencia

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

## DOCUMENTO I: MEMORIA

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## INDICE

1.	Introducción .....	12
2.	Objeto de proyecto .....	12
3.	Antecedentes.....	12
3.1.	El salvado de arroz.....	12
3.2.	Valor nutricional del salvado de arroz .....	13
3.3.	Problemática del salvado de arroz.....	14
3.4.	Importancia de la revalorización del salvado de arroz.....	14
3.5.	Propiedades funcionales y tecnológicas del salvado de arroz .....	14
3.6.	Estudios de aplicación del salvado de arroz en productos alimenticios.....	15
3.7.	Conclusión del estudio de antecedentes.....	15
4.	Condicionantes del proyecto.....	16
5.	Situación actual .....	16
5.1.	Situación actual de la industria .....	16
5.2.	Situación actual del sector .....	16
6.	Estudio de alternativas.....	17
7.	Presentación del producto .....	17
8.	Ingeniería del proyecto .....	19
8.1.	Descripción de materias primas y auxiliares .....	20
8.2.	Descripción del proceso productivo .....	20
8.3.	Especificaciones de la maquinaria.....	21
8.4.	Identificación y dimensiones de las áreas funcionales .....	22
8.5.	Plan productivo.....	24
8.6.	Necesidades de personal .....	24
8.7.	Seguridad y salud.....	24
8.8.	Control de residuos.....	25
9.	Estudio económico .....	26
9.1.	Introducción.....	26
9.2.	Presupuesto inicial de la inversión.....	27
9.3.	Costes fijos de producción.....	27
9.4.	Costes variables de producción.....	28
9.5.	Costes totales anuales .....	28
9.6.	Ingresos del proyecto .....	28
9.7.	Rentabilidad y ganancias del proyecto.....	29
10.	Conclusiones y recomendaciones .....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

El salvado de arroz es un subproducto cuantioso a nivel mundial, de la industria arrocera. Actualmente en muchos casos se desecha o se destina a alimentación animal. Presenta un alto valor nutritivo pues es rico en aceites y tiene un alto contenido en proteínas, grasas, azúcares y otros carbohidratos. Aunque si bien es cierto que puede ser reutilizado en ámbitos no alimentarios como pueden ser los biocombustibles, es de gran interés reutilizarlo para consumo humano.

Hay muchos estudios que demuestran las propiedades funcionales del salvado de arroz y también el salvado de arroz como ingrediente funcional en diversos productos alimenticios. Por lo que su consumo puede beneficiar la salud, y si se usa como ingrediente, puede mejorar las propiedades nutritivas y saludables del producto.

Por todo ello es importante revalorizar y reutilizar este subproducto tan nutritivo y cuantioso de la industria arrocera, y popularizarlo en el consumo humano como producto saludable.

## 2. OBJETO DE PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar un nuevo producto alimenticio que tenga entre sus ingredientes salvado de arroz, con el fin de aportar propiedades funcionales al producto. Este nuevo producto consiste en una granola saludable.

La granola es una mezcla de cereales tostados que se suele consumir como desayuno o merienda. Suele consistir en avena, frutos secos, semillas y endulzantes como la miel o el jarabe de arce, con textura crujiente. Es un producto originario de Estados Unidos, aunque hoy en día ya es popular y común en nuestro país, se percibe como un alimento natural y saludable.

Además, en el proyecto se definen los parámetros necesarios para la instalación y funcionamiento de una nueva línea de producción de granola con salvado de arroz, obteniendo un producto de calidad y seguro.

## 3. ANTECEDENTES

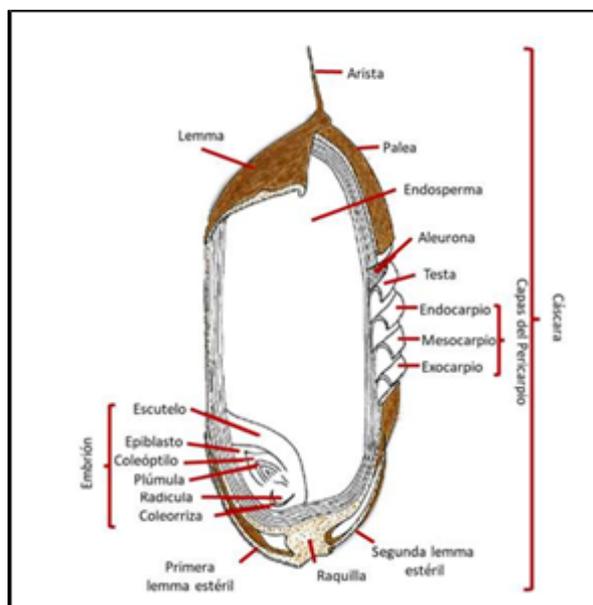
Antes de desarrollar el nuevo producto se ha realizado una revisión bibliográfica minuciosa de aspectos importantes del salvado de arroz como la composición química, sus propiedades funcionales y posibles usos, especialmente en alimentación humana.

### 3.1. El salvado de arroz

El salvado de arroz es considerado un subproducto de la elaboración de arroz blanco. También es conocido como “cargobran”.

El salvado procede de las capas exteriores del pericarpio del arroz moreno o descascarillado, concretamente de la capa aleurona, tegumento, el pericarpio (endocarpio, mesocarpio y epicarpio) y parte del germen (Figura 1). El polvo de pulimento viene de las capas interiores que contiene las células de aleurona y pequeñas cantidades de endospermo feculento (a menudo también germen). Como podría

esperarse, las cantidades de salvado y de polvo varían ampliamente, dependiendo del procedimiento seguido para su obtención. El salvado es normalmente el 8% del arroz descascarillado, arroz moreno o integral y el polvo de pulimento el 2% (Hoseney, 1991).



**Figura 1 Diagrama longitudinal de un grano de arroz**  
Fuente: Paredes C. (2001) adaptado de Juliano, 1993

El salvado es fuente de aceite comestible, proteínas y otros nutrientes, lo que eleva su uso potencial. Tienen una cantidad importante de vitaminas y minerales. Sin embargo, en muchos países se vierte como residuo a los ríos, se quema o se utiliza como pienso.

Se genera a partir del proceso de transformación del arroz integral para obtener arroz blanco. Este proceso implica varias etapas para separar las capas exteriores del grano de arroz (cascarilla y salvado) del endospermo blanco.

Es en la fase de pulido o blanqueo, en la que se retira el salvado (la capa que rodea al endospermo) el arroz descascarillado (arroz marrón o integral). Este proceso se lleva a cabo utilizando máquinas que consisten en rodillos abrasivos o fricción mecánica. Durante esta etapa, el salvado de arroz se desprende y se separa del grano.

### 3.2. Valor nutricional del salvado de arroz

El salvado de arroz posee un alto potencial nutritivo pues es rico en aceites y tiene un alto contenido en proteínas (14%), grasas (16%), fibra (12%), azúcares (18%) y otros carbohidratos. Los carbohidratos más abundantes son celulosa (9-12,8%), hemicelulosa (8,7-11,4%), almidón y beta-glucanos (1%). Constituye una excelente fuente de Vitamina B y E y carece de vitaminas A, C y D. Por esta razón, este producto tan nutritivo de la industria arrocera puede tener diversas utilidades.

En general, por las variables que intervienen en el proceso de producción y elaboración del salvado de arroz, su composición química puede ser muy variable, por eso es importante señalar la necesidad de caracterizar el producto concreto obtenido en cada industria para destinarlo a un uso determinado, estandarizando al máximo el cultivo y el proceso de elaboración y conservación. Deberían realizarse controles de granulometría,

análisis proximal incluyendo los distintos tipos de fibra, así como de capacidad antioxidante (Trolox, peróxidos, FFA) vitaminas (tocoferol, oryzanol, y tocotrienol) y perfil de ácidos grasos (es rico en ácido linoleico 18:2). Los análisis deberían hacerse en el momento de la obtención y periódicamente durante 6 meses tanto de las muestras sin tratar como de las extrusionadas.

### **3.3. Problemática del salvado de arroz**

Los lípidos del salvado son objeto de “oxidación”, dando lugar a olor y sabor de rancio, y de “hidrólisis”, división de los ácidos grasos libres, es decir, un deterioro de las grasas. La rancidez hidrolítica es el principal obstáculo para utilizar el salvado como alimento.

Estas reacciones bioquímicas son causadas por el propio proceso de obtención del grano, cuando la cáscara se separa del grano dañando las paredes celulares del pericarpio y entra en contacto con el oxígeno. La velocidad de las reacciones bioquímicas dependerá de las condiciones de postcosecha.

Por esta razón, es importante estabilizar las grasas inmediatamente después de su obtención, mediante extrusión, microondas o radiación ultravioleta.

Otra problemática es la posible contaminación del salvado por arsénico, presente en el medio natural en determinadas zonas. También influye en la absorción de este contaminante el método de cultivo o variedad de arroz. Los países mediterráneos presentan bajos índices de contaminación.

### **3.4. Importancia de la revalorización del salvado de arroz**

El salvado representa entre el 5-12% en peso del arroz cáscara. Considerando las producciones de arroz, se estima una producción mundial de casi 70 millones de toneladas anuales, de las cuales 31.000 toneladas se generan en España.

En un contexto de economía circular y de minimización del desperdicio alimentario, cobra gran importancia minimizar al máximo los subproductos, reutilizarlos y valorizarlos. Esta es la razón por la que existen numerosos estudios que revisan las posibles aplicaciones de estos subproductos de escaso valor. Estos estudios se centran en alimentación animal, uso como biocombustible y en alimentación humana.

### **3.5. Propiedades funcionales y tecnológicas del salvado de arroz**

El consumo de determinados nutrientes pueden ser beneficiosos por el organismo. Por ejemplo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomienda un consumo diario de 25 gramos de fibra dietética en adultos para el normal funcionamiento del intestino grueso.

Atendiendo la composición nutricional del salvado de arroz, en este trabajo se han revisado las propiedades nutritivas y funcionales asociadas al consumo del salvado de arroz y se han revisado diversos estudios que contrastan las siguientes propiedades, muchas de ellas testadas en animales, algunas también en humanos:

- Propiedades antioxidantes
- Propiedades hipocolesterolémicas
- Propiedades antiinflamatorias

- Propiedades anticancerígenas
- Propiedades antidiabéticas

También son relevantes sus propiedades tecnológicas, algunas de ellas son:

- Su capacidad de absorción de agua y de aceite. Ayuda a reducir la pérdida de humedad y frescura en productos de panadería.
- La solubilidad en agua de las proteínas del salvado. Facilita las emulsiones, formación de espuma y gel.
- Valor nutricional. Ayuda a mejorar nutricionalmente el producto alimenticio.
- Puede mejorar la textura debido a su contenido en ácido palmítico que facilita una textura crujiente en la fritura.

### **3.6. Estudios de aplicación del salvado de arroz en productos alimenticios**

El salvado de arroz puede consumirse directamente, aunque actualmente escasas marcas lo venden para su consumo humano ya que es un producto que sensorialmente no resulta agradable para todos. Su recomendación es mezclarlo con alimentos como bebidas y lácteos, para aportar fibra y nutrientes en su dieta.

Se han revisado los estudios de aplicación del salvado en productos alimenticios y se ha observado que puede ser buen ingrediente en elaboraciones de diversos alimentos como pan y productos horneados, cookies, margarines, pasta, pizza, cereales para el desayuno, barritas energéticas, aperitivos extrusionados, rebozados, bebidas, yogures, carnes, y aderezo para ensaladas.

En muchos de estos estudios se concluye que proporción adecuada de salvado de arroz utilizado como ingrediente es de entre el 10 y 20% del producto, proporción que suele recibir una buena aceptación por parte del consumidor final.

### **3.7. Conclusión del estudio de antecedentes**

El salvado de arroz es un subproducto cuantioso y voluminoso de la industria arrocera que habitualmente se destina a alimentación animal o bien se desecha.

En un contexto de economía circular, aunque existe un interés creciente en incorporarlo al mercado de los biocombustibles, posee propiedades nutricionales y propiedades saludables que son importantes en la salud humana. Revisados los estudios científicos existentes se observa que el salvado de arroz no siempre es aceptado por el consumidor final debido a sus propiedades sensoriales, no obstante, la adición de entre un 10-20% entre los ingredientes de diversos productos alimenticios sí presenta una buena aceptación por parte del consumidor, al mismo tiempo que aporta beneficios para la salud humana y contribuye a la economía circular.

Pese los numerosos trabajos de investigación que demuestran las ventajas del consumo de este subproducto, no se ha popularizado entre los consumidores y prácticamente no existen productos alimenticios con este ingrediente.

Atendiendo los volúmenes de producción de salvado y sus ventajas nutricionales y funcionales, en este proyecto se ha querido desarrollar un producto alimenticio con salvado de arroz que posea propiedades funcionales.

## 4. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

La línea de fabricación del nuevo producto alimenticio se instala en una industria de galletas existente en Vilafranca del Penedès.

Su promotor ha impuesto los siguientes condicionantes para desarrollar el producto y línea de producción de este proyecto:

- El producto ha de contener salvado de arroz en sus ingredientes, alimento de calidad y funcional, pero al mismo tiempo económicamente competitivo.
- El producto debe de ser de ser un producto relacionado con el mercado de desayunos y meriendas.
- El producto debe de ser saludable y dirigido a una población que valore los productos saludables y de calidad.
- La línea de producción debe de diseñarse para maximizar los beneficios, que cumpla con los estándares de calidad, seguridad e higiene alimentaria.
- Los elementos que forman parte de la inversión han de ser útiles para la producción de otros productos de la empresa como son las galletas.

Además, el producto y las instalaciones deben de cumplir con los condicionantes legales generales y específicos de seguridad alimentaria para la fabricación de productos alimenticios.

## 5. SITUACIÓN ACTUAL

### 5.1. Situación actual de la industria

La industria donde se va a instalar la nueva línea de elaboración del nuevo producto se sitúa en Vilafranca del Penedés. Está en funcionamiento y actualmente produce 4.000kg de galletas al día durante 5 días a la semana (20.000kg de galletas/semana). Quiere reducir esta producción para dar lugar a la producción del nuevo producto, debido a una disminución de la demanda de este producto, pues en el mercado existe una amplia oferta lo que resulta cada vez más difícil mantener el nivel de ventas.

### 5.2. Situación actual del sector

En el *Anejo 5 Estudio de mercado* vemos que en nuestro territorio se consumen 227 millones de kg de galletas anuales y es que la galleta es un producto de gran tradición en nuestros hogares. A pesar de ello, hemos podido ver que su consumo tiende levemente a disminuir en los últimos años (en 2022 un -6,1% en peso respecto a 2019).

Un producto alternativo a las galletas pueden ser los cereales de desayuno, categoría al que pertenece la granola. Su consumo en 2022 fue de casi 73 millones de kg, con una tendencia creciente con el paso del tiempo (+0,5% respecto a 2019), pero aumenta

en mayor medida el consumo de los cereales con fibra (considerados saludables), que actualmente representan 32,4% en volumen (kg) del total de cereales.

El mercado de los productos saludables tiene buenas perspectivas de crecimiento, se estima un 0,5% anual hasta el 2033, pues se incrementa la demanda de productos naturales y saludables. Puede ser una buena oportunidad para el mercado los cereales de desayuno saludables.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para lograr la formulación de un producto alimenticio funcional con salvado de arroz y el diseño adecuado de su línea de producción en la fábrica, identificamos algunos factores de estudio sobre los que planteamos distintas opciones y se elige la adecuada mediante la herramienta de *análisis multicriterio*. El detalle del estudio se realiza en el *Anejo 3 Estudio de alternativas*.

- Producto por desarrollar: Las alternativas planteadas son galletas, granola y muffins

El producto alimenticio que llevará como ingrediente salvado de arroz es la granola, formado por una mezcla de textura crujiente, que contiene principalmente avena, arroz, frutos secos y semillas, horneada con un endulzante, consumido generalmente durante el desayuno por personas preocupadas de su salud, atletas, o que siguen dietas vegetarianas o veganas y prefieren alimentos integrales.

- Ingredientes endulzante y proteína: Las alternativas planteadas son:
  - o Para el endulzante: sirope de arce, miel y jarabe de agave.
  - o Para la proteína: suero de leche y proteína de soja.

El endulzante elegido es la miel y la proteína es el suero de leche en polvo. Esta combinación de ingredientes es la que aporta las características funcionales deseadas a la granola con el menor coste posible.

- El packaging del producto: Bolsa interna de polietileno (PE) + Caja de cartón exterior; Doy pack; Doypack compostable.

El envase elegido es un Doy pack (con doble barrera que presenta permeabilidades bajas al vapor de agua y al oxígeno, de modo que ofrecerá una mayor vida útil a la granola. Además, este envase presenta un coste más económico cumpliendo, simultáneamente, con los requisitos de permeabilidad mencionados.

## 7. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

El nuevo producto funcional que producirá la industria es una granola con salvado de arroz, de textura crujiente formada por una mezcla de ingredientes como avena, salvado de arroz, frutos secos, semillas y edulcorantes. Su fórmula se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1 Ingredientes granola con salvado de arroz**

Ingrediente		Unidad
Avena copos	21,01	g
Salvado de arroz	15,41	g
Nueces picadas	16,81	g
Semillas de calabaza	8,40	g
Semillas de girasol	8,40	g
Suero de leche en polvo	8,40	g
Aceite de coco	8,40	ml
Miel	8,40	ml
Extracto de vainilla	0,84	g
Canela en polvo	0,28	g
Sal	0,14	g
	<b>100,00</b>	

Fuente: elaboración propia

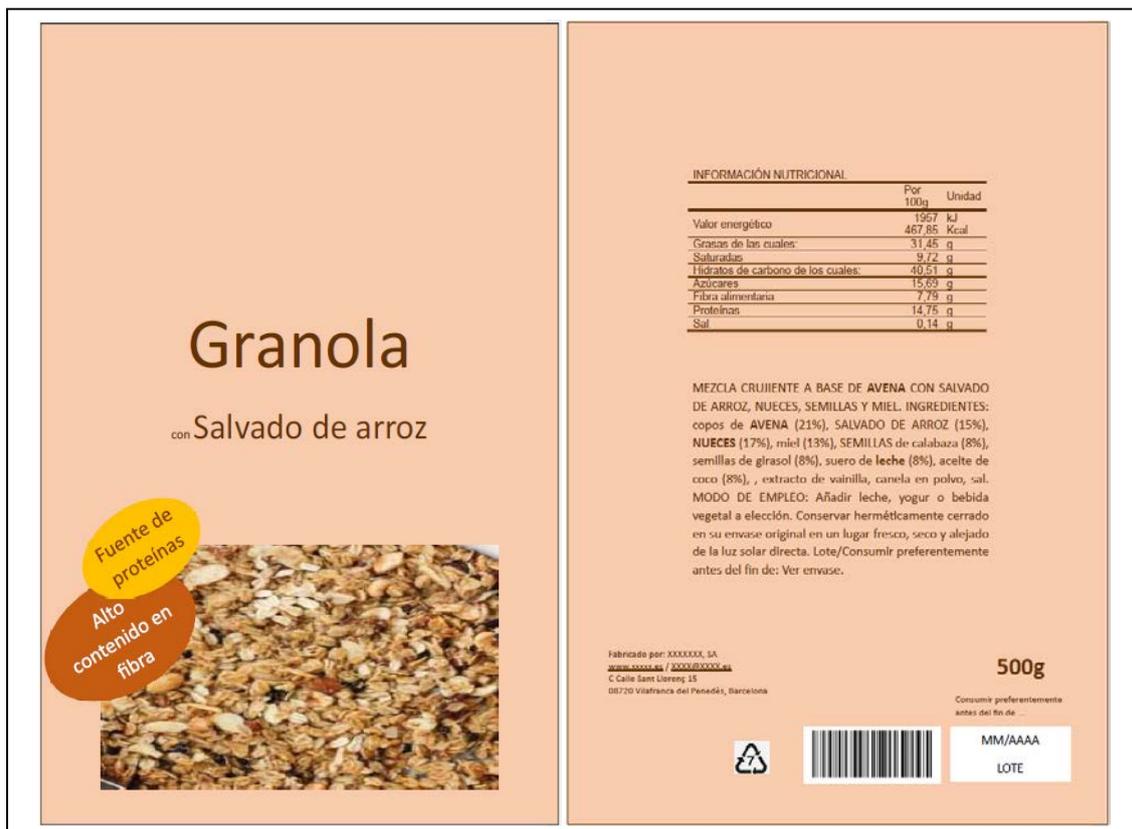
Se presenta en un envase de calidad, paquetes de 500g Doy pack de Polietileno (PE) con auto cierre ZIP con doble barrera que presenta permeabilidades bajas al vapor de agua y al oxígeno, de modo que ofrecerá una mayor vida útil a la granola.



**Figura 2 Alternativa packaging: Doy pack**

Fuente: [Bolsa Doypack blanco mate – Poucheurop](#)

El Doy pack será serigrafiado con la imagen (anverso y reverso) que consta en la Figura 6. En ella consta el nombre del producto, las declaraciones nutricionales que procedan según el Reglamento (CE) 1926/2006 (“Alto contenido en fibra” y “Fuente de proteínas”), la descripción del producto, ingredientes con indicación de alérgenos y el peso neto, entre otros.



**Figura 3 Presentación del producto (anverso y reverso del paquete)**

Fuente: Elaboración propia

Es un producto que está en línea de las tendencias del consumidor, pues es un producto funcional, al que se le puede etiquetar con declaraciones nutricionales (“Alto contenido en fibra” y “Fuente de proteínas”). También es un producto de calidad, listo para el consumo, el usuario puede consumirlo mezclándolo con yogur o lácteo, aunque también directamente. Se dirige a una población joven de 25 a 50 años, con ingresos medios-altos y un estilo de vida activo pero saludable (público en el que crece la preocupación por la salud y el bienestar).

El peso neto incluido en el paquete tiene las raciones correspondientes que le permiten extender su consumo entre 1 y 2 semanas, por lo que el consumidor habitual no deberá comprar granola con alta frecuencia.

## 8. INGENIERÍA DEL PROYECTO

La implantación de la nueva línea de producción de granola con salvado de arroz se instala en una industria existente en la que ya se producen galletas. En el *Anejo 3 Ingeniería del proyecto* se describe el proceso productivo, desde la recepción de las materias primas hasta la expedición del producto final. Además, se definen las dimensiones de las diferentes áreas de trabajo, maquinaria y otros aspectos relacionados.

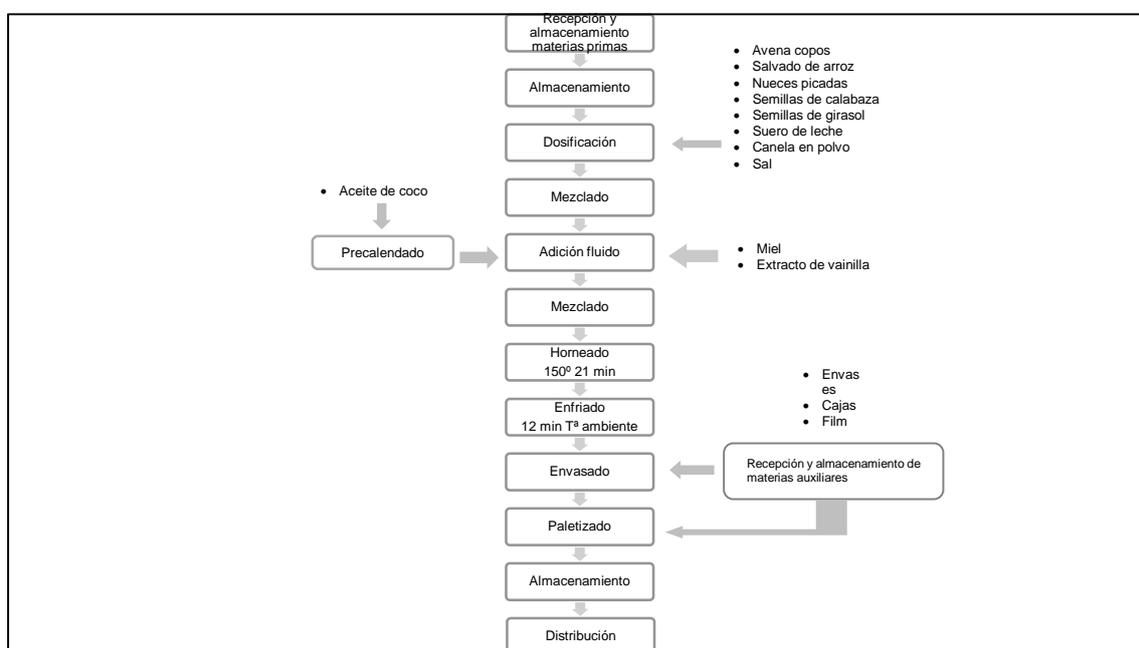
## 8.1. Descripción de materias primas y auxiliares

El nuevo producto funcional se elabora con los siguientes ingredientes: copos de avena, salvado de arroz, nueces picadas, semillas de calabaza, semillas de girasol, suero de leche en polvo, aceite de coco, miel, extracto de vainilla, canela en polvo y sal.

Las materias auxiliares que se utilizan para el envasado y almacenado son: envases Doy pack (PE) con cierre ZIP, cajas de cartón, film retráctil y palets de plástico.

## 8.2. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la nueva línea de granola se explica detalladamente en el anejo mencionado. En la siguiente figura consta el diagrama de flujo correspondiente:



**Figura 4** Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola

Fuente: elaboración propia

El proceso se inicia en la recepción de materias primas para la elaboración de la granola y materias auxiliares para su envasado, almacenamiento y posterior distribución. Se inspeccionan y se depositan en los almacenes correspondientes.

En una segunda fase, momento previo al inicio de la elaboración, se pesan los ingredientes por separado. Seguidamente se realiza el proceso de mezclado de los ingredientes sólidos, con lo que se insertan en la mezcladora los copos de avena, las nueces picadas, las semillas de calabaza y de girasol, el suero de leche en polvo, el extracto de vainilla, canela en polvo y la sal. Después se adicionan los líquidos (miel y aceite de coco derretido). El proceso de mezclado se realiza en una mezcladora biconica en *batch*, con lo que finaliza cuando obtenemos una mezcla homogénea y bien integrada.

La mezcla obtenida se extiende en la cinta de recepción del túnel de horneado diseñado específicamente para granolas. La granola permanecerá dentro del túnel a 150°C

durante 21 minutos. En la salida del túnel la mezcla horneada se trocea mediante cuchillas, ya que el producto final debe de estar granulado, aunque parcialmente aglomerado.

La masa de granola debe de enfriarse a temperatura ambiente durante 12 minutos para envasarse en paquetes Doy pack de 500g. Los envases vienen serigrafiados con la imagen del producto y menciones necesarias, tan solo debe de marcarse el lote y la fecha de consumo preferente. El producto final pasará por un control de metales y un control de peso antes de ser almacenado y distribuido.

### **8.3. Especificaciones de la maquinaria**

La maquinaria necesaria para la producción y envasado de la granola con salvado de arroz funciona con energía trifásica. Serán necesarios los siguientes elementos:

Almacén de materias primas:

- 2 Vaciadores big bag
- 1 carretilla eléctrica elevadora

Sala de pesado

- Báscula industrial 20g – 150kg

Sala de mezclado y horneado

- Mezclador bicónico
- Transportador
- Túnel de horneado (compuesto por tolva de recepción, transportador, paletas troceadoras)
- Transportador de enfriado

Sala de envasado:

- Llenadora envasadora Doy pack de 7 estaciones
- Detector de metales con transportador
- Enfardadora de palets

Almacén de producto terminado:

- Carretilla eléctrica elevadora

## 8.4. Identificación y dimensiones de las áreas funcionales

A continuación, se detallan las superficies y dimensiones de las distintas áreas funcionales de la industria necesarias para su buen funcionamiento. Estas áreas serán compartidas para la elaboración de la granola y la elaboración de las galletas.

**Tabla 2 Superficies de las áreas funcionales de la industria**

Zona	X (m)	Y (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Recepción	6,85	6,5	45
Oficinas administrativas	9,5	6,5	62
Oficinas ejecutivas	9	6,5	58
Vestuarios Hombres	9,55	6,5	62
Vestuarios mujeres	9,55	6,5	62
Limpieza zapatos	3,75	4,9	18
Comedor	12,35	4,9	60
Oficinas	11,20	4,9	55
Sala reuniones	12	4,9	59
Aseo hombres	3,35	4,9	16
Aseo mujeres	3,35	4,9	16
Pasillo 1	44,45	1,55	69
Pasillo 2	1,55	8,05	12
Muelle de recepción	12,5	6,5	81
Almacén MP	12,5	11,3	141
Almacén productos auxiliares	12,5	6,05	75
Pasillo 3	46	1,55	71
Sala de pesado	7,8	6,8	53
Sala mezclado y horneado	38,8	6,8	264
Sala de envasado	18,45	7,35	135
Sala mantenimiento	5	7,35	37
Laboratorio	9,05	2,1	19
Almacén Producto terminado	23	7,35	148
Muelle de expedición	8,85	5,1	45
Almacén residuos	3,5	5,1	18
<i>Total nave</i>	<i>60</i>	<i>30</i>	<i>1800</i>

*Fuente: elaboración propia*

Estas salas se distribuyen en la planta de la nave industrial según consta en la figura siguiente:

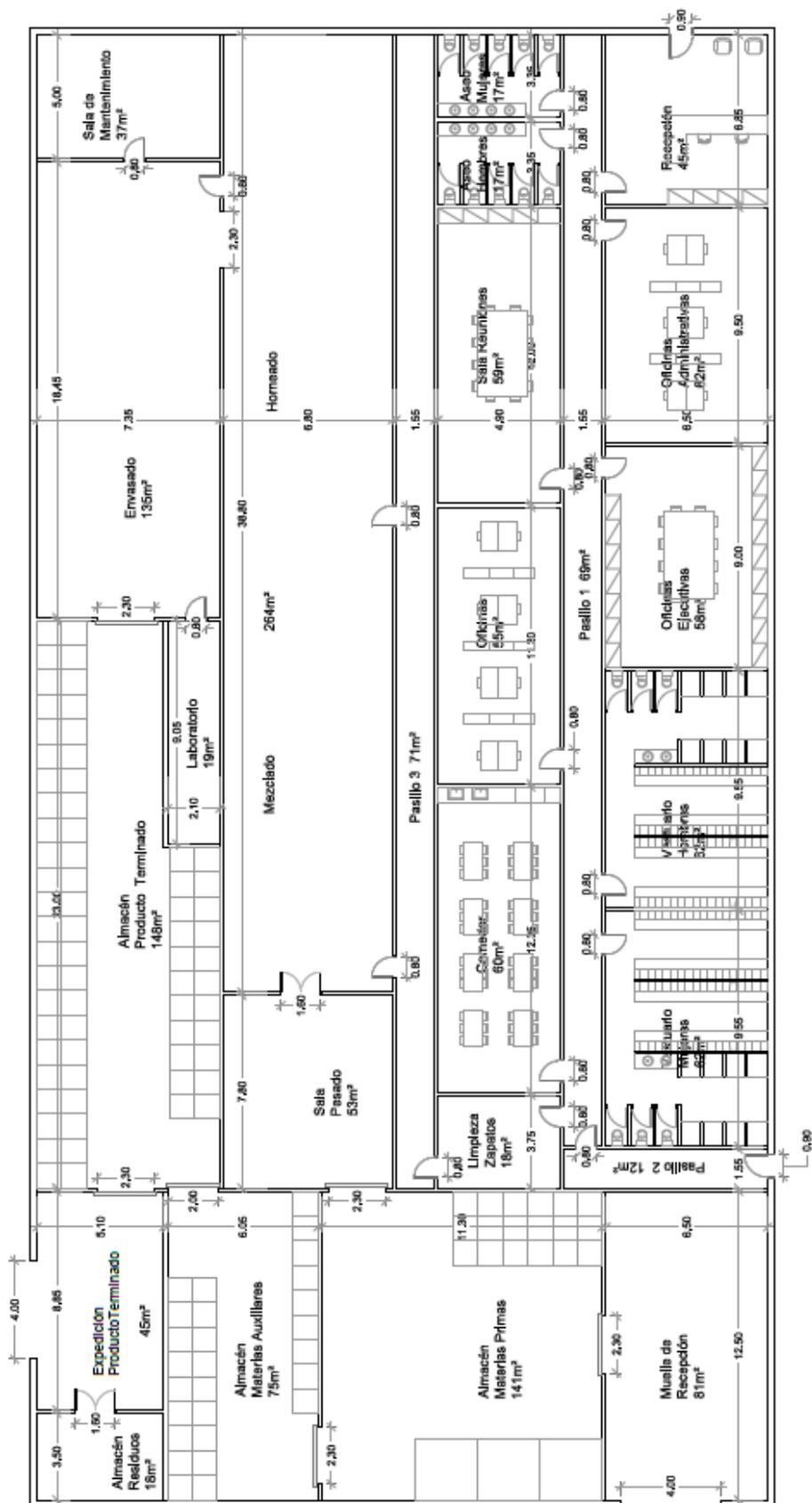


Figura 5 Distribución en planta: cota y superficies.

Fuente: elaboración propia

## 8.5. Plan productivo

La empresa prevé producir el nuevo producto durante 2 días semanales a 2 turnos, se estiman 6.000kg de granola con salvado de arroz diarios (Tabla 3).

**Tabla 3 Producción diaria y anual de granola**

Producción hora (kg/h)	Horas/día	Producción día (kg/día)	Días laborables/año	Producción (t/año)
400	15	6.000	104	624

Fuente: elaboración propia

## 8.6. Necesidades de personal

El personal necesario para el buen funcionamiento de la nueva línea de granola con salvado de arroz es el que se detalla en la Tabla 4.

**Tabla 4 Número de personal según su función**

Director	1
Jefe del área administrativa	1
Jefe del área de producción	2 (1/turno)
Operarios de producción	12 (6/turno)
Técnico de mantenimiento	2 (1/turno)
Técnico de laboratorio	2 (1/turno)
Contabilidad y finanzas	2
Comerciales y compras	2
I+D	1
<b>Total</b>	<b>25</b>

Fuente: elaboración propia

Considerando que la producción de granola prevista se realizará durante 2 días por semana, se estima que el personal aquí indicado dedicará su tiempo en la misma proporción a este nuevo producto.

## 8.7. Seguridad y salud

En el *Anejo 6 Seguridad y Salud* se establece un sistema para detectar y controlar los peligros con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de la granola con salvado de arroz que la empresa produce y comercializa en la industria.

El proceso productivo debe de cumplir con la legislación vigente en cuanto a la seguridad alimentaria, además debe de implementarse un Sistema de APPCC formado por los planes de Prerrequisitos y el Plan de APPCC.

Los planes de prerrequisitos necesarios son:

- Plan de control del agua
- Plan de limpieza y desinfección.
- Plan de control de plagas
- Plan de formación y capacitación del personal.
- Plan de control de proveedores
- Plan de trazabilidad

- Plan de control de alérgenos.
- Plan de mantenimiento de los equipos
- Manual de buenas prácticas.
- Plan de control de superficies.
- Plan de control de residuos

En el Plan de APPCC se establecen puntos de control en cada etapa productiva, se analizan los posibles peligros, se valora si se tratan de peligros significativos o no y, en su caso, se determina si son críticos (PCC) o no (PC). Como resultado se han detectado algunos peligros que, atendiendo a su probabilidad de incidencia y su gravedad, resultan significativos en dos etapas del proceso productivo:

- Recepción de materias primas:
  - Contaminación en origen por cuerpos extraños: vidrios, piedras, metales, plásticos.
  - Presencia de alérgenos no contemplados en la receta.
  - Presencia de moho.
  - Presencia de micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, desoxinivalenol, zearalenona).
- Horneado:
  - Presencia de acrilamidas por encima de los límites aceptables.
  - Supervivencia de microorganismos indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados.

Gracias a las medidas preventivas aplicadas en este Sistema de APPCC no resultan Puntos de Control Críticos (PCC).

No obstante, según los principios del Sistema de APPCC, debe de vigilarse la correcta aplicación del plan, comprobar que el sistema es correcto y aplicar las medidas correctoras que sean necesarias para que se siga garantizando la seguridad del producto elaborado, la granola con salvado de arroz.

## 8.8. Control de residuos

En el *Anejo 7* se identifican los residuos generados en cada etapa del proceso de fabricación del producto. Además, se establece el flujo que debe de seguir cada tipo de residuo, detallados en la Tabla 103. En resumen, los residuos generados y el flujo que debe de seguir en el almacén de residuos son los siguientes:

- Devoluciones no aptas y productos con consumo preferente sobrepasado: se depositan en el contenedor Naranja.
- Materia prima no apta y productos con procesado incorrecto: se depositan en el contenedor Naranja.
- Materia orgánica: se deposita en el contenedor Marrón.
- Plástico: se deposita en el contenedor Amarillo.
- Envases de productos de limpieza: se depositan en el contenedor Amarillo.
- Cristal: se deposita en el contenedor Verde.
- Papel: se deposita en el contenedor Azul.
- Cartón: se deposita en el contenedor Azul.
- Palets: se lleva al almacén de materias auxiliares
- Tóner: se deposita en el contenedor Tóner.

- Restos de cultivos del laboratorio: después de haberse desinfectado se deposita en el contenedor Gris.
- Restos de residuos no orgánicos: se deposita en el contenedor Gris.

Una empresa especializada en harinas para pienso gestionará la materia orgánica de los restos de granola y materias primas no aptas para la venta.

Los envases plásticos serán gestionados por una empresa especializada en gestionar y valorizarlos para transformarlos en nuevos productos plásticos.

Los residuos de cartón serán gestionados por una empresa especializada en gestionarlos y valorizarlos para transformarlos en nuevos productos derivados del papel y cartón.

El cristal y restos de residuos no orgánicos serán gestionados por una empresa certificada para el transporte y tratamiento de residuos.

Los cartuchos tóner serán recogidos por la misma empresa suministradora de la tinta.

## 9. ESTUDIO ECONÓMICO

En el estudio económico se analizan los beneficios económicos que puede reportar a la empresa la implantación de la nueva línea de producción de granola con salvado de arroz, considerando que se implanta en una industria existente en la que ya se producen galletas. Los detalles del estudio constan en el *Anejo 5 Estudio económico*.

### 9.1. Introducción

Para realizar este estudio se analizan los distintos tipos de costes relacionados con la producción de la nueva línea de granola:

- Presupuesto de la inversión inicial, maquinaria necesaria para producir la granola. Se incluye la maquinaria necesaria para producir la granola. Algunos de los elementos ya los dispone la industria de galletas y pueden ser compartidos.
- Costes fijos de la línea de producción de la granola. Los costes que permanecen constantes independientemente de la cantidad producida. No son variables a corto plazo como por ejemplo salarios del personal, amortización de los equipos, costes de seguros de la empresa y de la maquinaria.
- Costes variables en función de la cantidad producida, es decir, el nivel de producción incidirá directamente en su importe. Se trata de las materias primas, materiales auxiliares, consumo de agua, eléctrico y transporte.

Otros factores considerados son:

- La vida útil del proyecto, período de tiempo durante el cual se espera que un proyecto sea viable y genere beneficios económicos. Se ha considerado un período de 15 años.
- La producción a realizar de granola es de 12.000kg a la semana (6.000kg al día x 2 días).

- La inversión se financia con un préstamo a 15 años. El interés del préstamo es del 4%.

También se analiza rentabilidad y las ganancias del proyecto mediante el estudio de los flujos de caja, los índices VAN, TIR, ICB y el tiempo de recuperación de la inversión.

## 9.2. Presupuesto inicial de la inversión

El presupuesto de la inversión asciende a 760.000€. En la siguiente tabla se detallan los costes de cada elemento.

**Tabla 5 Presupuesto de maquinaria para la producción de granola**

	Coste máquina (€)	Unidades	Total (€)
Vaciador big bag	30.000,00	2	60.000,00
Mezcladora	150.000,00	1	150.000,00
Cinta transportadora (mezclado a horneado)	7.000,00	1	7.000,00
Horno	450.000,00	1	450.000,00
Cinta transportadora (horneado a envasado)	8.000,00	1	8.000,00
Envasadora	85.000,00	1	85.000,00
<b>Total</b>			<b>760.000,00</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 9.3. Costes fijos de producción

Los costes fijos de la empresa asociados a la producción de granola que se han considerado: la amortización anual de la maquinaria necesaria para la producción de la granola (incluye el 100% del valor de la maquinaria de uso exclusivo para la producción de la granola y el 40% del valor de la maquinaria de uso compartido con la producción de galletas), los intereses de financiación de la inversión inicial (calculados como una media de los 15 años), el 40% los seguros de la empresa, el 40% del coste de personal dedicado a la producción de granola (personal de la línea de producción, técnico, administrativo, etc). Los costes fijos calculados ascienden a 487.619,41€ anuales, se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 6 Resumen de costes fijos anuales**

	(€)
Amortización maquinaria	30.541,20
Intereses financieros	17.198,21
Seguro	2.800,00
Personal	437.080,00
<b>Costes fijos</b>	<b>487.619,41</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 9.4. Costes variables de producción

Los costes variables que se generan a partir del funcionamiento de la nueva línea de producción incluidos en el estudio son los relacionados con las materias primas, materiales auxiliares, consumo de agua, consumo eléctrico y transporte de mercancías. Todos ellos ascienden a 3.460.220€, según se detalla en la tabla siguiente.

**Tabla 7 Resumen de costes variables anuales. Ajuste a la producción inicial (€)**

	Total costes	Ajuste a la producción primeros años			
		1r año (70%)	2º año (80%)	3r año (90%)	4º al 15 (100%)
Materias primas	2.795.966	1.957.176	2.236.773	2.516.369	2.795.966
Materiales auxiliares	586.895	410.826	469.516	528.205	586.895
Consumo agua	1.186	830	948	1.067	1.186
Consumo eléctrico	20.173	14.121	16.139	18.156	20.173
Transporte de mercancías	56.000	39.200	44.800	50.400	56.000
<b>Costes variables</b>	<b>3.460.220</b>	<b>2.422.154</b>	<b>2.768.176</b>	<b>3.114.198</b>	<b>3.460.220</b>

Fuente: elaboración propia

La perspectiva de la introducción en el mercado del nuevo producto es muy buena, no obstante, se estima que durante los primeros años no producirá el 100% de la producción prevista, a partir del 3r año sí se espera que su funcionamiento sea el proyectado. De modo que se ajustan los costes variables al 70%, 80% y 90% en los primeros años, según se describe en la tabla anterior.

## 9.5. Costes totales anuales

Los costes totales anuales de la nueva línea de producción se calculan a partir de los fijos y variables anteriormente mencionados, y se resumen en la tabla siguiente:

**Tabla 8 Resumen de costes de producción anuales (fijos y variables) (€)**

	Total costes	1r año (70%)	2º año (80%)	3r año (90%)	4º al 20 (100%)
Costes fijos	487.619,41	487.619,41	487.619,41	487.619,41	487.619,41
Costes variables	3.460.219,59	2.422.153,71	2.768.175,67	3.114.197,63	3.460.219,59
<b>Costes totales</b>	<b>3.947.838,99</b>	<b>2.909.773,12</b>	<b>3.255.795,08</b>	<b>3.601.817,03</b>	<b>3.947.838,99</b>

Fuente: elaboración propia

## 9.6. Ingresos del proyecto

A partir de los costes totales de producción para una producción anual de 624.000kg de granola, obtenemos el coste de producción resultante de un kg de granola, es de 5,78€/kg, considerando un margen de beneficio del 20%, su precio de venta debe de ser de 6,94€/kg. De este modo los ingresos anuales previstos son de 4.329.557€ en pleno rendimiento (Tabla 9).

**Tabla 9 Cálculo de ingresos anuales**

Costes (€/año)	3.947.839
Producción (kg/año)	624.000
Coste producto (€/kg)	6,33
Margen industrial (20%)	1,27
Precio venta (€/kg)	7,59
<b>Ingresos anuales (€/año)</b>	<b>4.737.407</b>

Fuente: elaboración propia

Como se ha indicado anteriormente, se estima que en los 3 primeros años la producción sea inferior a la prevista en este proyecto, es decir, del 70%, el 80% y el 90%. En consecuencia, los ingresos serán acordes a esta producción, así se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 10 Ingresos anuales según el año de vida útil**

	1r año 70%	2º año 80%	3r año 90%	4º-20º años 100%
Producción (kg/año)	436.800	499.200	561.600	624.000
Ingresos anuales (€)	3.316.185	3.789.925	4.263.666	4.737.407

Fuente: elaboración propia

## 9.7. Rentabilidad y ganancias del proyecto

En el estudio se calculan los flujos de caja (Cash Flow) a partir del BDI (Beneficios después de impuestos y la amortización de la maquinaria), con una inflación del 1,2% interanual. Los flujos se detallan en la Tabla 94 del *Anejo 5 Estudio económico*, con los que calculamos los índices de rentabilidad siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN), considerando una tasa de interés del 10%, resultan unos ingresos totales de 2.621.673,19 € a lo largo de los 15 años de vida útil del proyecto.
- Tasa de Retorno Interno (TIR) resulta del 57%.
- Índice Coste Beneficio (ICB) resulta del 3,45, es decir, los beneficios del proyecto superan los costes, por lo tanto, se considera viable.
- Tiempo de recuperación de la inversión: 2,6 años.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este proyecto es el diseño de un nuevo producto alimenticio funcional, que tenga entre sus ingredientes salvado de arroz, con el fin de aportar propiedades funcionales al producto.

Inicialmente hemos realizado un estudio minucioso sobre el salvado de arroz y hemos visto que este subproducto cuantioso de la industria arrocera es interesante desde el punto de vista nutricional, rico en grasas saludables, fibra, proteína, vitaminas y minerales, con lo que existen diversos estudios que muestran que puede ser un buen ingrediente (en una proporción del 10-20%) en diversos productos alimenticios destinados al consumo humano, aportando propiedades funcionales.

Disponemos de una industria de galletas situada en Vilafranca del Penedés interesada en elaborar un nuevo producto relacionado con el mercado de desayunos y meriendas, que contenga este ingrediente. Mediante un estudio de alternativas, se ha determinado que el nuevo producto será una granola con salvado de arroz con alto contenido en fibra y fuente de proteínas, con los ingredientes que se detallan en la Tabla 1. Según el estudio de mercado realizado, se aprecia que la granola es un producto menos popular que las galletas, pero presenta buenas perspectivas de crecimiento en su demanda, ya

que se considera un producto natural y saludable, acorde con las exigencias actuales del consumidor.

Determinado el producto, se ha diseñado la implantación de la nueva línea de producción en el establecimiento, para una producción diaria de 6.000kg por 2 días a la semana.

La inversión necesaria es elevada, pero analizados los costes de producción de la granola, ésta se venderá a un precio muy competitivo, con lo que en menos de 3 años el proyecto es capaz de reportar beneficios a la empresa, además presenta una buena rentabilidad económica y beneficios elevados durante los 15 años de vida útil que se estiman del proyecto.



---

# Universidad de Valladolid

## Campus de Palencia

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

### Anejo 1: ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	33
2. introducción .....	33
2.1. El arroz.....	33
2.2. La cáscara.....	35
2.3. El salvado.....	35
3. Proceso de obtención del salvado de arroz .....	36
3.1. Limpieza .....	36
3.2. Descascarillado .....	37
3.3. Selección.....	38
3.4. Blanqueo - Separación del salvado del grano de arroz.....	39
3.5. Pulido .....	40
3.6. Rendimiento del proceso .....	40
4. Importancia de la producción de arroz .....	41
4.1. Producciones del arroz .....	41
4.2. Estimaciones de las producciones de salvado y cáscara de arroz.....	42
4.3. Economía circular en la producción de arroz .....	43
4.4. Posibles usos del salvado de arroz.....	44
5. Composición química y propiedades nutricionales del salvado de arroz.....	46
5.1. Composición química y nutricional.....	46
5.1.1. Composición química del salvado de arroz.....	48
5.1.2. Conclusión.....	51
5.2. Deterioro de las grasas.....	51
5.2.1. Estabilización de las grasas.....	52
5.2.2. Efectos de los tratamientos en el valor nutritivo .....	55
5.2.3. Conclusión.....	55
5.3. Contaminantes .....	56
5.4. Compuestos bioactivos y propiedades funcionales.....	59
5.4.1. Componentes de interés nutricional.....	59
5.4.2. Propiedades funcionales .....	61
5.5. Propiedades funcionales y tecnológicas .....	64
6. Estudios de aplicación .....	66
7. Conclusión.....	69

## 1. OBJETO

Finalidad: Realizar un estudio detallado de los antecedentes y situación actual relativos al salvado de arroz, subproducto generado a partir del proceso de obtención del arroz blanco.

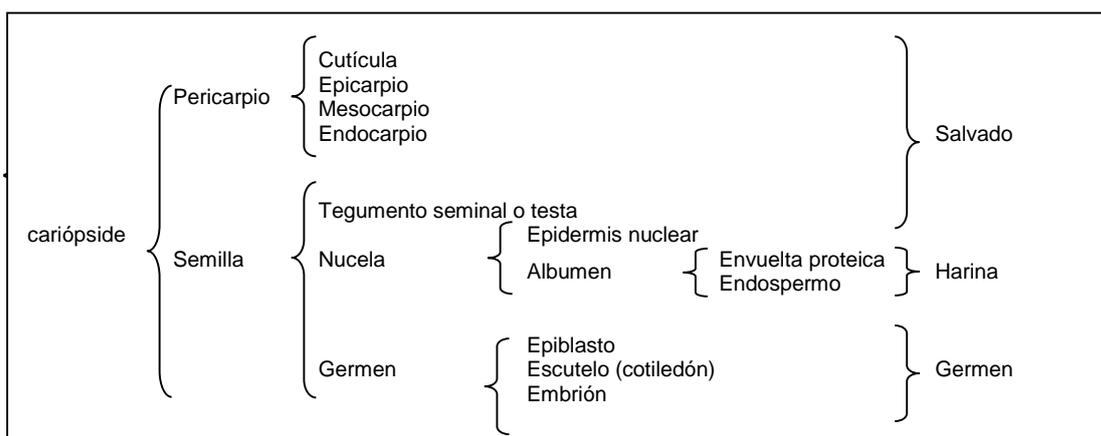
Pretende evaluar la importancia de este subproducto desde el punto de vista ambiental y sus posibles usos. Así mismo, se revisan su composición nutricional, problemática y sus posibilidades de uso como alimento o ingrediente funcional.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. El arroz

El arroz (*Oryza sativa* L) es una planta graminácea, monocotiledónea, uno de los cereales más cultivados en el mundo y cerca de la mitad de la población mundial lo consume.

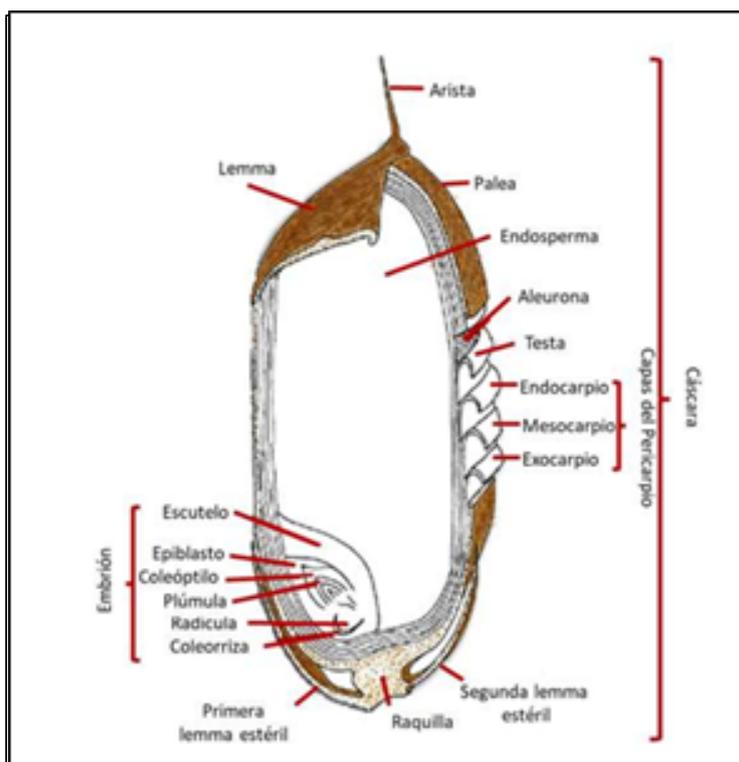
En el grano recolectado se distinguen varias partes. En el siguiente esquema podemos observar la constitución histológica de un grano de arroz descascarillado, es decir, sin glumas ni glumillas:



**Figura 6 Constitución histológica de un grano de arroz descascarillado (esquema)**

Fuente: (Callejo, 2002)

La estructura del grano se caracteriza por la gran importancia de su *endospermo*, rico en hidratos de carbono, y del embrión (o germen). Ambos están envueltos por distintas capas como se observa en la Figura 6. La *capa de aleurona* es la capa externa del endospermo, con células muy diferenciadas. El tegumento de la semilla tiene su origen en el saco embrionario y cubre la capa aleurona. A continuación, el *pericarpio*, es la pared del ovario, y está formado al mismo tiempo por distintas capas de calculas: *epidermis*, *mesocarpio* y *endocarpio*. Finalmente, la cáscara corresponde a las *glumillas* (*palea* y *lemma*).



**Figura 7** Diagrama longitudinal de un grano de arroz  
 Fuente: Paredes C. (2001) adaptado de Juliano, 1993

El grano de una gramínea es una *cariópside*, es decir, un fruto seco indehiscente en el cual el pericarpio está unido íntimamente al tegumento (o testa) de la semilla y no se puede separar sin romper los tejidos. A la vez, las dos capas están fuertemente unidas al endospermo y al embrión. (Pujol, 1998).

Durante la trilla, las brácteas florales (glumas o cascarilla), que forman parte de la flor de los cereales y recubren en la maduración las cariópsides, en algunas especies se separan y caen, como sucede en el trigo o en el maíz; en otras, permanecen adheridas y estrechamente unidas al grano, como en la cebada o en el arroz. (Tinarelli, 1989). El arroz tal y como es recolectado del campo se denomina arroz cáscara o paddy. (Pujol, 1998), el cual no es directamente utilizable para el consumo humano.

El grano resultante una vez se eliminan las glumas y las glumillas (palea y lemma) es el *arroz descascarillado* o *cargo* (arroz moreno o integral). En él se distinguen tres partes claramente diferenciadas: la cobertura o salvado, el germen y la parte interior o endospermo, muy rico en almidón y portadora de algunas vitaminas y sales minerales. (UPV, 2002). Se puede comer así o puede convertirse en arroz blanco. El arroz integral tiene una textura gomosa y sabor a nuez. El color se debe a la presencia de las cubiertas de la cariópside, ricas en minerales y vitaminas, especialmente del grupo B. (Callejo, 2002).

El arroz al que se le han quitado cáscaras, cubiertas y germen mediante el pulido se denomina *arroz blanco*.

El *arroz parbolizado* o *sancochado*, es el arroz paddy que se somete a un proceso hidrotérmico (vapor a presión) previo a la molienda. Esto produce una pregelatinización del almidón del grano, al cual se incorporan vitaminas y grasas del grano. El grano se vuelve más firme y suelto.

El *arroz precocido*, es el arroz blanco o moreno que ha sido cocido y deshidratado tras el pulido del grano. Este proceso reduce el tiempo requerido para el cocinado.

## 2.2. La cáscara

La cáscara constituye un 20% del peso bruto del arroz y está formada por las cubiertas florales lema y pálea, como se puede observar en la Figura 6. La cáscara es rica en celulosa (25%), lignina (30%), pentosanas (15%) y cenizas (21%). Tiene un bajo contenido de humedad ya que el grano se seca al 14% o menos antes del descascarillado. Un 95% de la ceniza es de sílice. Las grandes cantidades de lignina y de sílice son causa del bajo valor de la cáscara como subproducto (Hoseney, 1991).

La producción anual de cáscara de arroz en todo el mundo y China es de unos 80 y 40 millones de toneladas respectivamente. Debido a su superficie dura, su baja densidad aparente (110-160kg/m<sup>3</sup>), su simple almacenamiento y su eliminación, constituyen un problema grave y su transporte es caro. (Callejo, 2002). Por eso, tradicionalmente, este producto se elimina en vertederos.

La utilización más corriente es su uso de generación de energía: combustión, gasificación y pirólisis. También es de interés para la fabricación de los materiales de construcción ya las cenizas de la cascarilla tienen un alto contenido en sílice, que incorporadas en el cemento aumenta su resistencia a la corrosión y su capacidad como material refractario. En el ámbito agrícola se usa para incorporar al suelo y para alimentación animal, ya que mezclado con el arroz se vende como pienso de molino de arroz.

## 2.3. El salvado

El salvado de arroz es considerado un subproducto de la elaboración de arroz blanco. También es conocido como "cargo bran".

El salvado procede de las capas exteriores del pericarpio del arroz moreno o descascarillado. Como complement, el polvo de pulimento viene de las capas interiores que contiene las células de aleurona y pequeñas cantidades de endospermo feculento (a menudo también germen). Como podría esperarse, las cantidades de salvado y de polvo varían ampliamente, dependiendo del procedimiento seguido. El salvado es normalmente el 8% del arroz moreno y el polvo de pulimento el 2%. (Hoseney, 1991).

El salvado es fuente de aceite comestible, proteínas y otros nutrientes, lo que eleva su uso potencial. Tienen una cantidad importante de vitaminas y minerales. Sin embargo, en muchos países se vierte como residuo a los ríos, se quema o se utiliza como pienso.

### 3. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL SALVADO DE ARROZ

Como ya hemos comentado, el salvado se considera un subproducto de la producción de arroz, por lo que describimos en este apartado la obtención del salvado a partir de la producción del arroz blanco.

En la Figura 8 se puede observar el esquema tecnológico del flujo de un molino estándar de arroz, en el cual en primer lugar el arroz integral se criba, como una manera de limpiar y separar las partículas que no deben de ser procesadas; seguidamente se descascarilla y mediante unos separadores se separan los granos integrales que puedan quedar; posteriormente se blanquea o desbasta, siendo en esta etapa en la cual se separa el salvado del arroz y finalmente pule, es decir, se separa la harina adherida a los granos tras el desbastado y para abrillantar la superficie de los mismos.

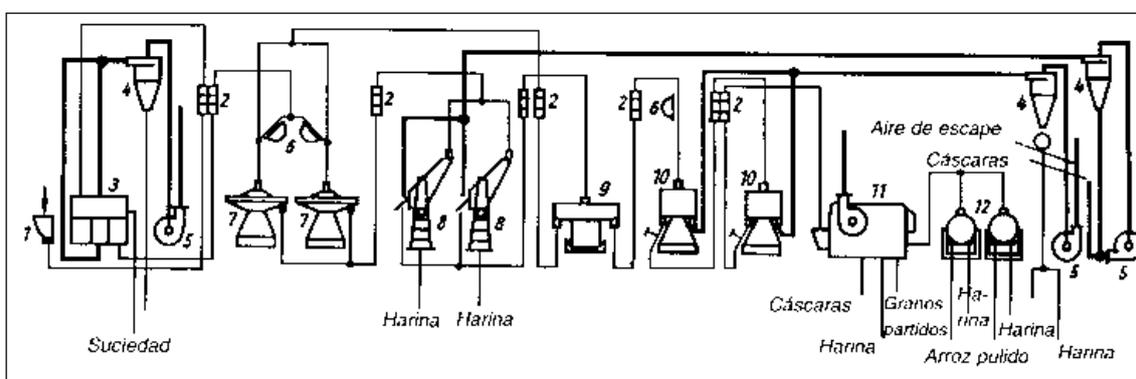


Figura 8 Esquema tecnológico de flujo de un molino estándar de arroz de 1,7-2,0t/h

1 Entrada de arroz integral; 2 filtro de la manguera de aspiración; 3 Cribas clasificadoras; 4 Separador de ciclón; 5 Ventilador aspirador; 6 Separador magnético; 7 Descascarilladora; 8 Cribas de gravedad; 9 Separador horizontal; 10 Desbastadora de granos; 11 Clasificadora de granos; 12 Pulidora de granos

Fuente: Tscheuschner (2001)

En todo el proceso se diferencian las siguientes operaciones básicas:

- Limpieza
- Descascarillado
- Selección
- Blanqueo-Selección

#### 3.1. Limpieza

Mediante la limpieza se pretende eliminar componentes extraños y granos de cereal dañados.

Las impurezas que acompañan al arroz pueden variar mucho en tamaños y formas, (piedras, partículas metálicas, restos de semillas o espigas, o incluso granos no madurados o vacíos), lo que complica el proceso de limpieza (Universidad Politécnica de Valencia, 2002)

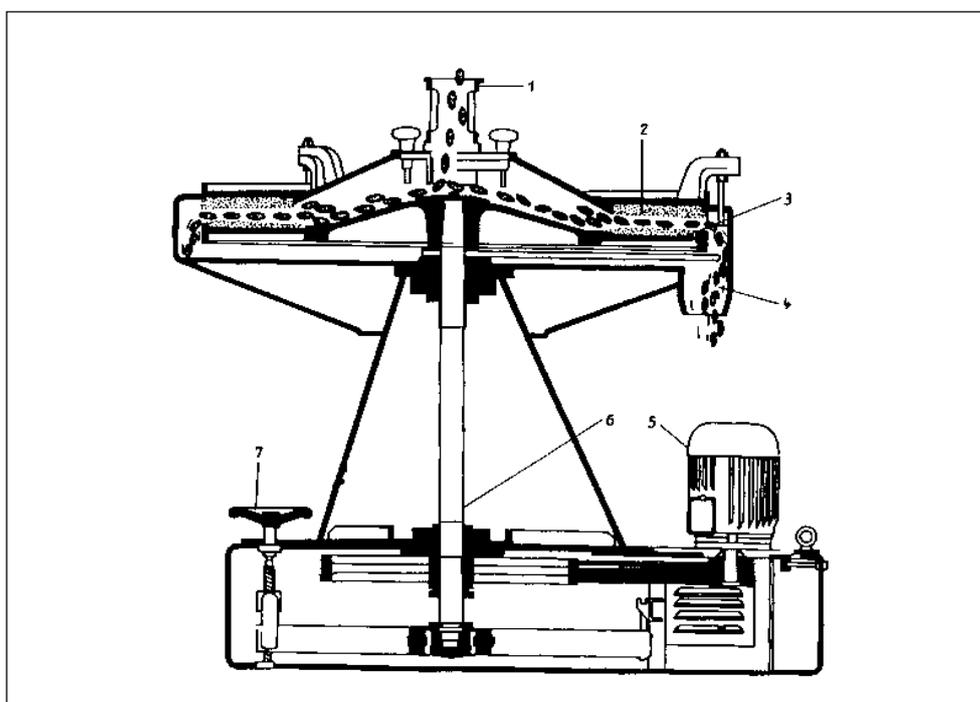
Para separar los cuerpos extraños del arroz se puede recurrir a distintos procesos tecnológicos basados en tres principios físicos: la separación por peso (aspiración de aire), la separación por tamaño (tamices y cribas) y la separación por imantación (separadoras magnéticas).(Universidad Politécnica de Valencia, 2002)

### 3.2. Descascarillado

Después de la limpieza, el arroz pasa por unas máquinas descascarilladoras, de donde sale ya descascarillado y clasificado.

El descascarillado se realiza con una descascarilladora de discos o con una de rodillos de goma.

En una descascarilladora de discos (Figura 9) los granos pasan entre dos discos cuyas superficies de trabajo están hechas de material abrasivo. El disco superior permanece fijo, mientras que el disco inferior gira a una velocidad periférica de 18-20 m/s. Los granos de arroz se mueven debido a las fuerzas de fricción efectivas, siguiendo una trayectoria curvada desde el interior hacia los bordes exteriores del disco, y abandonan la superficie abrasiva después de que el rotor haya girado entre 1/3 y 1/2 vuelta. Así, al salir de la máquina se obtiene una mezcla compuesta por 67 % de arroz descascarillado, 11 % de arroz con cascarilla, 4 % de granos partidos, 1,2 % de harina y 16,8 % de cáscaras, separado en las cribas de gravedad.

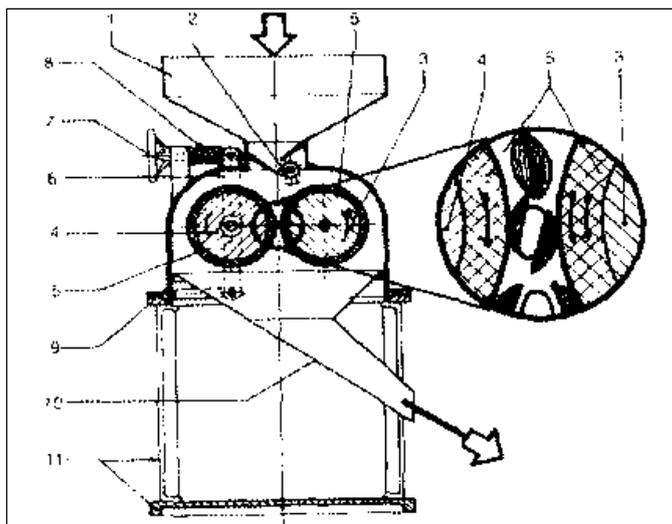


**Figura 9 Máquina descascarilladora de discos**

1 Alimentación; 2 Disco de abrasión fijo; 3 Disco de abrasión rotatorio; 4 Salida del cereal descascarillado y de las cáscaras; 5 Motor; 6 Eje motor del disco inferior; 7 Ajuste del ancho de paso del grano.

Fuente: (Tscheuschner, 2001)

En el caso de la descascarilladora de rodillos (Figura 10) de caucho (goma), el arroz bruto pasa entre los dos rodillos que giran en sentidos opuestos, con diferente velocidad. Se puede ajustar la presión entre los rodillos, y las diferentes variedades pueden exigir este ajuste para conseguir el descascarado convenientemente. Los rodillos deben reemplazarse cada 100-150 horas. Son las descascarilladoras preferidas, por su eficacia (>90%) y porque producen menos fracturas que las de discos (Callejo, 2002).



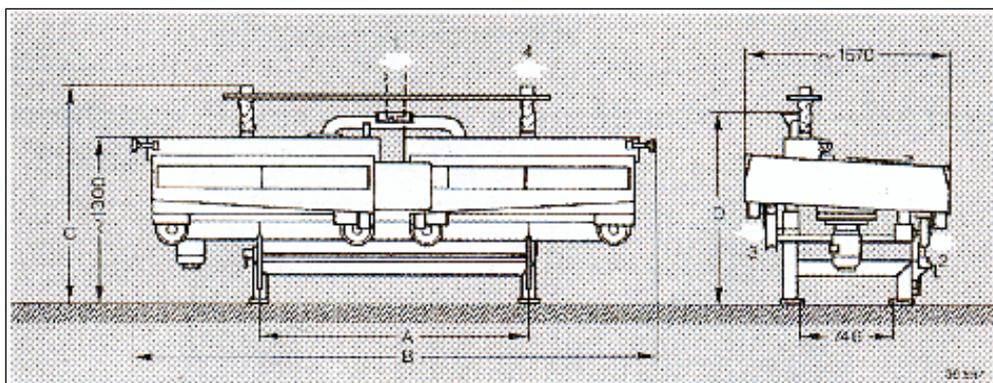
**Figura 10** Máquina descascarilladora de arroz de rodillos de goma  
1-tolva; 2-rodillo; 3 y 4 rodillos activos; 5-forro de goma; 6 a 8- sistema de ajuste de presión;9-cuerpo;  
10- canalón de salida; 11-soporte  
Fuente: (Callejo, 2002)

La descascarilladora puede estar combinada con una separadora de gluma. En su interior existe una corriente de aire en circuito cerrado a velocidades de rotación distintas, de este modo separa la mezcla descascarillas en arroz cargo (fracción pesada), granos mermados (fracción mixta) y gluma (fracción ligera). La cascarilla separada sale por una rosca, el arroz cargo y algunos granos sin pelar pasan al seleccionador.

### 3.3. Selección

Después de separar las cáscaras de los granos, éstos, mediante unos separadores, se clasifican los granos descascarillados y los granos enteros (paddy).

En la Figura 11 podemos ver una separadora horizontal oscilante, la cual efectúa una separación de los granos en función de una anchura o distancia de rebote u oscilación (condicionada por la elasticidad de los granos y su rozamiento sobre la superficie de contacto). Los granos con cáscara, específicamente más ligeros, mayores, más lisos y más elásticos se desplazan en virtud de las oscilaciones longitudinales de la máquina (provista de una ligera inclinación y dotada de unas superficies de rebote triangulares) hasta un resadero superior, mientras que los descascarillados lo hacen hacia una salida inferior. Ajustando la separadora horizontal oscilante, se puede lograr que en el rebosadero superior no haya más de un 2% de granos descascarillados (Tscheuschner, 2001).



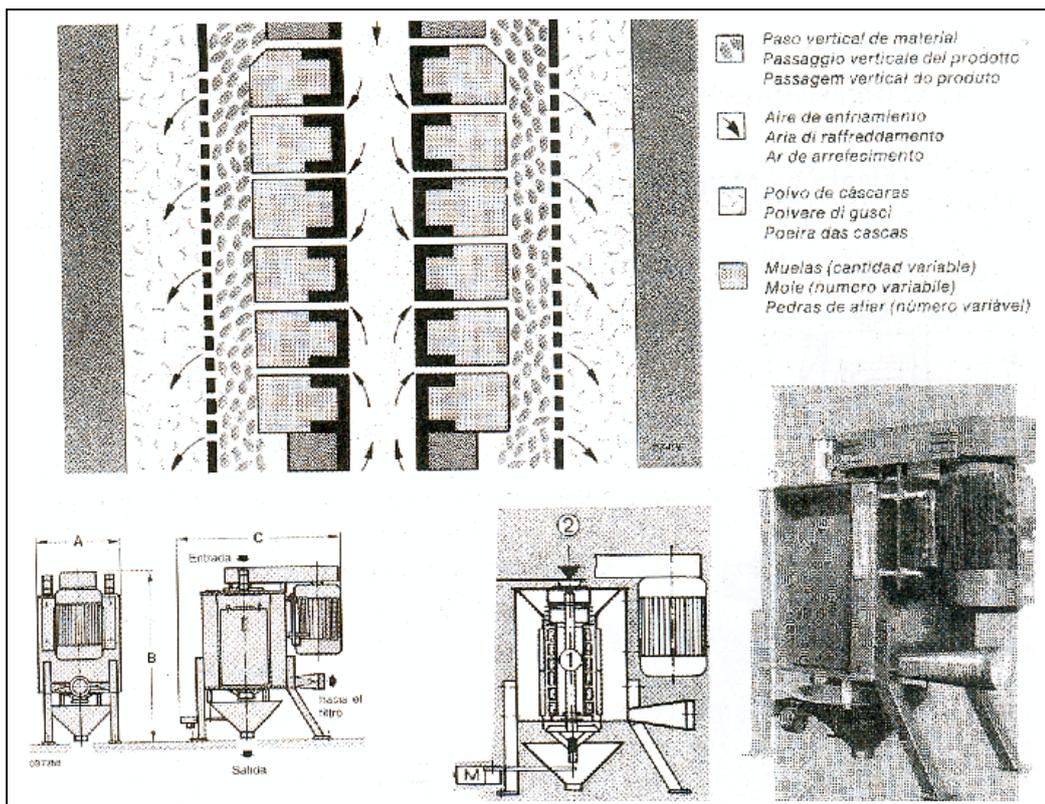
**Figura 11 Seleccionador plano**  
1 Entrada; 2 Producto pesado; 3 Producto ligero; 4 Aspiración  
Fuente: (Callejo, 2002)

### 3.4. Blanqueo - Separación del salvado del grano de arroz

Los granos sin cáscara pasan por unas máquinas blanqueadoras que eliminan el salvado tras la eliminación de las cascarillas, las harinas desprendidas y los granos partidos, los granos desbastados son pulidos en una pulidora.

Mediante el desbastado se eliminan los restos de cascarillas, de la capa de aleurona y del germen, aún presentes en el grano. Después de esta operación, el contenido en cenizas del arroz disminuye desde el nivel inicial del 15,5% hasta el 1%. La desbastadora, cuyos elementos de trabajo se componen de un rotor cónico con superficies abrasivas y un tambor de cribas con placas desviadoras integradas, tiene entre el cono y el tambor una anchura de paso de unos 15mm y entre el cono y las mencionadas placas, un espacio de 3mm. La velocidad de giro es de unos 10m/s. Tras el desbastado tiene lugar la separación del salvado, las cáscaras, el germen y los granos partidos de los granos enteros desbastados.

En otro tipo de blanqueadora esta operación se efectúa pasando el producto entre dos discos y tamices. El producto es alimentado en la máquina por aspiración de aire. El aire de aspiración se conduce en la cámara de tratamiento y del producto blanqueado y, en parte, alrededor de los tamices. El aire enfría al producto y transporta, a través de la conexión de aspiración, la parte cernida hacia el separador del salvado.



**Figura 12** Blanqueadora vertical  
 Fuente: (Callejo, 2002)

### 3.5. Pulido

Para eliminar la harina adherida a los granos tras el desbastado y para abrillantar la superficie de estos, se emplea una máquina pulidora. Consiste en un tambor de acero en cuya superficie hay fijadas unas fajas de cuero, las cuales rotan en un tambor cilíndrico con una serie de perforaciones.

### 3.6. Rendimiento del proceso

En la siguiente tabla se muestra el balance de materiales en el proceso de elaboración del arroz.

**Tabla 11** Balance de materiales en el proceso de elaboración del arroz

Fracción	Rendimientos
Arroz cáscara (paddy)	100
Arroz blanco	55-65
Cáscaras	16-21
Salvado	5-12
Germen	1,5-2,5
Granos partidos	5-15

Fuente: (Callejo, 2002) por cortesía de Primo E.

Viendo estos datos fácilmente se puede deducir que poco más de la mitad de arroz paddy que entra en la industria se convierte en arroz blanco, quedando un porcentaje muy elevado de subproductos.

Los subproductos de mayor interés son el salvado (con o sin germen), por su valor nutritivo y valor potencial en la alimentación, y la cascarilla, por su volumen de producción y posibilidades de utilización industrial. El germen, fuente de grasas y vitamina E, se comercializa con el salvado. Los granos rotos se han utilizado tradicionalmente para elaborar harinas y sémolas para cervecería. Las harinas que se obtienen durante el descascarado, es decir, el salvado procedente de la descascarilladora o salvado “esquellat”, se mezclan frecuentemente con el salvado de blanqueadora o afrecho, aunque tengan características fisicoquímicas bastante diferentes de éste y distintas según se obtengan de un descascarillado realizado con el equipo de rodillos de goma o con el de discos.

## 4. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ

### 4.1. Producciones del arroz

El arroz es considerado como un alimento básico para millones de personas en todo el mundo y más del 85% se consume como pienso. Es uno de los cereales más cultivados en el mundo, según la FAO se producen unos 776 millones de toneladas en todo el mundo, siendo un 25% del total de producción de cereales a nivel mundial. Se consumen cerca de 500 millones de toneladas de arroz elaborado.

**Tabla 12 Datos estadísticos de producciones de arroz (año 2022)**

	España	Europa	Unión Europea (27)	Mundo
Arroz (t)	350.420,00	3.055.715,51	2.113.550,00	776.461.456,61
Cereales (t)	19.292.230,00	523.230.083,60	270.830.120,00	3.059.640.309,59

Fuente: elaboración propia a partir de datos FAOSTAT (2022)

Más de la mitad de producción de arroz se concentra en China e India, en países con gran tradición en su consumo, pues diversos estudios apuntan que los orígenes de este cereal se encuentran en estos países. Sin embargo, la Unión Europea (UE) aporta el 27% de la producción mundial.

Dentro de la UE, España aporta el 16% de la producción, ocupando el segundo lugar en producción precedida de Italia con un 58,8%, que produce más de la mitad de toda la Unión Europea.

**Tabla 13 Producciones de arroz en los países de la UE**

País	toneladas	%
Italia	1.236.960	58,53
España	350.420	16,58
Grecia	214.750	10,16
Portugal	155.570	7,36
Francia	64.480	3,05
Bulgaria	64.320	3,04
Rumania	16.900	0,80
Hungría	10.150	0,48

Fuente: elaboración propia a partir de datos FAOSTAT (2022)

El cultivo del arroz se concentra en las zonas con suelos de elevada salinidad, en deltas y marismas, con facilidad de encharcamiento. En consecuencia, la distribución territorial de la producción de arroz en el territorio español se distribuye principalmente entre las comunidades autónomas de Andalucía en primer lugar (prácticamente el 40% de la producción), Extremadura y Cataluña (el 20% cada una) y la Comunidad Valenciana, tal como se observa en la Tabla 14.

**Tabla 14 Distribución autonómica de la producción de arroz en España (año 2019)**

Región	Producción (t)	%
ANDALUCÍA	313.590	39,80
EXTREMADURA	153.820	19,52
CATALUÑA	150.285	19,08
C. VALENCIANA	124.734	15,83
ARAGÓN	30.340	3,85
NAVARRA	11.587	1,47
R. DE MURCIA	2.789	0,35
CASTILLA-LA MANCHA	585	0,07
BALEARES	102	0,01
<b>ESPAÑA</b>	<b>787.832,00</b>	<b>100,00</b>

*Fuente: elaboración propia a partir de datos MAPA (2019)*

Andalucía es el principal productor de arroz en este país, sin embargo, cabe destacar la relevancia de dicho cultivo en Cataluña debido a la combinación de los factores geográficos, climáticos, históricos y culturales.

En cuanto al comercio exterior del arroz, España tradicionalmente ha sido importadora de arroz; sin embargo, en el año 2022 las importaciones ganaron terreno acentuando así el saldo negativo en el balance del comercio exterior.

#### 4.2. Estimaciones de las producciones de salvado y cáscara de arroz

En el proceso productivo de elaboración del arroz, tal como se describe en la Tabla 11, se generan más de la mitad de subproductos. La fracción generada de salvado supone entre un 5 y 12% del arroz cáscara transformado, materia prima del proceso productivo.

Teniendo en cuenta las producciones detalladas en el apartado 4.1 y que la estimación media de la generación del salvado es del 9%, en la Tabla 15 se muestran los resultados de los cálculos de las cantidades estimadas de salvado y cáscara correspondientes al año 2022.

**Tabla 15 Producciones de salvado y cáscara de arroz (estimación)**

	España	Unión Europea (27)	Mundo
Arroz (t)	350.420,00	2.113.550,00	776.461.456,61
Cáscara (t) (18,5%)	64.827,70	391.006,75	143.645.369,47
Salvado (t) (9%)	31.537,80	190.219,50	69.881.531,09

*Fuente: elaboración propia a partir de datos FAOSTAT 2022*

La producción mundial de cáscara es cerca de 144 millones de toneladas anuales, de las cuales 64.000 toneladas se generan en España. Asimismo, se producen 70 millones de toneladas anuales de salvado en todo el mundo, de las cuales 31.000 toneladas se generan en España.

Otro dato interesante es la generación de la gran cantidad de paja durante el trillado del grano de arroz que se realiza en el campo, ya que su proporción grano/paja es de 1/1,2 (Bartaburu & Montes, 2024), con lo que podemos estimar una producción anual de 931.000 millones de toneladas en todo el mundo. Este trabajo se centra en los subproductos generados en la industria del arroz, partiendo del arroz cáscara o paddy hasta obtener el arroz blanco, con lo que no se analiza el uso de este otro subproducto.

### 4.3. Economía circular en la producción de arroz

Los conceptos de “Economía circular” y “sostenibilidad” con el paso del tiempo ganan mayor importancia en el ámbito académico, los gobiernos y el mundo empresarial. Sin embargo, los conceptos son ambiguos y algunos investigadores intentan aclarar las diferencias y relaciones entre ambos. El estudio *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* de Geissdoerfer et al. (2017) concluye que la Economía Circular se define como un sistema regenerativo en el que la entrada de recursos y la fuga de residuos, emisiones y fugas de energía se minimizan, cerrando y estrechando los circuitos de materiales y energía. Esto puede lograrse mediante diseño, mantenimiento, reparación, reutilización, refabricación, reacondicionamiento y el reciclaje. Sin embargo, la Sostenibilidad se concibe como la integración entre el equilibrio del rendimiento económico, la inclusión social y la resistencia medioambiental, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

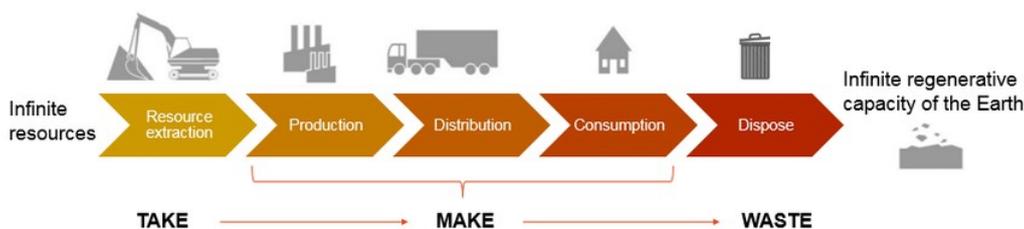


**Figura 13 Representación gráfica de la economía circular**  
Fuente: (Parlamento Europeo, 2023)

El Parlamento Europeo promueve políticas para la implantación y desarrollo de una economía circular como modelo de producción y consumo. Este modelo pretende extender al máximo el ciclo de vida de los productos y reducir los residuos a la mínima

porción posible en cualquier punto de la cadena de valor y consumo del producto. La reutilización los productos y subproductos puede crear un valor adicional.

En la Figura 13 observamos la representación gráfica del modelo que promueve la Unión Europea, el cual contrasta con el modelo lineal, tradicionalmente más empleado, basado en el “usar” y “tirar”, representado en la Figura 14.



**Figura 14** Representación gráfica modelo lineal  
Fuente: Wautelet (2018)

En la industria de transformación del arroz observamos que aproximadamente la mitad del arroz cáscara se convierte en arroz blanco, con lo que se genera una gran cantidad de subproductos tal como se describe en el capítulo 4.2, siendo los más abundantes el salvado y la cáscara, además de la paja generada en el campo.

Tradicionalmente los usos más comunes de estos subproductos han sido la quema para obtener energía o simplemente para eliminar el subproducto, es decir, resultando así una baja valorización de éstos.

En el contexto de la economía circular, cobra gran importancia minimizar al máximo los subproductos, reutilizarlos y valorizarlos. Por este motivo existen numerosos estudios de que revisan las posibles aplicaciones de estos subproductos de escaso valor.

#### 4.4. Posibles usos del salvado de arroz

En revisiones bibliográficas recientes como la realizada por Illankoon et al. (2023) muestra como el salvado de arroz puede ser destinado a la obtención de distintos productos que se observan en la Figura 15.



**Figura 15** Posibles usos del salvado de arroz  
*Fuente: Illankoon et al. (2023) a partir de diversos autores*

En el contexto de economía circular y la “producción tecnológica verde” crece el interés en la valorización de este subproducto para la obtención de biocombustibles, ya que supone un gran valor añadido. Gracias a los componentes celulósicos y lignocelulósicos del salvado se puede obtener biogás, biodiesel, bioetanol, bio-butanol. Los biocombustibles son una buena alternativa a los combustibles fósiles tradicionales (Wancura et al., 2023).

El aceite debe de extraerse del salvado para producir biodiesel mediante un proceso de transesterificación mezclándolo con un alcohol (como metanol o etanol) en presencia de un catalizador, de este modo se producen ésteres metílicos o etílicos (biodiesel) y glicerina (Zaidel et al., 2019).

Para la obtención de bioetanol debe de realizarse un proceso previo para la sacarificación de la celulosa y la posterior fermentación de los azúcares liberados en etanol mediante microorganismos como las levaduras. El bioetanol se utiliza como aditivo en la gasolina y de este modo reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero además se puede aplicar para otros usos en la industria química y de limpieza (Beliya et al., 2013)

El bio-butanol se puede producir mediante la fermentación de la materia orgánica, previa hidrólisis (tratamientos enzimáticos o ácidos) para descomponer los polisacáridos complejos. Después de la fermentación debe de destilarse el producto resultante para separar el bio-butanol de otras sustancias. El bio-butanol se puede emplear como combustible u otras aplicaciones industriales. El bio-butanol puede producir más energía por volumen que otros biocombustibles como el etanol (Kaid Nasser Al-Shorgani et al., s. f.).

El salvado de arroz se ha usado tradicionalmente para alimentación animal, especialmente en la alimentación de rumiantes y aves de corral por ejemplo, en los años 90 se utilizaba para alimentar pollos (Abaide et al., 2019). Es una fuente de fibra, energía y proteína, así que también se puede utilizar como suplemento en la dieta de los animales. Pero el rápido enranciamiento de sus grasas a partir de su obtención puede ser un perjudicial para los animales, con lo que es necesario realizar algún tratamiento para estabilizar las grasas.

Posee más nutrientes que otros cereales, consecuentemente puede ser un buen ingrediente en nutrición, incluso como alimento funcional (Gul et al., 2015). Diversos estudios concluyen que el consumo de salvado de arroz puede tener efectos saludables en la salud humana.

Gracias a su alto contenido en grasas permite obtener un aceite con ingredientes naturales beneficiosos para el organismo. El aceite de salvado de arroz se ha usado extensamente en Asia, es el aceite favorito en Japón por su olor y sabor. Su consumo va aumentando y extendiéndose a otros lugares del mundo.(Orthofer & Eastman, 2005)

El salvado puede ser un buen absorbente de sustancias contaminantes, debido a su capa granular, su estabilidad química y su insolubilidad en agua (Illankoon et al., 2023)., por ejemplo, se puede utilizar para absorber y separar el fluoruro y el arsénico disuelto en el agua (Collivignarelli et al., 2022).

## 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL SALVADO DE ARROZ

### 5.1. Composición química y nutricional

La composición química del salvado de arroz es extraordinariamente variable según el origen, variedades, campaña anual de producción y proceso de elaboración (Warren & Farrell, 1990).

Una de las fuentes de variación más destacable es el proceso de elaboración. En función de la eficacia de la separación de la cascarilla fibrosa o de la profundidad con que el pulido se realiza sobre el endospermo nos encontraremos con distintas proporciones de fibra, lignina, almidón y sílice. Incluso algunos estudios determinan que se observan ciertas diferencias químicas debidas al grado y tiempo de molienda (Rohrer & Siebenmorgen, 2004). Su composición también puede variar en función de la cantidad arrastrada de cascarilla.

Según el proceso de elaboración se pueden llegar a separar tres fracciones: salvado, polvo (o cilindro) y el germen. En la Tabla 16 se muestra la composición general de las fracciones de salvado, polvo y germen citadas por (Tinarelli, 1989).

**Tabla 16 Composición de algunos subproductos de la elaboración de arroz**

Constituyente	Salvado	Polvo	Germen
Proteína (%)	14,16	14,85	18,54
Grasa (%)	16,122	14,334	18,666
Cenizas (%)	10,397	7,820	6,239
Fibra bruta (%)	12,912	4,235	2,580
Extractos no nitrogenados (%)	46,41	58,76	53,97
Fósforo (%)	23,155	19,640	16,715
Potasio (%)	20,272	17,362	15,381
Azúcares libres (%)	17,97	13,62	-
Número de acidez	1.808,35	1.554,00	-
Ácido fítico	38,564	36,408	-
Sodio (‰)	0,155	0,092	0,113
Silicio (‰)	5,466	0,623	0,350

Fuente: Tinarelli (1989)

El germen destaca por contener más proteína y grasa que el salvado y el polvo. Sin embargo, el salvado tiene un elevado porcentaje de cenizas, fósforo, potasio, fibra bruta y silicio respecto las otras dos fracciones.

El contenido en partículas de gran tamaño (>1 mm) y la ceniza son indicadores de los estándares de molienda por lo que unas variaciones en estos componentes pueden indicar adulteración, particularmente por cáscaras o granos de arroz partidos (Warren & Farrell, 1990).

A menudo en la obtención del salvado existe mezcla entre las tres fracciones, con lo cual la composición química puede variar notablemente.

La variedad del arroz también es un factor que influye en la composición del salvado. Lloyd et al. (2000) estudiaron la diferente composición de las fracciones que componen el salvado de arroz. Este autor incidió sobre todo en la variación en el contenido en compuestos antioxidantes, en función del sistema de obtención. También señaló que estos compuestos, particularmente tocopherol, oryzanol, y tocotrienol, se encontraron en mayor proporción en las variedades índica (largas) y japónica (más redondeada) que en las de grano medio.

### 5.1.1. Composición química del salvado de arroz

Debido a todas estas variaciones mencionadas no existe un consenso entre los distintos autores en cuanto a la composición del salvado. En la Tabla 17 se puede observar y comparar la composición química estudiada por distintos autores.

**Tabla 17** Composición química del salvado de arroz. Comparación entre autores.

	MS	PB	FB	EE	Cz	FND	FAD	LAD
1	89,7	13,8	7,7	13,9	8,1	17,8	9,0	3,6
2	90,4	10,2	27,9		10,8			
3		13,7	4,6	18,0	8,1			
4		13,2– 17,3	9,5 – 13,2	14,0 – 22,9				
5		7,3 – 13,5	10,0– 15,0		8,0 – 11,0	35,1	13,7	
6	87,9	14,9	11,4	17,0	8,6			
7		13,4– 17,3		20,4 – 23,4	10,5	25,5	12,2	3,8
8	93,87	13,35	21	20,85	9,98			

1: FEDNA (2024) ; 2: Keoboulapheth et al. (2003) ; 3: Fuh & Chiang (2001); 4: Mujahid et al. (2003) ; 5: Lekule et al. (2001) ; 6: SAMLI et al. (2006); 7: Warren & Farrell (1990); 8: USDA (2024)

MS: materia seca; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EE: Extracto etéreo; Cz: cenizas; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente

Fuente: elaboración propia

La Tabla 17 muestra que la variación más importante en la composición del salvado de arroz entre los distintos autores se encuentra en la fibra bruta, ya que puede oscilar entre 4,6% y 27,9. Las cenizas también oscilan notablemente entre 8,0% y 11%, según distintos autores.

### Carbohidratos

El salvado de arroz tiene un alto contenido en azúcares y otros carbohidratos (49,69 g/100g según USDA 2024), entre los cuales destacan el almidón (27,0%) (FEDNA , 2024), la celulosa (9-12,8%), la hemicelulosa (8,7-11,4%) y beta-glucanos (1%) (Ramezanzadeh et al., 2000). Entre los polisacáridos que no son almidón, predominan la arabinosa y la xilosa que pueden tener un efecto adverso en la digestión de algunos componentes de la dieta.

### Proteína y Aminoácidos

Aunque el salvado de arroz se considere una fuente de energía, también contiene una considerable cantidad de proteína (14,16% den la Tabla 17) cuyo contenido en aminoácidos se resume en la Tabla 18 descrita a continuación. El perfil de algunos de los aminoácidos esenciales contenidos en el salvado de arroz indica un buen balance si se compara con otros salvados de cereales, aunque ninguno esté presente en grandes cantidades (Dadang 2006, Gallinger et al., 2004). Sin embargo, el perfil de los aminoácidos del salvado de arroz también es superior al de otros granos de cereales (Warren & Farrell, 1990).

**Tabla 18** Composición en aminoácidos

Aminoácidos	Unidades (g/100g)	Aminoácidos	Unidades (g/100g)
Triptofano	0.108	Valina	0.881
Treonina	0.555	Arginina	1.058
Isoleucina	0.568	Histidina	0.355
Leucina	1.022	Alanina	0.970
Lysina	0.650	Ácido aspártico	1.308
Metionina	0.306	Ácido glutámico	1.854
Cystina	0.317	Glicina	0.875
Fenylalanina	0.635	Prolina	0.668
Tirosina	0.411	Serina	0.662

Fuente: USDA 2024

La proteína del salvado de arroz tiene alto valor nutricional, se digiere eficientemente, tiene un valor biológico muy cercano a la caseína proteína (Fuh & Chiang, 2001), y posee una gran variabilidad de aminoácidos, siendo destacable el alto contenido en Lisina (Ramezanzadeh et al. 2000, Gallinger et al. 2004). El salvado de arroz contiene una alta concentración del aminoácido esencial treonina y de metionina, aunque según algunos autores puede haber una gran variación debido a que es difícil de medir con precisión (Warren & Farrell, 1990).

### Grasas

El salvado contiene alrededor de un 16% de grasa (Tabla 17). FEDNA 2024 señala que el 86% sobre el Extracto Etéreo (EE) es grasa verdadera, es decir, la fracción del extracto etéreo que excluye componentes no digestibles o que no aportan energía utilizable para el animal. El perfil de ácidos grasos según esta fuente es:

**Tabla 19** Composición de los ácidos grasos del salvado de arroz

Ácidos Grasos	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>&gt;=20</sub>
% Grasa verdadera	0,6	17	0,3	2	40	37	1,5	0,3
% total	0,07	2,03	0,04	0,24	4,78	4,42	0,18	0,04

Fuente: FEDNA 2024

El perfil de ácidos grasos está integrado por, aproximadamente, 20% de ácidos grasos saturados, 40% monoinsaturados y 40% poliinsaturados, por lo que predominan los insaturados destacando el linoleico. Asimismo, contiene tocotrienoles,  $\gamma$ -oryzanol, y  $\beta$ -sitosterol lo que potencialmente lo haría apto para la prevención de gran número de procesos crónicos en los humanos.

### Minerales

El salvado de arroz contiene pequeñas cantidades de minerales como el hierro, aluminio, calcio, cloro, sodio, potasio, magnesio, manganeso, fósforo, sílice y zinc (Ramezanzadeh et al., 2000), pero su composición depende básicamente de la disponibilidad de nutrientes del suelo en el que el cultivo creció.

**Tabla 20** Minerales del salvado de arroz

Minerales	Unidades (mg/100g)
Calcio, Ca	57
Hierro, Fe	18.54
Magnesio, Mg	781
Fósforo, P	1677
Potasio, K	1485
Sodio, Na	5
Zinc, Zn	6.04
Cobre, Cu	0.728
Manganeso, Mn	14.210
Selenio, Se	15.6

Fuente: USDA, 2024

**Las cenizas del salvado de arroz (9,98g/100g según USDA (2024)) son ricas en fósforo, potasio y magnesio tal y como resume la**

Tabla 20. Sin embargo, la relación Ca:P es muy baja (Dadang, 2006) dado que existe muy poca proporción de calcio (alrededor del 0,1%) y el fósforo es el mineral más abundante en el salvado de arroz (1,35-1,81%).

El 90% del fósforo del salvado de arroz está en forma de fitatos. Este es un dato fundamental pues ya no sólo el fósforo como fitato no está disponible para los animales, sino que además los fitatos rápidamente pueden formar complejos insolubles con cationes tales como el calcio, zinc, hierro y con proteínas de la dieta limitando su biodisponibilidad y teniendo un afecto adverso sobre la ya citada relación Ca:P (Gallinger et al., 2004).

## Vitaminas

El salvado es también una fuente magnífica de vitaminas B. En la Tabla 21 se puede observar que el contenido en tiamina es de 2,75 mg/100g, en riboflavina es de 0,275 mg/100g, y en niacina es de 33,99mg/100g.

**Tabla 21** Vitaminas del salvado de arroz

Vitaminas	Valor por 100 g	Vitaminas	Valor por 100 g
Vitamina C, ácido ascórbico total	0.0 mg	Vitamina A, RAE	0 mcg
Tiamina	2.753 mg	Retinol	0 mcg
Riboflavina	0.284 mg	Caroteno, beta	0 mcg
Niacina	33.995 mg	Caroteno, alfa	0 mcg
Ácido pantoténico	7.390 mg	Criptoxantina, beta	0 mcg
Vitamina B-6	4.070 mg	Lycopena	0 mcg
Folato, total	63 mcg	Lutein + 4zeaxantina	220 mcg
Ácido fólico	0 mcg	Vitamina E (alfa-tocoferol)	4.92 mcg
Colina, total	32.2 mg	Vitamina D (D2 + D3)	0.0 mcg
Vitamina B-12	0.00 mcg	Vitamina K (filooquinone)	1.9 mcg

RAE: Retinol Activity Equivalent; IU: Unidades internacionales

Fuente; USDA, 2024

También contiene vitamina E (4,92 mg/100g según USDA, 2024), pero el contenido de vitaminas A, C o D es prácticamente nulo, situándose, en esos casos, por debajo de los límites de detección de las técnicas analíticas empleadas para su determinación. .

### 5.1.2. Conclusión

En términos generales, el salvado de arroz posee un alto potencial nutritivo pues es rico en aceites y tiene un alto contenido en proteínas, grasas, azúcares y otros carbohidratos. Los carbohidratos más abundantes son celulosa (9-12,8%), hemicelulosa (8,7-11,4%), almidón y beta-glucanos (1%). Constituye una excelente fuente de Vitamina B y E y carece de vitaminas A, C y D. Posee un contenido en fibra y sílice muy elevado, mermando la digestibilidad y aceptabilidad del producto. Por esta razón, este producto tan nutritivo de la industria arroceras, puede tener diversas utilidades, tal y como veremos en el los siguientes apartados.

En general, debido a las distintas variables que intervienen en el proceso de producción y elaboración del salvado de arroz, su composición química puede ser muy variable. Por este motivo, es importante señalar la necesidad de caracterizar el producto concreto obtenido en cada industria previamente a destinarlo a un uso determinado, estandarizando al máximo tanto el cultivo como el proceso de elaboración y conservación. Deberían realizarse controles de granulometría, análisis proximal incluyendo los distintos tipos de fibra, así como de capacidad oxidativa vitaminas (tocopherol, oryzanol, y tocotrienol) y perfil de ácidos grasos. Los análisis deberán hacerse en el momento de la obtención y periódicamente durante 6 meses.

### 5.2. Deterioro de las grasas

En el apartado anterior se ha comentado que el salvado de arroz tiene un alto contenido en grasas, alrededor de un 16%. Estos lípidos pueden ser objeto de “oxidación”, dando lugar a olor y sabor de rancio, y de “hidrólisis”, división de los ácidos grasos libres (Tinarelli, 1989), que implica un deterioro de las grasas. La rancidez hidrolítica es el principal obstáculo para utilizar el salvado como alimento (Yilmaz, 2023).

Estas reacciones bioquímicas son causadas por el propio proceso de obtención del grano, por esta razón raramente el arroz cáscara presenta problemas al respecto durante el almacenamiento (Tinarelli, 1989).

Las cariósides del arroz cáscara contienen antioxidantes que protegen el grano de los efectos derivados de la presencia de oxígeno en el exterior, con lo cual, mediante el descascarillado se dañan las paredes celulares del pericarpio y las enzimas que contienen (lipoxigenasas) descomponen rápidamente las grasas, por el contacto con el aire, formando productos cetónicos y aldehídos que producen olores desagradables durante la cocción. Al mismo tiempo, se activan las lipasas endógenas, produciendo la hidrólisis de los lípidos, liberando ácidos grasos *Free Fatty Acids* (FFA) y glicerina de forma más rápida e intensa cuanto más elevada es la temperatura y el contenido de humedad; la presencia de hongos acelera el proceso de descomposición del grado de deterioro del cereal (Tinarelli, 1989). Mujahid et al. (2003) apunta que la causa del deterioro rápido que ocurre en pocos días tras la obtención, es la liberación de FFA provocada por la hidrólisis de las grasas.

Estas reacciones suponen un problema doble ya que se detecta un elevado nivel tanto de ácidos grasos enranciados como de ácidos grasos de cadena corta volátiles. Por un lado, se hidrolizan los glicéridos liberando Ácidos Grasos Libres, que en el caso de los de cadena corta influyen muy negativamente en la palatabilidad (Rajeshwara y Prakash, V. (1995). Por otro lado, los ácidos grasos insaturados se oxidan (enrancian)

disminuyendo tanto la palatabilidad como la digestibilidad y el valor nutritivo de los mismos (Chae et al., 2002).

FEDNA (2024), Wancura et al. (2023) y otros autores señalan que el deterioro de los lípidos es el principal inconveniente en su uso, haciendo que no sea apto para el consumo humano. Ramezanzadeh et al. (2000) cuantifica el deterioro en una hidrólisis con liberación de ácidos grasos libres del orden de 5 - 7 % diario, dependiendo de las condiciones de postcosecha.

### **5.2.1. Estabilización de las grasas**

Para prevenir la degradación de las grasas del salvado de arroz como hemos visto en el apartado anterior, se han estudiado diversas estrategias para la inactivación enzimática y la estabilización. En este capítulo se hace un repaso de algunas de ellas.

#### Empleo inmediato del salvado de arroz:

La primera y más razonable es el empleo inmediato del salvado. Cuanto mayor es el tiempo transcurrido mayores efectos negativos fundamentalmente en la digestibilidad de la energía (grasa). Samli et al. (2006) señala que el contenido en Energía Metabolizable del salvado de arroz se reduce a un ritmo de 148 Kj/kg por semana. Del 50 al 60% del aceite se altera en las primeras 4 - 6 semanas dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura de almacenamiento.

El empleo inmediato solo es posible en los pequeños productores de arroz de zonas del sudeste asiático que pueden obtener gradualmente el arroz pulido y suministrar a su propia explotación el salvado inmediatamente. En la mayor parte de las condiciones esto es imposible.

#### Almacenado a baja temperatura y/o antioxidantes

Una segunda estrategia aceptada comúnmente es almacenar a la menor temperatura posible, preferiblemente refrigerado a 4°C (fresco y seco). Esto es muy difícil y caro sobre todo teniendo en cuenta que el clima apto para el cultivo del arroz es húmedo y caluroso. La adición de antioxidantes no ha mostrado resultados brillantes. Aunque retrase el enranciamiento en cierta medida, no alcanza a controlar la hidrólisis y la liberación de FFA (Mujahid et al., 2003).

#### Desgrasado del salvado de arroz

Es habitual en algunas zonas desengrasar el salvado obteniendo Deffated Rice Bran (DRB). Este proceso debe realizarse inmediatamente después de la molienda del arroz, de forma consecutiva, ya que justamente inicio de las reacciones enzimáticas de degradación de las grasas se produce en el proceso de molienda.

#### Tratamiento enzimático

Este método consiste en adicionar enzimas proteolíticas. Autores como Laokuldilok & Rattanathanan (2014) proponen la papaína en el tratamiento enzimático para la estabilización del salvado de arroz. Sin embargo, Yilmaz T. & Yilmaz K. (2021) en su revisión sobre los distintos métodos de estabilización, observa que otros tratamientos como la extrusión o microondas son más eficaces.

## Extrusión

Otra estrategia es el tratamiento por extrusión. Hace ya cierto número de años se demostró que el uso de salvado de arroz fresco o almacenado un tiempo producía menores crecimientos en aves en comparación con salvado tratado con calor y humedad (Kratzer & Payne, 1977). Mujahid et al. (2003 y 2005) demostraron que la extrusión es el procedimiento más eficaz para estabilizar y conservar el salvado de arroz, quedando como segunda opción la cocción y con peores resultados el producto fresco o con antioxidantes. La vida útil del producto extrusionado era superior al año. Samli et al., (2006) determina que la extrusión es el único proceso viable para estabilizar el aceite de salvado de arroz. El proceso debería constar de una primera fase 130-140°C y una segunda a 97-99°C antes del enfriamiento, consiguiendo que durante 30-60 días no se detecte un aumento de FFA. Callejo (2002), señala que el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia ha desarrollado un nuevo proceso que consiste en la extrusión a temperaturas cercanas a 100°C, en la cual, al mismo tiempo que se inactivan las enzimas se estabiliza el producto, éste adquiere plasticidad y se aglomera y granula para luego enfriar inmediatamente las perlas formadas. Da Silva et al. (2006) también señala que es eficaz el tratamiento térmico durante 3 segundos a 135°C seguido de 3 minutos a 100°C. Aplicando presión de vacío en alta temperatura (180°C y 2 psi) incrementa el contenido en tocotrienoles. Hernandez et al. (2000) en su estudio "Tratamiento enzimático para la mejora del proceso de extracción de aceite" considera que sometiendo el salvado a 120°C, 1 atm, 15 min ya se están inactivando las lipasas.

Mediante la técnica de extrusión se consigue la inactivación de las enzimas clave, las lipasas y las peroxidases del salvado. Como estas últimas son más termorresistentes, su actividad residual se usa como índice de estabilización. La actividad de peroxidases se detecta porque una mezcla de agua oxigenada y guayacol adquiere un color azul en presencia de la enzima. El grado de desnaturalización o la actividad enzimática residual dependen de la temperatura y duración del tratamiento y de la humedad del salvado.

La composición del salvado de arroz tras la extrusión (Tabla 22) es parecida a la del salvado crudo, excepto en el contenido vitamínico, ya que según la agresividad del tratamiento pueden existir pérdidas importantes de vitaminas termosensibles, como es el caso de la vitamina E.

**Tabla 22 Composición del salvado de arroz estabilizado, solubles del salvado de arroz, y concentrado de fibra del salvado de arroz**

Ingredientes	Salvado de arroz estabilizado	solubles en agua del salvado de arroz	Concentrado de fibra del salvado de arroz
Carbohidratos (%)	51,0*	57,5**	52,5**
Proteína (%)	14,5	7,5	20,5
Fibra dietética (%)	29,0	6,0	42,0
Grasas (%)	20,5	26,5	13,5
Tocoferoles (>90%)	350	270	30
Tocotrienoles (ppm)			
γ-Oryzanol (ppm)	3000	2600	2400
Microcomponentes (γ-Oryzanol, tocoferoles, polienoles, terpenos) (%)	<1,1	<0,77	<0,92

\* Carbohidratos complejos (almidón)

\*\* Almidón convertido en dextrinas después del tratamiento enzimático para estabilizar el salvado de arroz.

Fuente: Qureshi, Sami, & Khan (2002)

El salvado resultante es un producto estable que puede almacenarse y transportarse, del cual pueden obtenerse, de forma rentable, aceite y un residuo de gran valor comercial en alimentación humana. El tratamiento no disminuye el valor biológico de las proteínas ni la calidad del aceite. La formación de peróxidos de los ácidos grasos es muy perjudicial, porque son irritantes de la mucosa gástrica, son tóxicos celulares, retrasan el crecimiento y destruyen vitaminas. Por eso, incluso para su uso como pienso, el salvado acidificado y peroxidado es dañino. (Callejo, 2002).

Para conseguir un buen producto también es importante la técnica de molido de forma que cuanto más breve es la molienda mayor es el nivel de tocotrienoles y tocoferoles. Por ello las primeras fracciones (10 segundos de molienda, pericarpio y cubiertas exteriores) son más interesantes que las posteriores (30 segundos, aleurona y embrión). (Rohrer & Siebenmorgen, 2004).

#### Modificación del pH previo a la extrusión.

Castillo et al. (2005) ha planteado la desactivación de las enzimas del salvado de arroz durante la extrusión por modificación del pH. La experiencia consistió en adicionar una disolución de HCl (al 1, 5 y 10%) en unas muestras de salvado de arroz, y en otras  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (al 1, 5 y 10%) con el fin de modificar su pH. Estas adiciones se efectuaron a distintas muestras de salvado con humedades de 20, 30 y 40%. Posteriormente se extrusaron cada una de ellas y se almacenaron durante 98 días. Las conclusiones de estudio indicaron que la adición de un ácido de bajo coste (HCl) había demostrado ser beneficioso para obstaculizar la formación de ácidos grasos libres y que el contenido inicial de humedad de las muestras ácidas no tiene efectos significativos sobre el aumento de ácidos grasos libres después de la extrusión.

#### Microondas

Patil et al. (2016) en su estudio comparó el salvado tratado con microondas (a un nivel de potencia de 4W/g durante 5 minutos), sancochado y sin tratar. comprobó que ambos tratamientos son eficaces para detener la actividad de la lipasa y permitir el almacenamiento del salvado al menos durante 90 días, aunque se consigue una mejor calidad del aceite durante el almacenamiento mediante el tratamiento con microondas. Además, es un sistema energéticamente más eficiente.

#### Microondas

Patil et al. (2016) en su estudio compara el salvado tratado con microondas (a un nivel de potencia de 4W/g durante 5 minutos), sancochado y sin tratar. Y comprueba que ambos tratamientos son eficaces para detener la actividad de la lipasa y permitir el almacenamiento del salvado al menos durante 90 días, aunque se consigue una mejor calidad del aceite durante el almacenamiento mediante el tratamiento con microondas. Además, es un sistema energéticamente más eficiente.

#### Infrarrojos

La utilización de infrarrojos (IR) para la estabilización del salvado, es una técnica reciente, que ofrece buenos resultados en cuanto a inactivación de las enzimas responsables de la degradación de las grasas, en comparación con el salvado crudo.

Los rayos infrarrojos pueden penetrar en el salvado y calentar los componentes internos de manera uniforme, lo que puede desactivar las enzimas y reducir la carga microbiana. Yilmaz (2023) en su revisión de estudios observa que el tratamiento mediante IR disminuye los ácidos grasos libres durante el almacenamiento y contribuye en la conservación del tocoferol y orizanol que contiene. Asimismo, indica que el tratamiento IR de onda corta es más efectivo que el de onda media, la potencia, la temperatura y tiempo del tratamiento también influyen en los resultados. El sobrecalentamiento podría alterar sus propiedades, con lo que estos parámetros deben de ser controlados para obtener los resultados esperados.

### Calentamiento por vapor

Este tratamiento consiste en calentar el salvado mediante el vapor de agua generado por calor. Yu et al. (2020) prueba este método, entre otros, aplicado durante 20, 40 y 60 minutos respectivamente. Resultó ser un método más eficaz que el calentamiento en seco.

### **5.2.2. Efectos de los tratamientos en el valor nutritivo**

El principal efecto de los tratamientos térmicos es la desnaturalización de las proteínas, entre ellas la enzima lipasa, objetivo primario en la aplicación del tratamiento, ya que de este modo se estabiliza el salvado durante su almacenado.

Se observan modificaciones en los colores del aceite cuando se aplican tratamientos térmicos, aumentando los tonos amarillos y rojos, además de oscurecerse. En el resto de los tratamientos las alteraciones no son tan evidentes.

En cuanto al  $\gamma$ -orizanol, se ha visto que no presenta alteraciones significativas después de la aplicación de diversos tratamientos de estabilización. Sin embargo, los tocoferoles son más susceptibles al calor, con que se observan disminuciones significativas después de la estabilización mediante extrusión, infrarrojos, microondas y vaporización. (Yilmaz, 2023)

Las vitaminas del grupo B no presentan cambios significativos con los tratamientos por calor, excepto la tiamina (B1) que sí disminuye considerablemente (Yilmaz, 2023).

También se observa una disminución significativa del antinutriente ácido fítico (Yilmaz, 2023), secuestrante de otros componentes como son los minerales, lo cual impide la absorción de éstos por el organismo.

### **5.2.3. Conclusión**

El salvado de arroz, con su alto contenido en grasas (alrededor del 16%), enfrenta problemas significativos de deterioro debido a reacciones de oxidación e hidrólisis, lo que produce rancidez y libera ácidos grasos libres. Estos procesos, exacerbados por factores como la temperatura y la humedad, junto con la presencia de hongos, hacen que el salvado se vuelva rápidamente inadecuado para el consumo, afectando negativamente su palatabilidad y valor nutritivo.

Para prevenir este deterioro, diversas estrategias de estabilización han sido propuestas y estudiadas. El empleo inmediato del salvado, aunque efectivo, solo es viable en pequeñas explotaciones. Alternativamente, el almacenamiento a baja temperatura y el

uso de antioxidantes ofrecen resultados limitados. El desgrasado del salvado y el tratamiento enzimático, aunque útiles, presentan desafíos logísticos y de efectividad.

La extrusión se destaca como el método más eficaz para estabilizar el salvado de arroz, logrando una inactivación significativa de las enzimas lipasas y peroxidasas y extendiendo la vida útil del producto a más de un año. Otras técnicas como el tratamiento con microondas, infrarrojos y vapor también muestran eficacia en la estabilización, aunque cada una tiene sus propias ventajas y limitaciones en términos de costos y eficiencia.

El tratamiento térmico, en general, afecta la composición nutricional del salvado, especialmente disminuyendo el contenido de vitaminas termosensibles como la vitamina E y la tiamina (B1). Sin embargo, la reducción de compuestos antinutrientes como el ácido fítico es un beneficio adicional de estos métodos.

Aunque existen múltiples estrategias para la estabilización del salvado de arroz, la elección del método adecuado dependerá de factores como el costo, la escala de producción y los objetivos específicos de conservación nutricional. La extrusión, en particular, se presenta como la solución más viable y efectiva para mantener la calidad y el valor nutritivo del salvado de arroz durante su almacenamiento y transporte.

### 5.3. Contaminantes

Durante la elaboración de este trabajo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó un documento técnico en relación a la presencia de Arsénico inorgánico en los alimentos, lo que supone una preocupación para la salud. El arroz es uno de los alimentos que contribuye en mayor medida a la exposición dietética crónica al arsénico inorgánico.

El Arsénico es un elemento químico que se presenta en formas orgánicas e inorgánicas, siendo el arsénico inorgánico (iAs) el más tóxico presente en los alimentos (Lai et al., 2015). El arsénico se acumula especialmente en las capas exteriores del arroz, es decir, en el salvado (Sun et al., 2008).

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado el arsénico inorgánico, pero no el orgánico, en el Grupo 1, como cancerígeno para los seres humanos (Ruangwises et al., 2014).

Este riesgo lo identificó por primera vez International Agency for Research on Cancer (IARC) en 1987. En 2009 la EFSA hizo su primera *evaluación del riesgo sobre el arsénico inorgánico en alimentos*, en 2014 publicó su primer informe de exposición dietética al arsénico inorgánico en la población europea, y lo actualizó en 2021 (AESAN, 2024). Recientemente la Comisión Europea pidió a la EFSA que actualizara su evaluación de riesgos de 2009 sobre el arsénico en los alimentos realizando una evaluación de peligros del arsénico inorgánico (iAs) y utilizando la evaluación de exposición revisada publicada por la EFSA en 2021 (Schrenk et al., 2024). Como consecuencia, se redujo el punto de referencia toxicológico para el arsénico inorgánico al considerar de una forma conservadora la cantidad mínima que pueda presentar un riesgo de desarrollar cáncer de piel, pasando del rango 0,3-8µg de arsénico por kg de peso corporal al día en 2009 a **0,06µg** en 2024 (AESAN, 2024).

Actualmente, la legislación vigente en relación con el contenido máximo de arsénico en los alimentos viene determinada por el Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión, de

25 de abril de 2023, relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1881/2006. En su anexo I consta el Arsénico como contaminante con indicación de contenido máximo en cereales y productos a base de cereales, aunque no se cita expresamente el salvado de arroz, se limita el arsénico inorgánico en 0,25mg/kg para la harina de arroz y en 0,30mg/kg para tortitas, galletitas, etc. a base de arroz (Tabla 23).

**Tabla 23 Límites máximos de arsénico en los alimentos**

3.4.	Arsénico	Límite máximo (mg/kg)	Observaciones
<b>Arsénico inorgánico [suma de As(III) y As(V)]</b>			
3.4.1. Cereales y productos a base de cereales <sup>1</sup>			
3.4.1.1.	Arroz elaborado (arroz pulido o blanco), no sancochado	0,15	
3.4.1.2.	Arroz sancochado y arroz descascarado	0,25	
3.4.1.3.	Harina de arroz	0,25	
3.4.1.4.	Tortitas de arroz, obleas de arroz, galletitas de arroz, pasteles de arroz, copos de arroz y arroz hinchado para desayuno	0,30	
3.4.1.5.	Arroz destinado a la producción de alimentos para lactantes y niños de corta edad <sup>(3)</sup>	0,10	
3.4.1.6.	Bebidas no alcohólicas a base de arroz	0,030	
3.4.2.	Preparados para lactantes, preparados de continuación y alimentos para usos médicos especiales destinados a lactantes y niños de corta edad <sup>(3)</sup> y preparados para niños de corta edad <sup>(4)</sup>		El límite máximo se aplica al producto comercializado.
3.4.2.1.	Comercializados en forma de polvo	0,020	
3.4.2.2.	Comercializados en forma de líquido	0,010	
3.4.3.	Alimentos infantiles <sup>(3)</sup>	0,020	El límite máximo se aplica al producto comercializado.
3.4.4.	Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas <sup>(9)</sup>	0,020	
<b>Arsénico total</b>			
3.4.5.	Sal	0,50	

Fuente: Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión, de 25 de abril de 2023, relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1881/2006

Existen diversos estudios que muestran que el contenido de arsénico en el arroz presenta variaciones según la zona de cultivo, por ejemplo, en el arroz procedente de China la concentración en arsénico inorgánico es mayor que la de Estados Unidos (Meharg & Zhao, 2012a). En un estudio comparativo de contenido de arsénico inorgánico en alimentos infantiles a base de arroz procedentes de España, Reino Unido, China y EE. UU. se observó que el arroz infantil procedente de España contenía menos arsénico (180µg/kg) que el procedente de Estados Unidos (253µg/kg), sin embargo, en cuanto a concentración en Arsénico inorgánico (%), presentó resultados parecidos a los de Estados Unidos, pero inferiores a los de China (Carbonell-Barrachina et al., 2012). En general, los países mediterráneos presentan menor contaminación. Otros factores

<sup>1</sup> Arroz, arroz descascarado, arroz elaborado y arroz sancochado, con arreglo a la definición de la norma del Codex 198-1995.

que también influyen en la cantidad determinada de este contaminante, es el método de cultivo (aeróbico o anaeróbico), la variedad del arroz o la técnica de irrigación, ya que el riego de los campos usando aguas subterráneas contaminadas conllevará un arroz con mayor contenido de arsénico, como ocurre en Bangladesh, Bengala Occidental y otros lugares (Meharg & Zhao, 2012b; Zhu et al., 2008)

A pesar de los inconvenientes citados de consumir alimentos con un alto contenido en arsénico, crecen los estudios y revisiones bibliográficas relacionados con el uso del salvado de arroz como alimento funcional, en muchos de ellos ni tan solo mencionan el arsénico como posible efecto adverso.

Y es que también hay otros estudios relacionados con la evaluación bioaccesibilidad o biodisponibilidad relativa por el organismo de este contaminante en el consumo de salvado de arroz. La microbiota intestinal humana podría inducir la reducción de la bioaccesibilidad del As y la transformación del As en el salvado de arroz (Yin et al., 2019). En el mismo sentido, otro estudio comparó la bioaccesibilidad del As in vitro con la biodisponibilidad relativa en ratones, no observando diferencias significativas. In vivo se observó la excreción de ciertas cantidades de arsenito a través de las heces, hecho que puede reducir el riesgo para la salud humana. Consideran que los minerales presentes en el intestino pueden desempeñar un papel importante en la absorción y acumulación de este contaminante en el cuerpo (P. Wang et al., 2020).

Se ha visto que, en cerdos alimentados a base de salvado de arroz, el residuo de As en el músculo esquelético es muy insignificante ( $<0,1$ ppb), con lo que se considera que la carne de cerdo alimentado con salvado de arroz es segura para el consumo humano. Además, se observó que una parte del As se elimina rápidamente del torrente sanguíneo, depositándose en tejidos y cabello, pero las cantidades de As detectadas en la orina sugieren que el organismo del cerdo puede eliminar eficazmente el As que no es retenido en el cuerpo (Liao et al., 2020).

Y es que también hay otros estudios relacionados con la evaluación bioaccesibilidad o biodisponibilidad relativa por el organismo de este contaminante en el consumo de salvado de arroz. La microbiota intestinal humana podría inducir la reducción de la bioaccesibilidad del As y la transformación del As en el salvado de arroz (Yin et al., 2019). En el mismo sentido, otro estudio comparó la bioaccesibilidad del As in vitro con la biodisponibilidad relativa en ratones, no observando diferencias significativas. In vivo se observó la excreción de ciertas cantidades de arsenito a través de las heces, hecho que puede reducir el riesgo para la salud humana. Consideran que los minerales presentes en los alimentos pueden desempeñar un papel importante en la absorción y acumulación en el cuerpo de este contaminante (P. Wang et al., 2020).

Se ha visto que, en cerdos alimentados a base de salvado de arroz, el residuo de As en el músculo esquelético es muy insignificante ( $<0,1$ ppb), con lo que se considera que la carne de cerdo alimentado con salvado de arroz es segura para el consumo humano. Además, se observó que una parte del As se elimina rápidamente del torrente sanguíneo, depositándose en tejidos y cabello, pero las cantidades de As detectadas en la orina sugieren que el organismo del cerdo puede eliminar eficazmente el As que no es retenido en el cuerpo (Liao et al., 2020).

Dos importantes grupos de investigación en este campo han llegado a la conclusión de que "en la actualidad, es imposible evaluar completamente el riesgo para la salud del arsénico en el arroz" y "Incluso si se iniciaran estudios epidemiológicos, se necesitarían décadas para comprender hasta qué punto el arsénico en el arroz es elevado" (Ruangwises et al., 2014).

## 5.4. Compuestos bioactivos y propiedades funcionales

Tal y como hemos visto en los capítulos anteriores, el salvado de arroz tiene propiedades nutritivas que pueden ser beneficiosas para la salud, por lo que ha despertado el interés de muchos científicos. La fibra dietética, los ácidos grasos esenciales, el  $\gamma$ -orizanol, los tocoferoles y los tocotrienoles son algunos de los componentes asociados a estos beneficios (Sohail et al., 2017) .

Una gran cantidad de estudios han señalado que el salvado de arroz, consumido en pequeñas cantidades es una excelente fuente de compuestos nutraceuticos, fundamentalmente fibras y antioxidantes. Se han descrito mejoras en los niveles de colesterol e insulina por lo que sería adecuado como adyuvante en enfermos diabéticos e hipercolesterolémicos principalmente.

El empleo del salvado de arroz como alimento funcional está ampliamente descrito. Sus propiedades están referidas a tres ámbitos principales:

- Reducción de niveles de colesterol y aterosclerosis
- Reducción de niveles de glucosa en diabetes
- Disminución de riesgo de cáncer

En este apartado comentaremos algunas propiedades funcionales asociadas al consumo del salvado de arroz, a partir de los artículos científicos publicados.

### 5.4.1. Componentes de interés nutricional

#### Fibra dietética:

La fibra dietética es resistente a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con fermentación parcial en el intestino grueso. Los alimentos vegetales no son hidrolizados por las enzimas segregadas por el tracto, pero sí por la microflora intestinal. Las fibras pueden agruparse en función de su solubilidad: insolubles (ligninas, celulosa y algunas hemicelulosas) y las solubles (pectinas, gomas, mucílagos y el resto de las hemicelulosas). La fibra soluble actúa como un gel y la insoluble ablanda y da volumen a las heces. La fibra soluble reduce el colesterol y el azúcar en sangre después de las comidas en los diabéticos. La insoluble aumenta la sensación de saciedad y ayuda a reducir el estreñimiento y las hemorroides (Sharif et al., 2014).

La suplementación con fibra se basa en los subproductos del procesado de cereales. La OMS recomienda una ingesta superior a 25g/día de fibra dietética y el salvado contiene entre el 25 y el 40% de fibra. Una porción baja es fibra soluble (7-13%), el resto es fibra insoluble, sin embargo, en diversos estudios se concluye que el consumo de salvado de arroz reduce los niveles de colesterol. Seguramente este efecto beneficioso se debe a su contenido en grasas insaponificables o a sus ácidos grasos (Sharif et al., 2014). También se observa un efecto laxante y una regulación del tránsito intestinal gracias a su contenido en fibra insoluble (Sohail et al., 2017).

#### Ácidos grasos esenciales, orizanol, tocoferol y tocotrienol:

Los fitosteroles son muy importantes para la dieta diaria y no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano. Las principales fuentes de fitosteroles son los aceites vegetales, las semillas, las legumbres y los cereales. Los fitoesteroles impiden la absorción del colesterol, por lo que reducen el nivel de colesterol total y LDL en sangre. Además, los esteroides vegetales pueden proteger contra ciertos tipos de cáncer, como el de colon, mama y próstata, pero también es importante destacar otros efectos como los

antiinflamatorios, antialérgicos, antibacterianos, protectores de la piel, antiobesidad, antidiabéticos, neuroprotectores, gastroprotectores y potenciadores del sistema inmunitario (Liu et al., 2023)

El salvado de arroz es una importante fuente de lípidos totales y fitoesteroles basada en la materia prima. El aceite de salvado de arroz contiene concentraciones muy elevadas de cicloartenol y 2,4-metilencicloartanol, que constituyen más del 40% del total de fitosteroles (Özdestan et al., 2014).

### Proteínas

Las proteínas del salvado de arroz son nutricionalmente superiores e hipoalergénicas por naturaleza. Son ricas en aminoácidos esenciales como la lisina, aminoácido limitante en los cereales. Las proteínas del salvado son muy digestibles y pueden utilizarse como ingrediente alimentario (Sohail et al., 2017).

La proteína del salvado de arroz se clasifica en albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas según su solubilidad. Estas fracciones proteicas contienen aminoácidos esenciales en distintas proporciones, con la excepción de las prolaminas, que tienden a tener menos aminoácidos esenciales. Los valores nutricionales y biológicos son comparables a los de las proteínas vegetales y animales, como la proteína de soja, la proteína de endospermo de arroz, la proteína de suero y la caseína (N. Wang et al., 2023a).

Se ha descubierto que los hidrolizados y péptidos derivados de la proteína del salvado de arroz presentan diferentes actividades y efectos biológicos, como actividades antioxidantes, antihipertensivas, antidiabéticas, anticancerígenas, antiinflamatorias y antimicrobianas (N. Wang et al., 2023a).

### Compuestos antinutricionales:

En el salvado también encontramos la presencia de algunos elementos antinutricionales. Sharif et al. (2014) los revisó en su estudio y se detallan a continuación:

- Las lipasas, como ya se ha explicado en el capítulo 5.2, provocan actividad hidrolítica de las grasas, son las responsables principalmente de la hidrólisis de los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos. De este modo aumentan significativamente el contenido en ácidos grasos libres al hidrolizar el aceite.
- Enzimas inhibitoras de la tripsina. La tripsina es una enzima digestiva producida en el páncreas que descompone las proteínas en el intestino, pero, además, poseen propiedades antiinflamatorias.
- Contiene una pequeña cantidad de hemaglutinina-lectina, proteína tóxica que aglutina los glóbulos rojos, puede interferir con la absorción de nutrientes y causar malestar gastrointestinal. La lectina también contiene residuos como glicina y cistina.
- Los fitatos son potentes quelantes, con lo que reducen la biodisponibilidad y digestibilidad de los nutrientes al formar complejos con minerales, proteínas y demás nutrientes.

El tratamiento del salvado es necesario para la estabilización de las grasas, inactivar las lipasas, pero también para destruir otros inhibidores nutricionales (Sharif et al., 2014).

#### 5.4.2. Propiedades funcionales

##### Propiedades antioxidantes:

El salvado es una excelente fuente de  $\gamma$ -orizanol y junto a los fitosteroles pueden capturar los radicales libres presentes en el organismo, subproductos naturales del metabolismo oxidativo (Nagendra et al., 2011) protegiendo proteínas y lípidos de la oxidación y también protegiendo la membrana celular (Parrado et al., 2006). Algunos ensayos realizados "in vitro" señalan que el  $\gamma$ -orizanol es cuatro veces más eficaz que la vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol,  $\alpha$ -tocotrienol,  $\gamma$ -tocoferol, y  $\gamma$ -tocotrienol) para inhibir la oxidación celular. Si consideramos que el salvado contiene una gran cantidad en  $\gamma$ -orizanol y una menor cantidad de vitamina E, se puede afirmar que es un potencial antioxidante ya que en condiciones in vitro ha mostrado reducir la oxidación del colesterol (Juliano et al., 2005; Xu et al., 2001).

##### Propiedades hipocolesterolémicas:

Los estudios científicos demuestran que aumentando la fibra dietética en la dieta se disminuye el colesterol (Sharif et al., 2014), es debido a la producción de ácidos grasos de cadena corta durante su fermentación en el intestino grueso, que pueden inhibir la síntesis de colesterol en el hígado.

El aceite del salvado de arroz tiene una influencia hipocolesterolemia resultante de la disminución selectiva de la fracción de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (Nagendra Prasad et al., 2011). Esta capacidad es mayor de lo que cabría predecir a partir de su perfil de ácidos grasos. La reducción del colesterol es atribuible a la fracción insaponificable del aceite de arroz, concretamente fitoesterol, tocoferoles (vitamina E, incluyendo tocoferoles y tocotrienoles), c-oryzanol, triterpenos, y otros compuestos minoritarios, probablemente por su acción antioxidante (Ha et al., 2005).

En comparación con otros aceites vegetales, el aceite de salvado parece ser más efectivo en cuanto a la reducción de colesterol (Tabla 24).

**Tabla 24 Actividad reductora del colesterol del aceite de salvado de arroz en comparación con otros aceites comestibles**

Aceites comestibles	Ácido linolénico	Nivel de colesterol
Cártamo	77,1	-16
Girasol	61,4	-12
Semilla de algodón	58,0	0
Soja	50,2	+3
Sésamo	45,9	+2
Maíz	43,0	-15
<b>Salvado de arroz</b>	<b>36,0</b>	<b>-17</b>
Cacahuete	35,0	+5

Fuente: Nagendra et al. (2011)

Estos efectos han sido descritos tanto en modelos animales como en humanos:

Algunos ejemplos de estudios en animales:

- **Hámsteres:** el estudio de Kahlon et al. (1992) se observaron mejores efectos en el colesterol plasmático y hepático con el consumo de salvado de arroz integral, en comparación con el aceite de salvado. Otro estudio comprobó la reducción de las concentraciones de colesterol mediante la introducción de aceite de salvado y  $\gamma$ -orizanol en la dieta (Wilson et al., 2007).
- **Ratones:** Hundemer et al. (1991) compararon los efectos en la dieta de 5 tipos de fibras vegetales en ratones, entre ellas el salvado de arroz, concluyéndose que el salvado y también la fibra de soja presenta buenos resultados en la reducción del colesterol.
- **Ratas:** Anderson et al. (1994) comparó los efectos de 10 fibras alimentarias distintas en la dieta de las ratas. Observó que la alimentación con fibras dietéticas ricas en fibra soluble produce concentraciones más bajas de colesterol sérico y hepático que la alimentación con fuentes habituales de fibra insoluble en agua.
- **Perros adultos:** Suwannachot et al. (2023) comprobaron en perros adultos que la proteína de salvado de arroz hidrolizada puede ayudar a reducir el riesgo de estrés oxidativo y dislipidemia.
- **Cerdos:** Marsono et al. (1993) estudiaron el comportamiento de los lípidos plasmáticos y ácidos grasos volátiles en cerdos alimentados con arroz blanco, arroz integral y salvado de arroz.
- **En humanos:** Qureshi et al. (2002) sugirieron que con una dosis diaria de 100mg/día de salvado de arroz estabilizado rica en tocotrienoles junto a una dieta restringida, puede ser la dosis óptima para controlar el riesgo de enfermedad coronaria en sujetos humanos hipercolesterolémicos. Sin embargo, Most et al. (2005) observaron que el aceite de salvado de arroz, no la fibra, reduce el colesterol en adultos sanos con hipercolesterolemia moderada. No observaron diferencias sustanciales en la composición de ácidos grasos de las dietas; por tanto, la reducción del colesterol se debió a otros componentes presentes en el aceite de salvado de arroz, como los compuestos insaponificables. Gerhardt & Gallo (1998) comprobaron que el salvado de arroz con toda la grasa y el salvado de avena reducen de manera similar la hipercolesterolemia en humanos.

### Propiedades antiinflamatorias

En algunos estudios se ha visto que el aceite de salvado de arroz posee efectos antiinflamatorios asociados a algunos de sus componentes.

Se ha demostrado que los componentes de la fibra de arroz, como son los fitosteril ferulatos y los isoprenoides, ejercen efectos antiinflamatorios, ya sea directamente sobre las células inmunes o afectando la inflamación indirectamente mediante modulación del microbiota intestinal (Kurtys et al., 2018). La fibra puede ser sustrato para las bacterias beneficiosas en el intestino, lo que puede promover un equilibrio saludable del microbiota intestinal y, de este modo, conseguir una reducción de la inflamación y una mejora de la salud general. Los resultados in vitro han sido bastante favorables, sin embargo, in vivo deben de llevarse a cabo más investigaciones en animales y posteriormente en ensayos clínicos (Kurtys et al., 2018)

El  $\gamma$ -orizanol es rico en antioxidantes y compuestos hipolipemiantes. Sus propiedades eliminadoras radicales libres del organismo han sido ampliamente investigadas y sus propiedades antiinflamatorias también han sido demostradas.

El ácido ferúlico también es considerado compuesto antiinflamatorio. Puede liberarse a partir de la hidrolización de las fibras mediante la acción enzimática bacteriana, y posteriormente puede actuar en las células del tracto intestinal (Al Maruf et al., 2014)

Estas propiedades se han probado en animales, como por ejemplo en el engorde de cerdos en que se sustituyó del maíz en la dieta por salvado de arroz y se observó una disminución de los biomarcadores inflamatorios del suero además de mostrar una función potencial en la modulación de la barrera intestinal (Fan et al., 2020)

En otro estudio se comprobó que los animales obesos tratados extracto enzimático de salvado de arroz mostraron una restauración parcial de los niveles de adiponectina y una atenuación significativa de los valores proinflamatorios (Justo et al., 2013)

### Propiedades anticancerígenas

El salvado de arroz ha sido objeto de investigación en relación con sus posibles propiedades anticancerígenas debido a su contenido de compuestos bioactivos, antioxidantes y fibra dietética. Los fitoesteroles dietéticos alteran significativamente los niveles de colesterol fecal, los productos de descomposición del colesterol y los ácidos biliares al disminuir la proliferación de células epiteliales (Nagendra et al., 2011).

Aunque la evidencia aún es limitada, se necesitan más estudios clínicos y epidemiológicos, se han identificado varios mecanismos potenciales que podrían estar involucrados en sus efectos anticancerígenos como son la supresión local de inflamación, la detención del ciclo celular del cáncer, la promoción de la apoptosis de las células cancerosas y la potenciación de los efectos quimiopreventivos. Además, la suplementación dietética con salvado de arroz incluye la modulación de la riqueza del microbiota del intestino, el mantenimiento de la función gastrointestinal, la atenuación de los efectos secundarios y la potenciación de los efectos terapéuticos en pacientes con cáncer (Y. Yu et al., 2019).

Existen pruebas fehacientes de que el consumo de salvado de arroz puede ser beneficioso para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon.

En un estudio se comprobó que la administración intravenosa de una glicoproteína extraída del salvado de arroz indujo una inhibición del 77% en la metástasis pulmonar de células de colon, con lo que se sugiere que esta glicoproteína puede tener una actividad antitumoral (Park et al., 2017).

En otro estudio un pentapéptido preparado a partir de salvado de arroz mostró efectos inhibitorios del crecimiento células cancerosas humanas de pulmón, hígado, mama y colon. El pentapéptido mostró una inhibición de las células de cáncer de próstata humano del 45% a una concentración de 460 µg/mL.(Graves et al., 2016).

Otros estudios respaldan la actividad biológica del ácido fítico demostrando que induce la inhibición del crecimiento y la apoptosis en las células del cáncer de mama mediante la modulación de la expresión de genes reguladores de la apoptosis (Al-Fatlawi et al., 2014). (Al-Okbi et al., 2020).

También se comprobó que el  $\gamma$ -orizanol y el  $\gamma$ -orizanol mezclado con aceite de salvado de arroz tiene actividad contra el carcinoma hepatocelular, además de efectos protectores sobre las enfermedades cardiovasculares y el síndrome cardiorrenal (Al-Okbi et al., 2020).

### Propiedades antidiabéticas

Los compuestos del salvado de arroz presentan una actividad antihiper glucémica, y capacidad para ayudar a controlar o prevenir la diabetes mellitus. Estudios in vitro e in vivo y ensayos clínicos en voluntarios humanos lo demuestran (Sivamaruthi et al., 2018).

La fibra dietética puede ayudar a ralentizar la digestión y absorción de carbohidratos, así previene los picos de glucosa en sangre después de las comidas. La fibra soluble puede formar un gel en el intestino y así ralentizar la absorción de la glucosa y mejorar la sensibilidad a la insulina.

Los hidrolizados de los péptidos derivados de la proteína del salvado también presenta una posible actividad antidiabética, sin embargo, se necesitan más investigaciones para verificar el potencial efecto en animales y humanos. Las enzimas proteasas como alcalasa, neutrasa y los preparados con endopeptinasas y exopeptinasas, son capaces de producir hidrolizados con actividad inhibidora de  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa, a partir de albúmina y glutelina, efecto que es comparable con el fármaco antidiabético estándar (Uraipong & Zhao, 2016).

El  $\gamma$ -orizanol también juega un papel importante en los efectos antidiabéticos, puede ser eficaz contra la diabetes tipo 2 (Ohara et al., 2009). El orizanol puede regular la secreción de la insulina y la glucosa, normalizar la actividad de las enzimas hepáticas, por lo tanto, disminuyen el riesgo de hiperglucemia inducida por una dieta rica en grasas (Son et al., 2011). Se han realizado estudios en animales (en ratas) (Ghatak & Panchal, 2012), pero también en humanos. Qureshi, Sami, & Khan (2002) realizaron estudios para investigar el efecto del salvado de arroz estabilizado sobre la diabetes insulino dependiente (tipo I) y la diabetes no insulino dependiente (tipo II). Se observó que personas con diabetes mellitus tipo II alimentadas con concentrados de fibra y extracto acuoso de salvado de arroz más la dieta paso 1 recomendada por la Asociación Americana del Corazón, redujeron los niveles de glucosa en ayunas y de hemoglobina glucosilada. El extracto acuoso de salvado de arroz aumentó los niveles séricos de insulina y redujo la hemoglobina glucosilada, hechos que sugieren que la ingesta de extracto acuoso de salvado de arroz puede controlar los niveles séricos de glucosa en los diabéticos.

## **5.5. Propiedades funcionales y tecnológicas**

El salvado de arroz es interesante desde el punto de vista tecnológico como ingrediente en los productos alimenticios, ya que su presencia puede desempeñar un papel importante en el producto final debido a sus propiedades físicoquímicas y funcionales, las cuales dependen de algunos de sus componentes, como es el caso de las proteínas y ácidos grasos.

La solubilidad en agua es una de las características más importantes de las proteínas, ya que influye en otras propiedades, como la emulsión, la formación de espuma y la capacidad de formación de gel (Lawal et al., 2007; Yeom et al., 2010). Se observa variación en la solubilidad según el pH del medio. La solubilidad de los aislados de proteína de arroz en agua resultó mínima a pH 4,0 y aumentó gradualmente por debajo de pH 4,0 y por encima de pH 6,0. La solubilidad máxima de la proteína de arroz se observó a pH 10 (M. Wang et al., 1999).

La absorción de agua y la capacidad de absorción de aceite, son otras características propias del salvado de arroz. La capacidad de absorción de aceite es esencial en la

formulación alimentos como los embutidos o las masas para pasteles; mientras que la proteína de arroz podría utilizarse en productos que requieren una alta absorción de agua (Zhang et al., 2012). El salvado de arroz ayuda a reducir la pérdida de humedad en productos de panadería envasados, ayuda a mantener la frescura y la sensación de humedad en la boca de los alimentos horneados. Esta propiedad también lo hace útil como agente espesante y estabilizante en productos alimenticios como sopas y salsas. Su capacidad para retener agua también puede mejorar la textura y la jugosidad de los alimentos.

La capacidad espumante es una propiedad funcional básica de las proteínas. Para tener una alta capacidad espumante; las proteínas deben solubilizarse y absorberse rápidamente al aire formando una capa cohesiva en la interfaz de agua durante el batido antes de sufrir un rápido cambio de conformación y reordenación o formando una capa cohesiva en la interfaz y, a continuación, reducir la tensión interfacial de forma repentina (Yeom et al., 2010). Se ha visto que el valor del pH afecta significativamente a la capacidad espumante y la estabilidad de la espuma de las espumas a partir de las proteínas de salvado de arroz.(Wei et al., 2022)

La propiedad emulsionante de las proteínas del salvado de arroz y sus hidrolizados puede ser de gran utilidad en la industria alimentaria para estabilizar preparaciones de emulsiones alimentarias (Lee et al., 2004) . Existen diversos estudios en los que se se ha evaluado su efectividad emulsionante en alimentos considerando variables como el pH (mayor en pH =6), el grado de hidrolización de las proteínas, la fosforilación de los hidrolizados del salvado de arroz (la propiedad emulsionante mejora con hidrolizados fosforilados), la técnica de preparación de los hidrolizados (ultrasonidos o tratamiento térmico), o la presencia de otros compuestos, como sucede en los complejos hidrolizados de salvado con quercitina (N. Wang et al., 2023b).

Sensorialmente (texturalmente) es bastante rico en ácido palmítico, ácido graso saturado que da textura crujiente en la fritura (Callejo González, 2002), esto se observa en un estudio en que se recubrió pollo con fibra de salvado de arroz estabilizado y se absorbió menos cantidad de aceite durante la fritura (Hammond, 1994). Las proteínas desempeñan un papel importante en los atributos texturales del producto final, además son menos caras que las proteínas animales y poseen propiedades emulsionantes y una buena solubilidad de los hidrolizados que ya hemos comentado anteriormente. Pueden ser interesantes en la aplicación como blanqueadoras de café, coberturas, bebidas, confitería, carne y productos de panadería (Sharif et al., 2014).

El salvado de arroz no es considerado un agente gelificante por sí mismo, pero contiene componentes que pueden contribuir a la formación de geles en ciertas condiciones lo que lo hace útil combinado con agentes gelificantes en productos como postres, pudines y productos de panadería. En un estudio en que se investigaron las propiedades viscoelásticas de la proteína de salvado de arroz y el efecto de la temperatura y la concentración, se concluyó que la proteína de salvado de arroz tenía una capacidad de gelificación limitada, aunque aumentaba la viscosidad del producto. Es buen candidato para su aplicación con materiales gelificantes en las industrias nutracéutica y alimentaria (Rafe et al., 2014).

## 6. ESTUDIOS DE APLICACIÓN

En capítulos anteriores se han mostrado las propiedades nutritivas y funcionales del salvado de arroz.

Este producto puede consumirse directamente. En numerosas páginas web comerciales lo venden en forma paquetes de harina listos para el consumidor final (Figura 16). Lo recomiendan como aderezo en el preparado de otros alimentos con el objeto de aumentar el contenido en fibra, también como ingrediente en el cocinado de alimentos, por ejemplo, en productos horneados, pero también para mejorar la textura y el sabor en cereales como panes y muffins, así como agente espesante en batidos (*iHerb*, s. f.).

Figura 16 Paquete de salvado de arroz



Fuente:(Spektrum, s. f.)

El salvado de arroz es una opción versátil y nutritiva que se puede agregar a varios alimentos para aumentar su contenido de fibra y nutrientes.

### Pan y productos horneados:

La industria alimentaria utiliza el salvado de arroz en la producción de productos de panadería, aperitivos, galletas, panes y cereales. Sharif et al. (2014) en su revisión bibliográfica menciona numerosos estudios en los que se aplicó el salvado de arroz como ingrediente en la receta de elaboración del pan y se observó que, en general, producía una disminución del volumen en el pan, siendo mayor la disminución con la adición de salvado desgrasado. En cualquier caso, se ha visto que una adición del 10% de salvado de arroz en la receta del pan era aceptable para el consumidor, sin embargo, una proporción mayor supuso una disminución del volumen (Sekhon et al., 1997). En otros estudios se incorporaron con éxito hasta un 20% como ingrediente en la elaboración del pan, mejorándose la retención de humedad y la capacidad espumante, repercutiendo positivamente sobre la incorporación de aire. El análisis del perfil de textura no mostró diferencias significativas, pero la dureza, gomosidad y masticabilidad parece que aumentan con el incremento de los niveles de salvado y más aún con el salvado desgrasado. En proporciones elevadas de salvado se observó un endurecimiento del producto. En otros estudios más recientes, se reafirmó que proporciones superiores al 10% en la adición salvado afecta a las características sensoriales del producto (Sadawarte et al., 2007).

### Galletas:

La propiedades nutricionales y funcionales del salvado de arroz son muy adecuadas para productos horneados como galletas, magdalenas, panes, galletas saladas, pasteles y tortitas. Se han elaborado galletas con altas calificaciones sensoriales a partir de mezclas de harina de trigo y salvado de arroz (Sharif et al., 2014). Se ha propuesto la mezcla de salvado de arroz y salvado de arroz desgrasado con harina de trigo en distintas proporciones 5, 10 y 15% para preparar galletas. La adición de salvado de arroz integral conllevó un producto más untuoso, pero contrariamente provocó una disminución de la expansión de la galleta, aunque resultaron aceptables con la adición de hasta el 10% (Sekhon et al., 1997). En otros estudios se ha visto que se puede sustituir entre un 10 y un 20% la harina de trigo sin afectar negativamente a los atributos de calidad (Sharif et al., 2009).

### Margarinas:

La producción de margarina a partir de salvado de arroz tiene beneficios para la salud, ya que reduce las grasas saturadas y los ácidos grasos trans. Las fracciones de salvado de arroz pueden utilizarse para producir productos de panadería, bajos en grasa y ricos en fibra (Sharif et al., 2014). Así mismo se ha estudiado el reemplazo de la margarina y harina en muffins de plátano y galletas de mantequilla de cacahuete (Kennedy et al., 1996)

### Pasta:

Se vio que la incorporación de hasta el 15% de fibra de salvado de arroz en la elaboración de la pasta procesada por extrusión, presentaba resultados de calidad de color y punto de cocción aceptables (L. Wang et al., 2018).

### Pizza:

La incorporación de un 5% de salvado de arroz estabilizado y desgrasado en la masa de la pizza mostró unos resultados sensoriales aceptables y se mantuvo estable durante 60 días a -18°C (De Delahaye et al., 2005)

### Cereales para el desayuno:

Se agregó salvado de arroz desgrasado a la base de cereal mediante un proceso de extrusión para obtener un cereal de desayuno funcional y listo para el consumo (Charunuch et al., 2014).

### Barritas energéticas:

Se estudiaron varias recetas de barritas energéticas ricas en fibra en las que se incluía el salvado de arroz estabilizado mediante microondas. Se consiguieron resultados aceptables con proporciones entre el 10 y 20% de salvado. Con la formulación siguiente: 0,34; 0,32; y 0,34 de salvado de arroz tostado, copos de arroz y copos de maíz, respectivamente, pareció dar los mejores resultados (Garcia et al., 2012).

### Aperitivos extrusionados:

El salvado de arroz tiene potencial en la preparación de aperitivos, debido a su gran estabilidad al freír, su buena duración y sabor a nuez (Sharif et al., 2014).

La adición de un 15% de salvado de arroz en los aperitivos extrusionados a base de maíz aumentó el contenido de fibra dietética, lípidos, proteínas y minerales, mientras que disminuyó el valor de los carbohidratos disponibles y la energía. Se observó una disminución de la expansión. Sin embargo, la inclusión del salvado mejoró las propiedades texturales provocando una reducción de la dureza y un aumento de la textura crujiente. La reología también mostró cambios. Se concluyó que este ingrediente puede incluirse con éxito en aperitivos extruidos listos para el consumo para mejorar las propiedades nutricionales y modular la digestión del almidón (Renoldi et al., 2021).

### Rebozados

Se han estudiado las características de calidad de los rebozados de carne que contienen fibra dietética extraída de salvado de arroz. Se observó que afectaba al pH, la viscosidad (mayor con más contenido de salvado), dureza, cohesividad, gomosidad y masticabilidad (Choi et al., 2007).

### Bebidas:

Hoy en día, las bebidas a base de cereales son muy populares y su tendencia sigue aumentando. El salvado de arroz puede utilizarse para producir bebidas saludables, con mayor contenido en fibra, que podrían ser un aspecto alternativo.

Faccin et al. (2009) utilizaron RB entero para la producción de bebidas orgánicas de salvado de arroz (con sabores de chocolate y fresa) y estudiaron las propiedades químicas, reológicas y sensoriales del producto. Descubrieron que esta bebida promovía buenos valores nutritivos, parcialmente contenidos de ácidos grasos y aminoácidos. Además, este producto se mostró aceptable según la evaluación del panelista.

En otro estudio, se estudió la posibilidad de adicionar un 10% en de salvado en una bebida probiótica con *Lactobacillus casei* y miel. Los resultados fueron aceptables (Issara & Rawdkuen, 2016).

### Yogures:

Los productos lácteos ofrecen muchas posibilidades para conseguir un alimento funcional. El enriquecimiento de la leche de yogur con un 1,0% de salvado de arroz permitió preparar un producto de yogur aceptable con buenas propiedades físicas, además de sus ingredientes nutritivos, con posibilidades de aplicación en la producción industrial (Hussien et al., 2017). También se probó la incorporación del salvado en un yogur probiótico con *Lactobacillus acidophilus*. Resultó un producto con mayor viabilidad de *L. acidophilus*, aumentó la viscosidad y acidez y disminuyó el pH, en comparación con los yogures naturales, aunque dio lugar a una disminución de las preferencias de los consumidores. En general se concluyó que podría mejorar los atributos de calidad del yogur (Hasani et al., 2016). También existen estudios relacionados con la evaluación del efecto "funcional" mediante el consumo del yogur enriquecido con salvado de arroz. En modelos animales se ha propuesto el yogur de leche de cabra enriquecido con salvado de arroz negro como tratamiento para la diabetes mellitus tipo 1. Los resultados indicaron que la mejoría en los riñones fue más significativa con una dosis de 0,28

ml/20g de peso corporal (del ratón), sugiriendo que el yogur enriquecido tiene potencial como tratamiento para la diabetes tipo 1 (Haskito & Kurniasari, 2020)

### Carnes:

Los preparados a base de carne como pueden ser las hamburguesas también ofrecen la posibilidad de incorporar salvado de arroz. Se evaluaron los efectos de agregar fibra de salvado de arroz en distintas proporciones a productos de carne picada de cerdo. Resultó que el producto cárnico con un 2% de salvado de arroz tuvo los valores más altos de contenido de agua, capacidad de retención de agua, dureza, color, terneza, jugosidad y mayor aceptabilidad por parte del consumidor (Choi et al., 2008). Actualmente hay un creciente interés en los productos proteicos de origen vegetal que imitan a la carne (análogos cárnicos). En este ámbito, se adicionó salvado en distintas proporciones al aislado de proteína de soja para producir carne vegetal mediante extrusión con alta humedad (Jiang et al., 2022)

### Aderezo para ensaladas:

Hoy en día existe una amplia variedad de ensaladas. Los aderezos son cobran gran importancia para la presentación y mejora de las propiedades sensoriales de la ensalada. En una investigación sobre la viabilidad de integrar el salvado de arroz desgrasado en el aderezo para ensaladas de tomate, se observó que el tamaño de la partícula del salvado y la concentración afectaban significativamente en las propiedades funcionales y sensoriales del aderezo. La alta concentración aumentó la viscosidad y la estabilidad de la emulsión, pero tuvo efecto opuesto sobre las características sensoriales de color y textura. Sin embargo, la reducción del tamaño de las partículas lo convirtió en un buen ingrediente funcional, lo que mejoró las propiedades nutricionales y la estabilidad de almacenamiento del aderezo (Mukprasirt et al., 2023).

## 7. CONCLUSIÓN

El salvado de arroz es un subproducto cuantioso a nivel mundial, de la industria arroceras. Actualmente en muchos casos se desecha o se destina a alimentación animal. Presenta un alto valor nutricional pues es rico en aceites y tiene un alto contenido en proteínas, grasas, azúcares y otros carbohidratos. Aunque si bien es cierto que puede ser reutilizado en ámbitos no alimentarios como puede ser los biocombustibles, es de gran interés reutilizarlo para consumo humano.

Presenta una problemática concreta en relación al enranciamiento de las grasas, ya que, en el momento de su obtención, se desencadenan reacciones bioquímicas relacionadas con la hidrólisis de las mismas. Por este motivo, en caso de no consumirse de inmediato deben de estabilizarse mediante alguno de los métodos descritos en este trabajo, como puede ser el extrusionado o microondas.

Se ha visto que su consumo puede aportar beneficios para la salud, ya que posee propiedades funcionales como por ejemplo la mejora de los niveles de colesterol.

El uso del salvado como ingrediente en un producto alimenticio puede aportar propiedades funcionales, pero también puede condicionar la propiedades reológicas, químicas y sensoriales del producto final.

De este modo, se ha constatado la existencia de numerosos estudios de aplicación de este subproducto como ingrediente en diversos productos alimenticios como son pan,

galletas, barritas, yogures, etc. En función de sus propiedades nutricionales y funcionales, así como su aptitud para ser empleado como ingrediente alimentario, el salvado de arroz resulta un subproducto de gran interés para el desarrollo de alimentos funcionales en diferentes subsectores, lo que posibilita, en gran medida, su revalorización mediante estrategias de economía circular.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 2: Estudio de alternativas**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	73
2. Metodología.....	73
3. Condicionantes de la naturaleza del proyecto.....	73
4. Identificación de los factores de estudio .....	74
5. Factor: elección del producto .....	74
5.1. Definición de las alternativas generadas.....	74
5.2. Criterios de valoración .....	75
5.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio .....	76
5.3.1. Valoración de la Alternativa 1: galleta.....	76
5.3.2. Valoración de la Alternativa 2: granola.....	76
5.3.3. Valoración de la Alternativa 3: <i>muffin</i> .....	77
5.4. Evaluación y elección de la alternativa .....	77
6. Factor: elección de la Proteína .....	77
6.1. Definición de las alternativas generadas.....	77
6.1.1. Propuestas de proteína .....	78
6.1.2. Propuestas de endulzante .....	79
6.1.3. Combinación de propuestas .....	79
6.2. Criterios de valoración .....	81
6.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio .....	81
6.3.1. Valoración de la alternativa 1: Sirope de arce con proteína de suero de leche .....	81
6.3.2. Valoración de la alternativa 2: Sirope de arce con proteína de soja.....	82
6.3.3. Valoración de la alternativa 3: Miel con proteína de suero de leche.....	82
6.3.4. Valoración de la alternativa 4: Miel con proteína de soja .....	83
6.3.5. Valoración de la alternativa 5: Agave con proteína de suero de leche ...	83
6.3.6. Valoración de la alternativa 6: Agave con proteína de soja.....	83
6.4. Evaluación y elección de la alternativa .....	84
7. Factor: elección del packaging.....	84
7.1. Definición de las alternativas generadas.....	84
7.2. Criterios de valoración .....	87
7.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio .....	88
7.3.1. Valoración de la alternativa 1: Bolsa PE + Caja de cartón .....	88
7.3.2. Valoración de la alternativa 2: Doypack.....	88
7.3.3. Valoración de la alternativa 3: Doypack compostable .....	89
7.4. Evaluación y elección de la alternativa .....	89
8. Conclusiones .....	90

## 1. OBJETO

La finalidad de este anejo es analizar alternativas de distintos aspectos en relación con el diseño del nuevo producto funcional con salvado de arroz y la instalación de una nueva línea de producción de este producto en una industria alimentaria.

En los aspectos de estudio planteados se proponen varias soluciones que se evalúan y se elige la mejor puntada para la implementación de este proyecto.

## 2. METODOLOGÍA

La elección de la alternativa se realiza mediante la herramienta de *análisis multicriterio* con el fin de evaluar y comparar diferentes opciones en función de múltiples criterios o factores relevantes para facilitar la toma de decisiones. Proporciona una estructura clara y objetiva de las alternativas, con la ponderación y combinación distintos criterios con pesos asignados a cada uno según su importancia.

En primer lugar, deben de identificarse los diferentes aspectos a evaluar o problemas que puede presentar el proyecto para poder estudiar posibles soluciones (alternativas) con el objetivo de encontrar la más adecuada.

En segundo lugar, deben de establecerse los criterios de evaluación para otorgar el peso de cada alternativa. Se trata de criterios relevantes para los objetivos del proyecto. El peso se otorga según la importancia relativa en la toma de decisiones.

Para ello hay que establecer una serie de condicionantes para el cálculo. Se utiliza la siguiente fórmula de cálculo:

$$FC(A_j) = VA_j C_1 \cdot PC_1 + VA_j C_2 \cdot PC_2 + \dots + VA_j C_n \cdot PC_n = \sum_{i=1}^{i=n} (VA_j C_i \cdot PC_i)$$

$VA_j C_i$ : es el valor de cada alternativa según cada criterio "i"

$PC_i$ : valor ponderado del criterio "i"

Se otorga una puntuación a cada criterio de valoración ( $VA_j C_i$ ) entre 0 y 1.

La ponderación de cada criterio ( $PC_i$ ) debe de ser entre 0 y 1, valor que debe de ser distinto en cada criterio de modo que la suma de todas las ponderaciones sea igual a 1.

## 3. CONDICIONANTES DE LA NATURALEZA DEL PROYECTO

En este proyecto se desarrolla un nuevo producto funcional con salvado de arroz y la instalación de una línea de producción de este nuevo producto. Para la toma de decisiones existen algunas restricciones a considerar:

- La línea de producción se instala en una industria existente que produce galletas, un producto orientado al mercado de alimentos para el desayuno y meriendas. Esta industria pretende ampliar su oferta incorporando un nuevo producto con salvado

de arroz, ya que ha observado que la demanda de sus productos ha disminuido sustancialmente.

- Impacto económico: la inversión para la implementación del nuevo producto debería de suponer un bajo impacto económico en la industria, con el objeto de maximizar las ganancias y minimizar los riesgos.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE ESTUDIO

Los factores de estudio sobre los cuales estudiaremos las alternativas planteadas en este documento son las siguientes:

- Producto elegido
- Elección de los ingredientes: endulzante y proteína
- Material del envase

## 5. FACTOR: ELECCIÓN DEL PRODUCTO

### 5.1. Definición de las alternativas generadas

El principal factor de estudio en este proyecto se trata de la elección del producto que se pretende fabricar para reutilizar el salvado procedente de la industria elaboradora del arroz blanco.

Las ventas de la industria alimentaria existente en que se desarrolla el proyecto, actualmente se dirigen al mercado de productos de desayuno y merienda, y su producto principal es la galleta con sus múltiples variantes.

Si bien es cierto que se puede comercializar el salvado de arroz estabilizado para consumo directo, se ha observado que organolépticamente no suele ser un producto especialmente agradable. Teniendo en cuenta los hábitos de consumo de nuestra sociedad, el público potencial al que se podría dirigir la harina de salvado de arroz sería muy reducido, con lo que se requeriría una gran campaña de concienciación y divulgación de los beneficios para la salud derivados del consumo de este producto.

Habiendo revisado los múltiples estudios de aplicación (Anejo 1 Antecedentes y situación actual), se observa que la adición entre un 10 y 20% en un formulado de alimento como galletas, pan, bizcochos, etc. suele presentar una buena aceptación por parte del consumidor, incluso puede mejorar las características del producto final, al mismo tiempo que se incorporan las propiedades saludables de este nuevo ingrediente como, por ejemplo, el incremento de fibra dietética total.

En consecuencia, se exploran alternativas de productos en que el salvado de arroz forme parte de sus ingredientes. Además, se considera el hecho de que la industria interesada en implementar el nuevo producto se mueve cómodamente en el mercado de los alimentos para desayunos y meriendas.

Las opciones planteadas son el desarrollo de los siguientes productos, los cuáles tienen en común que uno de sus ingredientes sería el salvado de arroz:

- Alternativa 1: desarrollo de una galleta.

La galleta es un producto alimenticio elaborado, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros ingredientes alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida al proceso de amasado, formado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua.

- Alternativa 2: desarrollo de una granola.

La granola es un alimento elaborado principalmente a partir de avena, así como otros ingredientes como nueces, semillas, frutas secas y endulzantes naturales como miel o jarabe de arce. Estos ingredientes se mezclan y luego se hornean hasta que estén crujientes. La granola es conocida por su textura crujiente y su sabor agridulce debido al tostado de los ingredientes y al dulzor natural de los endulzantes añadidos. Es un alimento nutritivo y versátil. Se puede consumir sola como un cereal seco, mezclada con leche o yogur, o como un ingrediente en recetas como barras de granola, o en coberturas para postres, helado, etc. Es una opción popular como desayuno o como un refrigerio energético.

- Alternativa 3: desarrollo de un *muffin*.

Un *muffin* es un producto de repostería individual que se hornea en moldes pequeños, lo que presenta una forma redondeada y compacta. Tienen textura esponjosa y húmeda por dentro. Son muy versátiles y pueden ser dulces o salados, dependiendo de los ingredientes utilizados en su preparación. Suelen estar hechos a base de harina, azúcar, huevos, leche, mantequilla o aceite, y levadura para lograr su esponjosidad. Pueden estar aromatizados con vainilla, canela u otros extractos y pueden contener otros ingredientes como frutas, nueces, chocolate, etc.

## 5.2. Criterios de valoración

Los criterios determinantes considerados en la elección de cada alternativa son:

- Criterio 1: larga caducidad del producto ( $PC_1 = 0,75$ )

Se considera importante la ponderación por caducidad del producto ya que se trata de un nuevo producto no básico. El producto resultante con mayor vida útil corre menor riesgo de desperdicio alimentario.

- Criterio 2: ampliación del “target” de mercado ( $PC_2 = 0,25$ )

Se considera importante la ampliación del tipo de público consumidor dentro del mercado de desayunos y meriendas.

En la ponderación de estos criterios, se da más peso en el criterio 1, ya que la corta caducidad del producto puede incrementar las pérdidas económicas, por lo que disminuye el beneficio y tiene mayor dificultad para introducir el nuevo producto en el mercado.

## 5.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio

### 5.3.1. Valoración de la Alternativa 1: galleta

- Criterio 1: larga caducidad del producto ( $VA_1 C_1 = 1$ )

La galleta tiene una caducidad larga, su vida útil es de entre 6 y 12 meses, con lo que esta “nueva galleta” supondría un bajo desperdicio alimentario. En un momento determinado, una baja demanda del producto provocaría un ajuste en la producción semanal de la galleta, pero causaría un bajo impacto en el despilfarro alimentario, ya que la larga vida útil del producto permitiría la salida del stock existente sin perjuicios económicos para la empresa.

- Criterio 2: ampliación del “target” de mercado ( $VA_1 C_2 = 0,15$ )

La industria ya produce galletas dirigidas a niños y adultos. La introducción de la galleta con salvado de arroz, aunque se trate de un producto novedoso, el público que accedería a consumirla sería el “adulto” con algún interés en incorporar en su dieta alimentos que le aporten beneficios para la salud. No obstante, no sería un producto muy diferenciado de otras galletas con alto contenido en fibra ya existentes en el mercado. El público potencial al que se dirigiría esta nueva galleta tiene alternativas para el desayuno más saludable y nutritivamente completo que la galleta.

### 5.3.2. Valoración de la Alternativa 2: granola

- Criterio 1: larga caducidad del producto ( $VA_2 C_1 = 0,8$ )

La granola tiene una caducidad larga, parecida a la de una galleta (6 a 12 meses), aunque según su composición podría ser algo inferior a la galleta, si se envasa herméticamente y se guarda en un lugar seco y fresco, tendríamos una vida útil parecida a la galleta. En consecuencia, la granola supondría un bajo desperdicio alimentario. Una baja demanda del producto en un momento determinado provocaría un ajuste en la producción semanal de la granola, pero el despilfarro alimentario tendría un bajo impacto, ya que la larga vida útil del producto permitiría la salida del stock existente sin perjuicios económicos para la empresa.

- Criterio 2: ampliación del “target” de mercado ( $VA_2 C_2 = 1$ )

La granola, aunque no es un producto nuevo, en las últimas décadas ha experimentado un resurgimiento y se ha vuelto popular como opción de desayuno y merienda saludable. El público objetivo que la consume es amplio y diverso, pero es más popular entre aquellos que buscan opciones de alimentos más saludables y nutritivas, de modo que la adición del salvado de arroz como ingrediente en este tipo de producto podría tener mayor aceptación entre el público que habitualmente consume granola, con lo que permitiría a la industria acceder a un nuevo “target”.

### 5.3.3. Valoración de la Alternativa 3: muffin

- Criterio 1: larga caducidad del producto ( $VA_3 C_1 = 0,25$ )

Un muffin tiene una baja fecha de caducidad, un consumo preferente de 2-3 días en los muffins caseros. En la producción industrial se suelen adicionarse conservantes con lo que se alarga este período. No obstante, no se alcanzan periodos como los de las galletas ni la granola.

- Criterio 2: ampliación del "target" de mercado ( $VA_3 C_2 = 0,50$ )

Este establecimiento que ya produce galletas que abastece el público adulto e infantil en sus desayunos y meriendas. La introducción del muffin con salvado de arroz, aunque incorpora un beneficio para la salud (alto contenido en fibra) se dirige al mismo público general adulto e infantil que actualmente consume galletas, aunque podría atraer una parte del público general (minoritario) que la "galleta" no está dentro de sus preferencias. Sin embargo, un muffin no se presenta como una preferencia entre el consumidor que tiene algún interés en alimentos saludables.

## 5.4. Evaluación y elección de la alternativa

Estudiadas las alternativas de elección del producto, la opción con mayor valoración es la granola, tal y como se refleja en la Tabla 25.

**Tabla 25** Valoración multicriterio en la elección del producto que incorpora salvado de arroz

Criterio	Ponderación criterio	Alternativas			
		Galleta	Granola	Muffin	
PC1	Larga caducidad	0,75	1	0,8	0,25
PC2	ampliación "target"	0,25	0,15	1	0,5
<i>Función de criterio</i>		<i>0,79</i>	<i>0,85</i>	<i>0,31</i>	

Fuente: elaboración propia

## 6. FACTOR: ELECCIÓN DE LA PROTEÍNA Y ENDULZANTE

### 6.1. Definición de las alternativas generadas

En el factor anterior se ha definido el producto a desarrollar en este proyecto, la granola. Otro factor importante en el producto elegido es la decisión en la formulación de éste.

La granola, como ya se ha comentado, es un alimento elaborado principalmente a partir de avena, pero admite otros ingredientes diversos como frutos secos, semillas y endulzantes.

En este proyecto hemos desarrollado un formulado que, además, contiene como ingrediente novedoso salvado de arroz.

En este tipo de producto es importante la decisión en la elección de los ingredientes proteicos y el endulzantes.

La adición de la proteína tiene el propósito de ofrecer mayor saciedad a su consumidor, ayudarlo a controlar el apetito, proporcionándole una sensación de saciedad durante más tiempo. También mejora el perfil nutricional de la granola respecto a una granola convencional, suele ser rica en carbohidratos. Además, es una forma de diversificar las fuentes de proteína (carne, lácteos, vegetal). Entendemos que la adición de la proteína a la granola la hará más atractiva al consumidor y dará un valor añadido al producto.

La adición de endulzante a la granola tiene la finalidad de mejorar el sabor, haciéndola más agradable al paladar. También ayuda a equilibrar los sabores, por ejemplo, si se utilizan frutos secos con un sabor más fuerte o amargo, el endulzante suaviza el sabor y crea una mezcla más armoniosa. Durante el horneado, mejora la textura crujiente y dorada al caramelizar los ingredientes, al mismo tiempo que mejora su aspecto visual. El endulzante ayuda a adherir los ingredientes y formar grumos que facilitarían su ingesta. En general mejora la aceptación entre los consumidores.

### 6.1.1. Propuestas de proteína

Las alternativas planteadas en cuanto a la elección de la proteína son el suero de leche en polvo y la proteína de soja.

El **suero de leche en polvo** es un producto lácteo que se obtiene, como su nombre indica, a partir del suero de la leche, el líquido que se separa durante el proceso de fabricación del queso. El suero de leche en polvo se produce mediante la deshidratación del suero de leche líquido, lo que resulta en un polvo fino que contiene los componentes solubles del suero de leche.

El suero de leche en polvo es rico en proteínas de alta calidad, contiene una alta concentración de aminoácidos esenciales necesarios para la síntesis de proteínas en el cuerpo. Se utiliza en la industria alimentaria para aumentar el contenido en proteínas y mejorar la textura y sabor de los alimentos.

La **proteína de soja** es una fuente completa de proteínas, lo que significa que contiene todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo humano necesita. Además, la soja también es rica en otros nutrientes, como fibra dietética, vitaminas y minerales.

A menudo se utiliza como sustituto de la carne en productos vegetarianos y veganos, también como ingrediente alternativo a los productos lácteos y como ingrediente en los productos horneados para mejorar su textura y sabor.

Ambas fuentes de proteína son completas, tienen todos los aminoácidos esenciales, sin embargo, difieren en su composición. El suero de leche tiene aminoácidos de cadena ramificada o Branched-Chain Amino Acids (BCAA). La soja es relativamente es más baja en metionina y cisteína.

El suero de leche en polvo presenta una mayor digestibilidad y rápida absorción en el cuerpo en comparación con la proteína de soja, lo que lo hace ideal para después del ejercicio y promover la recuperación muscular. Sin embargo, las personas prefieren el sabor y la textura de la soja sobre el suero de leche.

### 6.1.2. Propuestas de endulzante

Las alternativas planteadas en cuanto al endulzante son:

El **sirope de arce** es un delicioso y popular edulcorante natural que se produce a partir de la savia de ciertos tipos de arces, especialmente del arce azucarero (*Acer saccharum L.*) y el arce negro (*Acer nigrum L.*). Este árbol es nativo de América del Norte y se cultiva principalmente en Canadá y en algunas partes de los Estados Unidos.

El jarabe de arce es conocido por su característico sabor dulce y aroma agradable, que puede variar ligeramente según la región de donde provenga y el momento en que se haya recolectado la savia.

Además, contiene una variedad de nutrientes beneficiosos, como antioxidantes, minerales y compuestos fenólicos.

La **miel** es un alimento natural y delicioso producido por las abejas a partir del néctar de las flores. Las abejas recolectan el néctar de las flores y lo llevan de regreso a la colmena, donde lo transforman mediante procesos de evaporación y enzimáticos. El resultado es un líquido dulce y viscoso conocido como miel. La miel es valorada por su sabor característico además de su dulzor.

La miel posee propiedades antimicrobianas derivadas del peróxido de hidrógeno, glucosa oxidas y ácido glucónico, y es una fuente de antioxidantes incluyendo flavonoides y polifenoles.

El **jarabe de agave** es un edulcorante natural que se obtiene del agave, una planta suculenta nativa de México. Históricamente, el jarabe de agave ha sido utilizado por las culturas indígenas de México como un edulcorante y un alimento básico.

El jarabe de agave se ha vuelto popular en todo el mundo como un edulcorante alternativo debido a su sabor dulce y su bajo índice glucémico en comparación con el azúcar refinado. Esto significa que el jarabe de agave puede provocar una menor elevación de los niveles de azúcar en la sangre después de consumirlo, lo que puede ser beneficioso para las personas que necesitan controlar su glucosa en sangre, como aquellos con diabetes.

### 6.1.3. Combinación de propuestas

El endulzante y la proteína son ingredientes que forman parte de la granola. Es interesante estudiar las alternativas combinando todas las propuestas, resultando las siguientes:

- Alternativa 1: Sirope de arce + Proteína de suero de leche
- Alternativa 2: Sirope de arce + Proteína de soja
- Alternativa 3: Miel + proteína de suero de leche
- Alternativa 4: Miel + proteína de soja
- Alternativa 5: Agave + proteína de suero de leche
- Alternativa 6: Agave + proteína de soja

Los ingredientes y proporciones se detallan en la Tabla 26. En ella podemos observar que se plantean algunas dudas respecto al ingrediente proteico y al endulzante de este producto para que tenga las características nutritivas deseadas.

**Tabla 26 Ingredientes granola con salvado de arroz**

Ingrediente	Unidad
Avena copos	21,01 g
Salvado de arroz	15,41 g
Nueces picadas	16,81 g
Semillas de calabaza	8,40 g
Semillas de girasol	8,40 g
¿Proteína?	8,40 g
Aceite de coco	8,40 ml
¿Endulzante?	8,40 ml
Extracto de vainilla	0,84 g
Canela en polvo	0,28 g
Sal	0,14 g
	<b>100,00</b>

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra la composición nutricional resultante a partir de todas las propuestas de combinación mencionadas anteriormente. Esta tabla nos permite evaluar el perfil nutricional del producto resultante (granola) según las alternativas escogidas para la formulación (proteína y endulzante):

**Tabla 27 Composición nutricional del producto según las alternativas de endulzante y proteína**

Alternativas	Composición nutricional en 100g peso de producto							Composición porcentual calórico de los nutrientes				
	Calorías	Carbohidratos	Proteínas	Grasas	Fibra	Grasas saturadas	Azúcares	Total	Carbohidratos	Proteínas	Grasas	Fibra
	Kcal	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	%
1 S. arce + P.s. leche	462,31	38,57	14,72	31,45	7,76	9,72	12,97	100	33,37	12,74	61,23	3,36
2 S. arce + P. soja	457,94	34,45	19,26	31,25	7,76	9,46	8,85	100	30,09	16,82	61,42	3,39
3 Miel + P.s. leche	467,85	40,51	14,75	31,45	7,79	9,72	15,69	100	34,63	12,61	60,51	3,33
4 Miel + P. soja	464,70	36,04	19,44	31,49	7,85	9,53	11,04	100	31,02	16,73	60,99	3,38
5 Agave + P.s. leche	469,82	39,47	14,84	31,74	7,85	9,80	13,50	100	33,61	12,63	60,80	3,34
6 Agave + P. soja	465,41	35,32	19,41	31,54	7,85	9,53	9,35	100	30,36	16,68	60,98	3,37

Fuente: elaboración propia

## 6.2. Criterios de valoración

Los criterios determinantes a considerar en la elección de cada alternativa son:

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $PC_1 = 0,75$ )

Se considera importante la ponderación por el coste de los ingredientes. Este criterio se ha podido deducir a partir del *Anejo 5 Estudio económico*, en el cual se ha observado la repercusión de este dato en el precio de coste del producto final.

A continuación, se muestran los precios de los ingredientes alternativos.

	€/kg
<i>Alternativas endulzante:</i>	
Sirope de arce	19
Miel	3
Agave	10
<i>Alternativas proteína:</i>	
Proteína de suero de leche	2
Proteína de soja	6

Fuente: elaboración propia

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $PC_2 = 0,25$ )

Aunque la granola es un producto novedoso en nuestro territorio, existen múltiples marcas en el mercado que ya ofrecen productos similares, aunque no contengan salvado de arroz. El público objetivo que pueda valorar que la granola contenga este ingrediente, inicialmente será reducido, pues sus propiedades saludables no están popularmente extendidas entre los consumidores. De modo que es importante buscar otras formas de diferenciar este producto, de modo que pueda ser de interés a la mayor gente posible. Es importante poder incluir menciones especiales como son las declaraciones nutricionales en el etiquetado del producto.

En la ponderación de estos criterios, se otorga más peso en el criterio 1, puesto que el precio del producto final será determinante para que el producto sea competitivo en el mercado común.

## 6.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio

### 6.3.1. Valoración de la alternativa 1: Sirope de arce con proteína de suero de leche

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_1 C_1 = 0,15$ )

El sirope de arce es el endulzante más caro, aunque combinado con el suero de leche no es la combinación más cara, sigue resultando un precio elevado, según la Tabla 28, razón por la que se otorga una puntuación baja.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_1 C_2 = 0,75$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (12,74% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

### **6.3.2. Valoración de la alternativa 2: Sirope de arce con proteína de soja**

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_2 C_1 = 0,1$ )

La combinación de sirope de arce con proteína de soja resulta una opción más cara posible según la Tabla 28. Razón por la que se otorga una puntuación baja.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_2 C_2 = 1$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (16,82% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Además, atendiendo la procedencia de todos los ingredientes (origen no animal), podría considerarse un producto “vegano”. Esta opción contiene mayor proporción de proteína que otras, razón por la cual se le otorga una puntuación mayor.

### **6.3.3. Valoración de la alternativa 3: Miel con proteína de suero de leche**

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_3 C_1 = 1$ )

La miel es un producto bastante asequible en nuestra zona, razón por la que la combinación con proteína de suero de leche resulta la más económica posible según la Tabla 28. En este caso se otorga una puntuación alta.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_3 C_2 = 0,75$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (12,61% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

#### **6.3.4. Valoración de la alternativa 4: Miel con proteína de soja**

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_4 C_1 = 0,6$ )

La combinación de miel con proteína de soja resulta es la segunda más económica posibles según la Tabla 28. Razón por la que se otorga una puntuación alta.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_4 C_2 = 1$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (16,74% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Esta opción contiene mayor proporción de proteína que otras, razón por la cual se le otorga una puntuación mayor.

#### **6.3.5. Valoración de la alternativa 5: Agave con proteína de suero de leche**

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_5 C_1 = 0,4$ )

La alternativa endulzante agave tiene un precio medio entre la miel y el sirope de arce, combinado con proteína de suero de leche (la más económica entre ambas opciones de proteína) resulta un precio medio según la Tabla 28. Razón por la que se otorga una puntuación media.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_5 C_2 = 0,75$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (12,63% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

#### **6.3.6. Valoración de la alternativa 6: Agave con proteína de soja**

- Criterio 1: el precio de los ingredientes ( $VA_6 C_1 = 0,2$ )

El agave presenta un precio medio de los endulzantes propuestos, pero la soja es la proteína más cara entre ambas, con lo que esta alternativa resulta un precio medio alto, según la Tabla 28. Razón por la que se otorga una puntuación baja.

- Criterio 2: potencial para incluir declaraciones nutricionales en el etiquetado ( $VA_6 C_2 = 1$ )

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, pero también “Fuente de proteínas”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de proteínas (16,68% indicado en la Tabla 27), según el Reglamento (CE) n o 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20

de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Esta opción contiene mayor proporción de proteína que otras, razón por la cual se le otorga una puntuación mayor.

Esta combinación cumple con las exigencias para etiquetar el producto como “alto contenido en fibra”, y también como “Fuente de proteína”, según el Reglamento (CE) N° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo. Además, podría etiquetarse el producto como “vegano”.

## 6.4. Evaluación y elección de la alternativa

En la Tabla 29 se muestran las valoraciones resultantes en la elección de los ingredientes endulzante y proteína.

**Tabla 29 Valoración multicriterio en la elección de los ingredientes endulzante y proteína**

Criterio	Ponderación criterio	Alternativas					
		S.arce + P.s. leche	S. arce + P. soja	Miel + P.s. leche	Miel + P. soja	Agave + P.s. leche	Agave + P. soja
PC1 Precio ingredientes	0,75	0,15	0,1	1	0,6	0,4	0,2
PC2 Declaraciones nutricionales	0,25	0,75	1	0,75	1	0,75	1
	<i>Función de criterio</i>	<i>0,30</i>	<i>0,33</i>	<i>0,94</i>	<i>0,70</i>	<i>0,49</i>	<i>0,40</i>

*Fuente: elaboración propia*

La alternativa mejor valorada es la 3, la combinación de miel con suero de leche en polvo. Es la opción más económica y permite etiquetar el producto como “Alto contenido en fibra”, ya que supera los 6g de fibra/100g de producto y “Fuente de proteína”, ya que supera el 12% del valor energético procedente de la proteína.

## 7. FACTOR: ELECCIÓN DEL PACKAGING

### 7.1. Definición de las alternativas generadas

El envase del nuevo alimento es importante porque tiene la función de proteger el producto de factores externos como la humedad, la luz y el oxígeno, que pueden afectar su frescura y calidad. Esto garantiza que el producto llegue al consumidor en óptimas condiciones. Asimismo, también facilita su transporte y almacenamiento tanto para los fabricantes como para los consumidores.

El packaging proporciona información importante al consumidor, como la lista de ingredientes, la información nutricional, la fecha de vencimiento y las instrucciones de almacenamiento. Esto ayuda a los consumidores a tomar decisiones informadas sobre su compra. Pero también comunica la identidad de la marca del producto mediante el diseño de este, que puede establecer una conexión con el consumidor.

Además, ayuda a diferenciar el producto en el mercado, destacándolo entre la competencia. Un diseño atractivo y distintivo puede captar la atención del consumidor y hacer que el producto sea más aceptado.

En el mercado existen diversos materiales de envase y múltiples presentaciones del producto que cumplen con las funciones descritas anteriormente. Por lo que debemos de elegir un packaging que mejor se ajuste al producto y a las necesidades de la empresa.

En la elección del packaging se proponen las alternativas siguientes:

- Alternativa 1: Bolsa interna de polietileno (PE) + Caja de cartón exterior

La bolsa interna es apta para alimentos, y consiste en un material transparente con barrera de humedad. Es una bolsa monomaterial económica, reciclable de polietileno (PE). La bolsa no tiene barrera al oxígeno, con lo que se posibilita el enranciado del producto. No es posible envasar en atmósfera modificada, en caso de necesidad.

Gracias al encajado de la bolsa, el producto se protege mejor de golpes externos y será de fácil colocación en el lineal del supermercado y mejor visibilidad que otros envases. Ofrece una imagen clásica del producto.

En la Figura 17 se muestra un ejemplo del packaging de bolsa interna PE con caja externa de cartón.



**Figura 17 Alternativa de Packaging: bolsa PE+ caja**

Fuente: <https://free3d.com/es/modelo-3d/cereal-box-6297.html>

- Alternativa 2: Doy pack convencional

Se trata de un envase en formato Doy pack con alta barrera a la humedad y oxígeno con zip para autocierre zip. El material de alta barrera es un complejo triple formado por una lámina de poliéster mate de 12 $\mu$  de espesor, una lámina de poliéster metalizado de 12 $\mu$  de espesor y una lámina de polietileno de 90 $\mu$  de espesor, unidas mediante adhesivo de base poliuretano (12PETMAT+50PE/EVOH/PE). Se trata de un material ligero, de alta durabilidad, con doble barrera. Permite incorporar la atmósfera modificada en caso de necesidad, garantizando una elevada vida útil del producto.

Las bolsas se pueden adquirir preformadas o bien, se puede adquirir la máquina necesaria para producirlas. Además, se pueden serigrafiar para ofrecer la imagen deseada al producto.

En la Figura 18 se muestra la bolsa doypack propuesta en esta alternativa.



**Figura 18 Alternativa packaging: Doypack**

Fuente: <https://poucheurope.es/producto/bolsa-doypack-blanco-mate/>

- Alternativa 3: Doy pack compostable

Se trata de un formato Doy pack compostable, sin plástico y sin zip autocierre que presenta una alta barrera a la humedad y al oxígeno a base de papel y celofán compostable. El material está formado por un complejo libre de plásticos formado por una lámina de papel estucado de 40 $\mu$  de espesor unida mediante adhesivo con una lámina de celofana compostable y alta barrera de 33.5 $\mu$  de espesor. Además, este complejo incluye una capa exterior de barniz mate (40ARXE + 33.5CELFNK).

Este material ofrece una imagen más eco friendly, perfecto para productos veganos.

El envase será más frágil en su manipulación y lo que dificulta su puesta en el lineal del supermercado, ya que aumenta la facilidad de rotura y degradación a partir de los dos años, sobre todo si está en contacto de humedad o luz.

Pueden comprarse bolsas preformadas o bien, la industria puede adquirir la máquina para producirlas.

En la Figura 19 se muestra la bolsa Doypack compostable.



**Figura 19 Alternativa packaging: Doypack compostable**

Fuente: [https://covercash.es/es/bolsas-de-papel/96-51069-bolsas-papel-doypack.html#/901-bolsa\\_de\\_papel\\_doypack\\_biodegradable-180x290x58\\_18480\\_300\\_uds](https://covercash.es/es/bolsas-de-papel/96-51069-bolsas-papel-doypack.html#/901-bolsa_de_papel_doypack_biodegradable-180x290x58_18480_300_uds)

## 7.2. Criterios de valoración

Los criterios de ponderación para cada alternativa son:

- Criterio 1: coste del packaging ( $PC_1 = 0,75$ )

Se considera importante la ponderación por el coste del packaging. En el *Anejo 5 Estudio económico* hemos observado que los costes del producto tienen un impacto directo en el precio del producto y su precio de venta.

A continuación, se muestran los precios de los ingredientes alternativos.

**Tabla 30 Coste packaging**

<i>Alternativas packaging</i>	€/u
Bolsa Polietileno (PE) + Cartón	0,4
Doypack convencional	0,33
Doypack compostable	0.48

*Fuente: elaboración propia*

Además, debemos de considerar en este criterio el coste de envasado según se usa un packaging u otro, por ejemplo, el uso de distintas máquinas o incremento de mano de obra.

- Criterio 2: permeabilidad del material ( $PC_2 = 0,25$ )

Todos los envases propuestos en este estudio cumplen con las funciones propias de un envase y son adecuados para la granola. No obstante, cuando se trata de distintos materiales, claramente no presentan las mismas características técnicas. Entre todas sus posibles características para nuestro producto, es importante priorizar aquel material que permita alargar la vida útil de la granola. Como ya se ha comentado anteriormente, la granola es un producto novedoso en nuestra zona, con lo que podría ser que la rotación de existencias no resulte la esperada. Si envasamos este producto con un material que permita una caducidad más larga, se podrán absorber mejor las fluctuaciones de la demanda minimizando las devoluciones por caducidad y el desperdicio alimentario.

Las características técnicas más relevantes para valorar este aspecto son la permeabilidad al vapor de agua y la permeabilidad al oxígeno.

La permeabilidad de agua mide la capacidad del material para permitir que el agua pase a través de él, tanto la interna hacia el exterior del envase como a la inversa, la entrada de humedad en él.

La permeabilidad al oxígeno mide la capacidad del material para permitir la entrada del oxígeno en él. La presencia de oxígeno puede acelerar la oxidación de los alimentos, lo que conduce a la pérdida de sabor, textura y valor nutricional.

En la Tabla 31 se muestran las características técnicas relativas a la permeabilidad de las propuestas presentadas.

**Tabla 31 Permeabilidad de los materiales de envase propuestos**

	Permeabilidad al vapor de agua g/m <sup>2</sup> /24h	Permeabilidad al oxígeno c.c./m <sup>2</sup> /24h
Bolsa PE + Cartón	17	2500
Doypack	0,9	0,9
Doypack compostable	39,62	1,49

Fuente: elaboración propia

En la ponderación de estos criterios, se otorga más peso en el criterio 1, puesto que el precio del producto final será determinante para que el producto sea competitivo en el mercado.

### 7.3. Valoración de las alternativas respecto a cada criterio

#### 7.3.1. Valoración de la alternativa 1: Bolsa PE + Caja de cartón

- Criterio 1: coste del packaging ( $VA_1 C_1 = 0,15$ )

El packaging propuesto formado por la bolsa PE alojada en la caja de cartón resulta un tanto cara si tenemos en cuenta el precio de adquisición de ambos embalajes. Serán necesarios dos procesos productivos, el embolsado y el encajado. Para ello debemos de contar con 2 máquinas o bien realizar este último proceso manualmente. Además, deberá de pagarse 2 tasas *Ecoembes* (la Ley de residuos señala que los envasadores y los comerciantes de productos envasados están obligados a cobrar a sus clientes, hasta el consumidor final “una cantidad individualizada por cada envase”). Otro aspecto que podría repercutir de forma indirecta en el coste de producción es el volumen de almacenaje de materias auxiliares, ya que será mayor que otro tipo de envases. En consecuencia, el coste de producción se verá incrementado, lo que repercutirá en el producto final.

- Criterio 2: permeabilidad del material ( $VA_1 C_2 = 0,15$ )

De las tres propuestas presentadas, la bolsa de plástico con cartón es la más permeable según la Tabla 30. De modo que el vapor de agua y oxígeno traspasará con cierta facilidad a través de la bolsa de PE. Este envase no es el más adecuado según la petición del promotor, conseguir una larga vida del producto. Así se puntúa bajo este criterio.

#### 7.3.2. Valoración de la alternativa 2: Doypack

- Criterio 1: coste del packaging ( $VA_2 C_1 = 1$ )

El Doypack multicapa con doble barrera, es la opción más económica entre las alternativas presentadas según la Tabla 30. Tan solo necesita una máquina para envasar la granola y se pueden adquirir los envases preformados. Requiere menos mano de obra. Todo ello conlleva que el proceso y el producto resulte más económico. Razón por la que la puntuación otorgada es alta.

- Criterio 2: permeabilidad del material ( $VA_2 C_2 = 1$ )

Este envase es el que tiene una permeabilidad más baja al oxígeno y al vapor de agua. Es muy interesante para alargar al máximo la vida útil de este producto. La puntuación que se le otorga es la más elevada.

### 7.3.3. Valoración de la alternativa 3: Doypack compostable

- Criterio 1: coste del packaging ( $VA_3 C_1 = 0,4$ )

Este envase es muy parecido a la alternativa 2, pero libre de plásticos, totalmente compostable. No lleva sistema ZIP porque este sistema no es compostable y haría que el producto no cumpliera con este principio. Además, deberá de imprimirse con tinta compostable. El coste de este envase es el más caro de las tres alternativas. Con lo que lo puntuamos bajo.

- Criterio 2: permeabilidad del material ( $VA_3 C_2 = 0,75$ )

Este envase ofrece muy buenas características de permeabilidad al oxígeno y vapor de agua, aunque su barrera es algo inferior a la permeabilidad de la alternativa 2. De modo que lo puntuaremos medio-alto.

## 7.4. Evaluación y elección de la alternativa

En la Tabla 32 se muestran los resultados de las valoraciones relacionadas con la elección del envase.

**Tabla 32 Valoración multicriterio en la elección del envase de la granola**

Criterio	Ponderación criterio	Alternativas		
		Bolsa PE+ cartón	Doypack	Doypack compostable
PC1 Coste del envase	0,75	1	0,4	0,25
PC2 Permeabilidad	0,25	1	0,75	0,5
		1,00	0,49	0,31

Fuente: elaboración propia

La alternativa mejor valorada es la 2, el Doypack multicapa con doble barrera. Es el envase que reúne tiene la funcionalidad deseada, da mayor vida útil al producto y es el más económico.

## 8. CONCLUSIONES

Estudiadas las diferentes alternativas propuestas en los factores de estudio, se concluye lo siguiente:

- Producto por desarrollar:

El producto alimenticio elegido que llevará como ingrediente salvado de arroz es la granola, una mezcla de textura crujiente que contiene principalmente de avena, salvado de arroz, frutos secos y semillas, horneada con un endulzante.

- Ingredientes endulzante y proteína:

El endulzante elegido es la miel y la proteína es el suero de leche en polvo. Esta combinación de ingredientes es la que aporta las características funcionales deseadas a la granola, pero con menor coste posible.

A continuación, se muestran los ingredientes de la granola con salvado de arroz:

**Tabla 33 Ingredientes granola con salvado de arroz**

Ingrediente		Unidad
Avena copos	21,01	g
Salvado de arroz	15,41	g
Nueces picadas	16,81	g
Semillas de calabaza	8,40	g
Semillas de girasol	8,40	g
<i>Suero de leche</i>	<i>8,40</i>	<i>g</i>
Aceite de coco	8,40	ml
<i>Miel</i>	<i>8,40</i>	<i>ml</i>
Extracto de vainilla	0,84	g
Canela en polvo	0,28	g
Sal	0,14	g
	<b>100,00</b>	

*Fuente: elaboración propia*

- El packaging del producto

El envase elegido es un Doypack con doble barrera que presenta permeabilidades bajas al vapor de agua y al oxígeno, de modo que ofrecerá una mayor vida útil a la granola. Además, este envase presenta un coste más económico que cumpla con los requisitos de permeabilidad mencionados.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 3: Ingeniería del proyecto**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	94
2. Antecedentes.....	94
3. Legislación del producto a elaborar .....	94
4. Descripción del producto final .....	96
5. Plan productivo .....	97
5.1. Producción anual y diaria.....	97
5.2. Materias primas necesarias día/semana/año.....	98
5.3. Materias auxiliares necesarias día/semana/año .....	98
5.3.1. Envases PET.....	98
5.3.2. Cajas de cartón .....	99
5.3.3. Film retráctil.....	99
5.3.4. Palets de plástico higiénico.....	99
6. Descripción de materias primas y materiales auxiliares .....	100
6.1. Materias primas .....	100
6.1.1. Copos de avena .....	100
6.1.2. Salvado de arroz .....	100
6.1.3. Nueces picadas .....	101
6.1.4. Semillas de calabaza.....	101
6.1.5. Semillas de girasol.....	101
6.1.6. Suero de leche (polvo).....	101
6.1.7. Aceite de coco .....	102
6.1.8. Miel.....	102
6.1.9. Extracto de vainilla.....	102
6.1.10. Canela en polvo .....	102
6.1.11. Sal .....	102
6.2. Materias auxiliares.....	103
6.2.1. Envases.....	103
6.2.2. Cajas .....	104
6.2.3. Film retráctil.....	104
6.2.4. Palet .....	104
7. Diagrama de flujo del proceso productivo .....	105
8. Descripción del proceso productivo .....	105
8.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales auxiliares ..	105
8.1.1. Avena en copos (o copos de avena).....	106
8.1.2. Salvado de arroz .....	106
8.1.3. Nueces picadas .....	106
8.1.4. Semillas de calabaza.....	106
8.1.5. Semillas de girasol.....	107
8.1.6. Suero de leche .....	107
8.1.7. Aceite de coco .....	107
8.1.8. Miel.....	107
8.1.9. Extracto de vainilla.....	108
8.1.10. Canela en polvo .....	108
8.1.11. Sal .....	108
8.1.12. Materiales auxiliares .....	108
8.2. Dosificación .....	109
8.3. Mezclado .....	109

8.4.	Horneado.....	110
8.5.	Enfriado .....	110
8.6.	Envasado .....	110
8.7.	Paletizado.....	111
8.8.	Almacenamiento.....	111
9.	Actividades complementarias al proceso productivo.....	111
9.1.	Limpieza .....	111
9.2.	Control de calidad.....	112
10.	Identificación de las áreas funcionales .....	112
11.	Especificaciones de la maquinaria .....	113
11.1.	Vaciadores big bag .....	113
11.2.	Carretilla eléctrica elevadora .....	115
11.3.	Báscula.....	116
11.4.	Mezcladora .....	116
11.5.	Cinta transportadora (mezclado a horneado).....	118
11.6.	Horno.....	118
11.7.	Cinta transportadora (enfriado) .....	121
11.8.	Envasadora .....	121
11.9.	Detector de metales.....	123
11.10.	Enfardadora de palets .....	124
12.	Necesidades de personal .....	125
12.1.	Estructura organizativa .....	125
12.2.	Descripción de las funciones del personal .....	126
12.2.1.	Director .....	126
12.2.2.	Jefe del área administrativa .....	126
12.2.3.	Jefe del área de producción .....	126
12.2.4.	Operarios de Producción.....	126
12.2.5.	Técnico de mantenimiento .....	127
12.2.6.	Técnico de laboratorio.....	127
12.2.7.	Contabilidad y finanzas .....	127
12.2.8.	Comerciales y compras.....	127
12.2.9.	I+D.....	127
13.	Dimensiones de las áreas funcionales .....	128

## 1. OBJETO

El objeto de este documento es describir los aspectos relacionados con la ingeniería del proyecto de instalación de la línea de producción del producto funcional con salvado de arroz, la granola. En este documento se describe la composición del producto, el proceso productivo como el diagrama de flujo, la capacidad de producción o la maquinaria.

## 2. ANTECEDENTES

La línea de fabricación del nuevo producto alimenticio se instala en una industria de galletas existente en Vilafranca del Penedès, actualmente produce 4.000kg de galletas al día durante 5 días a la semana (20.000kg de galletas/semana). Quiere reducir esta producción para dar lugar a la elaboración del nuevo producto, debido a una disminución de la demanda de este producto, pues en el mercado existe una amplia oferta lo que resulta cada vez más difícil mantener el nivel de ventas.

El proceso de fabricación de la granola difiere del proceso de elaboración de galletas en algunas de sus etapas. Comparten como elemento común principal la fase de horneado, razón por la cual la empresa ha decidido adquirir un nuevo horno que sea de utilidad también para la cocción de las galletas.

## 3. LEGISLACIÓN DEL PRODUCTO A ELABORAR

A continuación, se citan las disposiciones generales relacionadas con la producción y etiquetado de alimentos como son:

### Higiene general de los productos alimenticios:

- Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 2003, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, 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.
- Reglamento (UE) nº 2017/2158 de la Comisión de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos.
- Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)

- Real Decreto 1094/1987, de 26 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Cereales en Copos o Expandidos (parcialmente derogado).

#### Seguridad alimentaria:

- Reglamento (CE) nº178/2002, 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
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición (BOE 06.07.2011)
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre de 2003, sobre seguridad general de los productos (B.O.E. 10.01.2004)
- Directiva objeto de trasposición: Directiva 2001/95/CE de 3 diciembre de 2001 relativa a la seguridad general de los productos

#### Normas relativas al etiquetado e información alimentaria:

- Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) Nº 1924/2006 y (CE) Nº 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) Nº 608/2004 de la Comisión Texto pertinente a efectos del EEE
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios (Derogado a excepción del artículo 12 relativo al lote y el artículo 18 referido a la lengua del etiquetado)
- Real Decreto 1808/1991, de 13 de diciembre, por el que se regulan las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio.
- Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

El producto que se elabora en esta línea de producción es la granola, uno de sus ingredientes es el salvado de arroz. Sus materias primas son: avena en copos, salvado de arroz, nueces picadas, semillas de calabaza, semillas de girasol, aceite de coco, miel, extracto de vainilla, canela en polvo y sal.

**Tabla 34 Ingredientes de 100g de granola**

		Unidad
Avena copos	21,01	g
Salvado de arroz	15,41	g
Nueces picadas	16,81	g
Semillas de calabaza	8,40	g
Semillas de girasol	8,40	g
Suero de leche	8,40	g
Aceite de coco	7,70	g
Miel	12,61	g
Extracto de vainilla	0,84	g
Canela	0,28	g
Sal	0,14	g
	100,00	

Fuente: elaboración propia

En una primera fase de elaboración del producto se deben de pesar y mezclar adecuadamente los ingredientes principales sólidos: la avena, el salvado, las nueces, las semillas de calabaza y girasol, el suero de leche en polvo, la canela y la sal. Esta fase se realiza a temperatura ambiente (20°C), hasta obtener una mezcla homogénea granulada. Posteriormente se adicionan los líquidos: aceite de coco, el extracto de vainilla y la miel. Se mezcla y se introduce en el horno a 150°C durante 21 minutos, posteriormente se pasa por unas cuchillas troceadoras para que rompa las estructuras aglomeradas más grandes, ya que durante el horneado los azúcares y aceites tienden a pegar y endurecer los cereales y semillas de la granola. El producto final debe de estar granulado, aunque parcialmente aglomerado. Después del enfriado del producto durante 12 minutos a temperatura ambiente se procederá al envasado.

Los valores nutricionales se especifican en el producto y se indican en la Tabla 35, valores que se indican en la etiqueta del producto:

**Tabla 35 Composición nutricional del producto**

	Por 100g	Por ración 60g	Unidad
Valor energético	467,85	280,71	Kcal
Grasas de las cuales:	31,45	18,87	g
Saturadas	9,72	5,83	g
Hidratos de carbono de los cuales:	40,51	24,30	g
Azúcares	15,69	9,41	g
Fibra alimentaria	7,79	4,67	g
Proteínas	14,75	8,85	g
Sal	0,14	0,08	g

Fuente: elaboración propia

La granola se envasa en Doy pack 500g en bolsas de Polietileno tereftalato (PET) con alta barrera a la humedad y oxígeno con zip para autocierre zip. En una caja caben 16 paquetes en una caja de 600 x 400 x 200 mm, cada caja pesará 8 kg. Los palets de expedición se compondrán según la demanda del cliente, pero pueden alojar 18 cajas. En la Tabla 36 se muestran los cálculos correspondientes.

**Tabla 36 Cálculos de envasado y empaquetado**

Peso del paquete	Paquetes	Cajas	Paquetes por caja	Cajas por palet
500 g	310 x 95 x 210 mm	600 x 400 x 200 mm	16	24 cajas (4 cajas en la base x 6 de altura)

*Fuente: elaboración propia*

La producción diaria objetivo es de 6.000kg, de modo que a diario se producen 12.000paquetes alojados en un total de 750 cajas, expidiendo 31palets diarios, como se muestra en la Tabla 37

**Tabla 37 Producción diaria paquetería**

Paquetes/día	Número cajas/día	Palets/día
12.000	750	31

*Fuente: elaboración propia*

## 5. PLAN PRODUCTIVO

### 5.1. Producción anual y diaria

La nueva línea de producción de granola se instala en una industria existente que ya elabora galletas todos los días laborables, es decir, de lunes a viernes.

Su producción diaria es de 4.000kg de galletas al día (20.000kg/semana) entre múltiples variedades. En los últimos años ha observado una disminución de la demanda de este producto, pues en el mercado existe una amplia oferta lo que resulta cada vez más difícil mantener el nivel de ventas.

La empresa ha decidido introducir la granola con salvado de arroz con el objetivo de aumentar la rentabilidad de sus instalaciones, ampliar el “target” al cual se dirigen sus productos y mantener el nivel de ventas deseado.

La granola es un producto novedoso con gran aceptación por parte del consumidor, especialmente para aquellas personas que tienen interés en productos saludables y buscan un alimento nutritivamente completo para sus desayunos y meriendas.

El promotor quiere regularizar su producción, y pasar de su producción de 20.000kg de galletas a la semana a elaborar 18.000kg de galletas y 12.000kg de granola por semana.

La jornada laboral de producción establecida es de lunes a viernes durante 16horas diarias divididas en 2 turnos de trabajo. La jornada laboral es de 8horas, sin embargo,

se considerarán tan solo 15 horas de producción debido al tiempo destinado a la preparación inicial y de fin de jornada, además de la limpieza de la línea.

Para la producción de granola, inicialmente se define una producción semanal de 2 días a la semana durante los 2 turnos de trabajo, teniendo en cuenta que la producción diaria de granola es de 6.000kg, semanalmente se producen 12.000kg. Los 3 días restantes se destinarán a la producción de los 18.000kg de galletas.

**Tabla 38 Producción diaria y anual de granola**

Producción hora (kg/h)	Horas/día	Producción día (kg/día)	Días laborables/año	Producción (t/año)
400	15	6.000	104	624

*Fuente: elaboración propia*

La producción se realiza en 104 días al año, de modo que anualmente se expiden 624.000kg de granola. Los cálculos se detallan en la Tabla 38.

## 5.2. Materias primas necesarias día/semana/año

Los ingredientes necesarios para la producción de la granola son los descritos en Tabla 34 y en las proporciones especificadas. Atendiendo que la producción diaria de esta granola es de 6.000kg día y 12.000kg a la semana, las cantidades totales necesarias para producirlas se especifican en la Tabla 39.

**Tabla 39 Necesidades materias primas (día/semana/año)**

Materias primas	diarias kg	Semana kg	Año kg
Avena copos	1.261	2.521	131.092
Salvado de arroz	924	1.849	96.134
Nueces picadas	1.008	2.017	104.874
Semillas de calabaza	504	1.008	52.437
Semillas de girasol	504	1.008	52.437
Suero de leche	504	1.008	52.437
Aceite de coco	462	924	48.067
Miel	756	1.513	78.655
Extracto de vainilla	50	101	5.244
Canela en polvo	17	34	1.748
Sal	8	17	874

*Fuente: elaboración propia*

## 5.3. Materias auxiliares necesarias día/semana/año

### 5.3.1. Envases PET

La granola se comercializa en paquetes Doy pack de 500g en envases de Polietileno tereftalato (PET), siendo la producción diaria de 6.000kg, serán necesarios 12.000 envases cada día, semanalmente 24.000 envases. Así se indica en la Tabla 40.

**Tabla 40 Necesidades envases PET**

envases/día	envases/semana	envases/año
12.000,00	24.000,00	1.248.000,00

Fuente: elaboración propia

### 5.3.2. Cajas de cartón

Los paquetes de granola se alojarán en cajas de cartón para facilitar su transporte hasta el establecimiento de venta al consumidor final. Se calcula una necesidad diaria de 750 cajas y 1.500 semanales, tal y como se refleja en la Tabla 41.

**Tabla 41 Necesidades cajas**

cajas / día	cajas/semana	cajas/año
750,00	1.500,00	78.000,00

Fuente: elaboración propia

### 5.3.3. Film retráctil

El film retráctil es necesario para retractilar las cajas en los palets de la producción de granola.

**Tabla 42 Necesidades de film retráctil**

m/bobina	m/ palet	palets / bobina	bobina / día	bobina / semana	bobina /año
1500	53,76	28	1,12	2,24	116

Fuente: elaboración propia

### 5.3.4. Palets de plástico higiénico

Los palets utilizados son de plástico higiénico de dimensiones, de formato europeo, de dimensiones 1200x800x155mm. En cada palet se dispondrán 24 cajas (6 de base por 4 de altura) de producto terminado suponiendo un peso de 192kg. Serán necesarios 31 palets diarios, 62 semanales y 3.224 anuales, según los datos de la Tabla 43.

**Tabla 43 Necesidades de palets**

Palets / día	Palets /semana	Palets /año
31	62	3.224

Fuente: elaboración propia

## 6. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES AUXILIARES

### 6.1. Materias primas

#### 6.1.1. Copos de avena

La avena es un cereal de grano perteneciente a la especie *Avena sativa L.* Los granos de avena se utilizan para hacer harina de avena, copos de avena, salvado de avena y otros productos alimenticios.

Es un alimento muy energético y saludable, ya que contiene carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas del grupo B y minerales como el hierro, el magnesio y el zinc. La avena también es conocida por su alto contenido de fibra soluble, especialmente betaglucanos, que se ha demostrado que tienen varios beneficios para la salud, como la reducción del colesterol LDL y el control del azúcar en la sangre.

De la avena se suele obtener harina para hacer pan, galletas y otros productos horneados, pero también copos para el desayuno o como ingrediente en batidos, granolas, barras energéticas y otros alimentos saludables.

Los copos de avena son granos de avena que han sido aplastados o laminados para formar copos planos.

La avena cosechada se somete a un proceso de limpieza para eliminar cualquier impureza. Seguidamente, los granos de avena se vaporizan brevemente y se aplanan mediante rodillos para formar los copos. Este proceso de laminado ayuda a conservar los nutrientes y la textura natural de la avena. Posteriormente se someten a un proceso de secado para reducir la humedad y garantizar su conservación a largo plazo.

#### 6.1.2. Salvado de arroz

El salvado de arroz es la capa el pericarpio del cereal arroz (*Oryza sativa L.*). Es una fuente de fibra dietética, vitaminas del complejo B, minerales y antioxidantes. Se considera un subproducto del proceso de producción del arroz blanco y a menudo se desecha o se utiliza como alimento para animales.

Para su obtención debe de descascarillarse el arroz blanco, posteriormente mediante un proceso de molienda se extrae la capa de salvado. Y mediante el tamizado se separa la fracción del salvado y el arroz blanco.

El salvado presenta una problemática particular y es que a partir del momento en que se separa del endospermo, se desencadenan reacciones bioquímicas que hidrolizan los ácidos grasos, y producen el enranciamiento de los mismos. Como consecuencia de ello, en pocos meses desde su obtención, ya no sería apto para el consumo humano ni animal. Por esta razón, el salvado se somete a algún tratamiento (extrusión o microondas) para estabilizar las grasas y alargar su vida útil. Otra problemática que debe de tenerse en cuenta es que el salvado tiende a acumular arsénico durante el cultivo del arroz en zonas contaminadas.

El salvado que se utiliza como ingrediente en la receta de la granola, se adquiere ya estabilizado y molturado. Debe de controlarse que sus elementos contaminantes no

superen los límites establecidos por la legislación vigente, por eso debe de proceder de zonas con baja contaminación.

### **6.1.3. Nueces picadas**

La nuez es un fruto seco del árbol del género Juglans. Las nueces tienen un alto contenido en nutrientes, grasas saludables, proteínas, fibra, vitaminas y minerales, como ácidos grasos omega-3, vitamina E, magnesio y antioxidantes. Se pueden consumir crudas, tostadas, saladas, o como ingrediente en una variedad de platos, desde ensaladas hasta postres.

Las nueces picadas se obtienen a partir de nueces enteras que se han pelado y luego se han triturado o picado en trozos más pequeños.

Las nueces incluidas en esta receta deben de ser picadas, con un diámetro aproximado de 5mm. No deben de aplicarse nueces enteras ya que afectaría en la granulometría resultante del producto.

### **6.1.4. Semillas de calabaza**

Las semillas de calabaza son planas, ovaladas y de color blanco crema, con una cáscara externa blanquecina y una semilla verde en su interior. Son nutritivas y contienen una variedad de nutrientes importantes, como proteínas, grasas saludables, fibra, vitaminas (como la vitamina E y algunas del complejo B) y minerales (como el zinc, el magnesio y el hierro). Se pueden consumir crudas o ligeramente tostadas. Tienen un gusto muy sabroso con un alto contenido de proteínas y grasas saludables y son especialmente ricas en propiedades emolientes, antiinflamatorias, cardiovasculares, antioxidantes y antiparasitarias.

Las semillas de calabaza que ese adquieren para elaborar la granola están peladas y crudas.

### **6.1.5. Semillas de girasol**

Las semillas de girasol (pipas) se obtienen de la planta *Helianthus annuus*. La semilla cosechada está cubierta por una cáscara negra que debe de retirarse.

Las semillas de girasol son una fuente de nutrientes, como grasas saludables, proteínas, fibra y vitaminas que puede ofrecer beneficios para la salud de quien las consumen. Es un valioso ingrediente que además tiene un sabor característico agradable y suele utilizarse para dar sabor a los alimentos, además de enriquecerlos nutricionalmente.

Las semillas de girasol que se adquieren para elaborar la granola deben de ser peladas y sin sal añadida.

### **6.1.6. Suero de leche (polvo)**

El suero de leche se define como un subproducto lácteo generado durante la fabricación del queso. Mediante el proceso de deshidratación se obtiene el suero de leche en polvo.

Este producto contiene nutrientes y compuestos con potenciales beneficios nutricionales y funcionales. Su función principal en la receta de la granola es enriquecerla con

proteína, ya que es una excelente fuente de proteína de alta calidad. También se utiliza para la mejora de la textura y sabor, de este modo puede mejorar la estructura.

#### **6.1.7. Aceite de coco**

El aceite de coco es una grasa vegetal que se obtiene del prensado de la pulpa de coco madura. Está compuesto en un 90% por ácidos grasos saturados, proteínas, minerales y otros nutrientes esenciales que brindan muchos beneficios al organismo.

El aceite de coco tiene un punto de fusión relativamente bajo, lo que significa que se funde fácilmente a temperaturas ambiente (25°C). La temperatura de fusión puede variar ligeramente dependiendo de la calidad y el procesamiento del aceite de coco.

Este ingrediente se utiliza especialmente para dar sabor a la receta de granola. El aceite de coco se adquiere en estado sólido o líquido según la época del año .

#### **6.1.8. Miel**

La miel es un producto natural producido por las abejas a partir del néctar de las flores. Además de su uso como edulcorante natural en una variedad de alimentos y bebidas, la miel también tiene propiedades antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes. La miel contiene antioxidantes naturales como flavonoides y compuestos fenólicos, que pueden ayudar a combatir los radicales libres en el cuerpo.

Este ingrediente se utiliza para endulzar la receta de la granola, para ofrecer su textura crujiente después del horneado, pegar parcialmente los ingredientes formando pequeños aglomerados y conseguir el color dorado mediante las reacciones de Maillard de los azúcares que se producen durante el horneado. Además, ayuda a mantener la humedad suficiente para evitar que se vuelva demasiado seca o que se desmorone.

#### **6.1.9. Extracto de vainilla**

El extracto de vainilla es un concentrado obtenido a partir la maceración en alcohol de la vaina del fruto de la *Vanilla planifolia* (género de orquídeas).

El extracto es un líquido oscuro, muy aromático y concentrado que se utiliza para saborizar la receta.

#### **6.1.10. Canela en polvo**

La canela es una especia obtenida de la corteza interior del árbol de la canela, específicamente de la especie *Cinnamomum verum* o *Connamomum cassia*. La corteza se seca y se muele hasta obtener un polvo fino de color marrón claro u oscuro, con un aroma dulce y especiado característico.

Este ingrediente esencial para agregar sabor y aroma adicional a la granola.

#### **6.1.11. Sal**

La sal formada principalmente de cloruro sódico (NaCl) también contiene otros minerales.

Se añade la sal a la granola para resaltar y mejorar el sabor natural de los ingredientes de la granola, haciéndola más sabrosa y satisfactoria.

Los cristales de la sal deben de ser finos para que se integre bien con el resto de los ingredientes de la granola y facilite la homogeneización de esta.

## 6.2. Materias auxiliares

### 6.2.1. Envases

La granola se envasa en sobres Doy pack herméticos, envases higiénicos especialmente diseñados para uso alimentario según se indica en la ficha siguiente:

**Tabla 44 Especificaciones técnicas envases alimentarios**

Denominación	Bolsas de base firme
Clase	con cierre a presión
Color	blanco
Material	PET
Formato externo	210 x 310 mm
Grosor del material	122 µm
Para contenido	1500 ml
Apertura	lado estrecho
Versión	con pliegue de base de 2 x 55 mm (total: 95 mm), termosellable, con muesca de apertura, adecuada para alimentos, composición de lámina de PET, lámina de PE
Nota	lámina de PET de 12 µm, lámina de PE de 110 µm

*Fuente: elaboración propia*

Los envases se adquieren serigrafiados con un diseño especial para este producto incluyendo la información nutricional del producto.



**Figura 20 Sobre de envasado**

*Fuente: <https://poucheurope.es/producto/bolsa-doypack-blanco-mate/>*

### 6.2.2. Cajas

Los envases se colocarán en cajas de cartón corrugado de color marrón de 600 x 400 x 200 mm, para poder almacenar los paquetes y transportarlos hasta el punto de venta. Son cajas de alta resistencia fabricadas en cartón canal doble, con buena resistencia a la perforación, variaciones de temperatura y compresión vertical. Además, debe de permitir una perfecta adherencia a las cintas adhesivas de embalaje.



Figura 21 Caja de embalaje

### 6.2.3. Film retráctil

El film retráctil que se adquiere tiene la función de fijar las cajas en el palet, para el correcto transporte del palet cargado. El film es resistente con un estiramiento del 120% (1m=2,2m), transparente de modo que facilita la lectura de los documentos de expedición. El mandril es de 76mm de diámetro y pesa +/-17kg. Se adquiere en bobinas de 1.500m con un ancho de 500mm.



Figura 22 Film retráctil

Fuente: [www.rajapack.es](http://www.rajapack.es)

### 6.2.4. Palet

El palet tiene la función de facilitar el transporte de las cajas mediante el uso de toros, ya sea mecánico o eléctrico.

El palet es plástico, higiénico de formato europeo de dimensiones 1200x800x155 mm tiene un peso de 18kg y es extremadamente robusto por lo que es ideal para cargas pesadas, especialmente en entornos higiénicos.

La carga estática de este palet es de hasta 4.000 kg. La estructura de este palet permite que el palet no disponga de un borde elevado y pueda crear una cubierta superior completamente plana. Esto significa que las cajas de cartón que contienen productos alimenticios, por ejemplo, no se abollen cuando se colocan cerca del borde del palet.

## 7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo, desde la recepción hasta la expedición, indicando las operaciones unitarias.

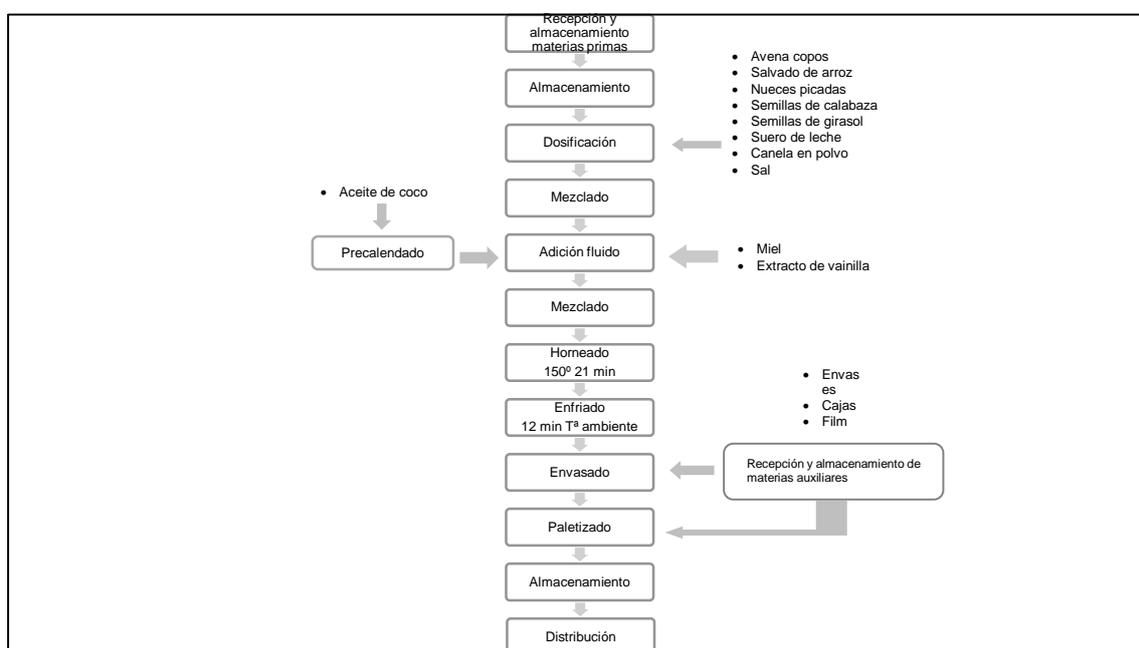


Figura 23 Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola  
Fuente: elaboración propia

## 8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 8.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales auxiliares

En esta etapa, se reciben y se inspeccionan los ingredientes principales y los materiales auxiliares. Se verifica la calidad y la cantidad de cada ingrediente y materiales auxiliares.

Se reciben semanalmente las cantidades necesarias de ingredientes para dos días de trabajo. Considerando que los formatos de entrega de materias primas no corresponden exactamente a las cantidades necesarias para la producción semanal, queda un pequeño stock de estas materias en el almacén, que se utiliza en la producción se la siguiente semana, ya que se trata de productos de larga vida útil.

Los materiales auxiliares se reciben cada 2 semanas para abastecer la producción mensual.

Se almacenan en las salas designadas, asegurando que estén protegidos de la humedad, la luz y otras condiciones adversas. El almacén de materias primas estará a una temperatura de 15°C y una Humedad relativa <65%.

### 8.1.1. Avena en copos (o copos de avena)

Los copos de avena se adquieren en *big bag* que se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%). La cantidad de copos de avena que se reciben semanalmente son 2.521kg que llegan en un total de 4 sacos *big bag* semanales, tal y como se calcula en la Tabla 45.

**Tabla 45 Cálculo de sacos big bag semanales de copos de avena**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen big bag	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	sacos
2.521	510	1,23	4

Fuente: elaboración propia

### 8.1.2. Salvado de arroz

El salvado de arroz se adquiere en *big bag* que se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%). Semanalmente se reciben 1.849kg de salvado de arroz, es decir, 4 unidades de *big bag* para producir la cantidad de granola calculada, tal y como se calcula en la Tabla 46.

**Tabla 46 Cálculo de sacos big bag semanales de salvado de arroz**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen big bag	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	sacos
1.849	400	1,23	4

Fuente: elaboración propia

### 8.1.3. Nueces picadas

Para realizar la receta de granola con salvado de arroz añadimos nueces picadas, para ello se necesitan 1.008kg diarios, es decir, 2.017kg semanales. Se recibirán en sacos *big bag*, en total 4 sacos, que se reciben y se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 47 Cálculo de sacos big bag semanales de nueces picadas**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen big bag	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	sacos
2.017	500	1,23	4

Fuente: elaboración propia

### 8.1.4. Semillas de calabaza

Las semillas de calabaza se adquieren peladas en sacos de 25kg. Se necesitan 1.008kg a la semana para realizar la producción programada de granola con salvado que se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 48 Cálculo de sacos semanales de semillas de calabaza**

Producción semanal	Peso saco	Número
kg	kg	sacos
1.008	25	41

Fuente: elaboración propia

### 8.1.5. Semillas de girasol

Las semillas de calabaza se adquieren peladas en sacos de 25kg. Se necesitan 1.008kg (41 sacos) a la semana para realizar la producción programada de granola con salvado y se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 49 Cálculo de sacos semanales de semillas de girasol**

Producción semanal	Peso saco	Número
kg	kg	sacos
1.008	25	41

Fuente: elaboración propia

### 8.1.6. Suero de leche

El suero de leche en polvo se adquiere en sacos de 25kg. Se necesitan 1.008kg (41 sacos) a la semana para realizar la producción programada de granola con salvado y se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 50 Cálculo de sacos semanales de suero de leche**

Producción semanal	Peso saco	Número
kg	kg	sacos
1.008	25	41

Fuente: elaboración propia

### 8.1.7. Aceite de coco

El aceite de coco se adquiere en bidones de 200 litros. Según la época del año estará en estado sólido, con lo que antes de incorporarlo en la producción de caliente para que se integre correctamente en la mezcla granulada. Semanalmente se necesitan 924kg de aceite de coco, de modo que se reciben 5 bidones de 200 litros que se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 51 Cálculo de bidones semanales de aceite de coco**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen bidón	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	l	bidones
924	925	200	5

Fuente: elaboración propia

### 8.1.8. Miel

El proveedor de miel la suministra en bidones de plástico de 60litros. Se reciben semanalmente 1.513kg (19 bidones) de miel y se colocan en el almacén de materias primas ( $T^a$  15°C y HR<65%).

**Tabla 52 Cálculo de bidones semanales de miel**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen bidón	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	l	bidones
1.513	1360	60	19

Fuente: elaboración propia

### 8.1.9. Extracto de vainilla

El proveedor de extracto de vainilla lo suministra en bidones de plástico de 60litros. Se reciben semanalmente 101kg (2 bidones) y se colocan en el almacén de materias primas (T<sup>a</sup> 15°C y HR<65%).

**Tabla 53 Cálculo de bidones semanales de extracto de vainilla**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen bidón	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	l	bidones
101	900	60	2

Fuente: elaboración propia

### 8.1.10. Canela en polvo

El proveedor de canela lo suministra en sacos de 25kg . Se necesitan semanalmente 34kg (2 sacos) y se colocan en el almacén de materias primas (T<sup>a</sup> 15°C y HR<65%).

**Tabla 54 Cálculo de sacos semanales de canela en polvo**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen bidón	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	l	bidones
34	400	25	2

Fuente: elaboración propia

### 8.1.11. Sal

La sal necesaria para elaborar la receta de granola son 17kg. El proveedor la suministra en sacos de 20kg (1 saco) que es almacenados después del control de calidad y se colocan en el almacén de materias primas (T<sup>a</sup> 15°C y HR<65%).

**Tabla 55 Cálculo de sacos semanales de sal**

Producción semanal	Densidad aparente	Volumen bidón	Número
kg	kg/m <sup>3</sup>	l	bidones
17	1300	20	1

Fuente: elaboración propia

### 8.1.12. Materiales auxiliares

El proveedor suministra quincenalmente los materiales auxiliares necesarios para producir la granola: envases

- 48.000 envases Doypack
- 3.000 cajas
- 5 bobinas film retráctil
- 62 palets (esta cifra se ajustará en función de la reutilización de palets).

Se colocan en el almacén de materiales auxiliares a temperatura ambiente.

## 8.2. Dosificación

En una primera fase de elaboración se pesan adecuadamente los ingredientes. El pesado no es continuo, así que se harán las pesadas necesarias cada hora de producción, según se indica en la receta. Dependiendo del formato de entrega de cada ingrediente (sacos, *big bag*, etc.) se introducirán directamente en la tolva de la mezcladora o bien los operarios pesan los ingredientes previamente.

Todos los ingredientes vienen listos para ser mezclados, excepto el aceite de coco que está en estado sólido y debe de adicionarse en estado líquido antes del mezclado. Las cantidades para preparar de cada ingrediente se especifican en la Tabla 56, ya que la cantidad total de cada ciclo de mezclado se calcula de 170kg como se puede observar en la Tabla 57.

**Tabla 56 Cálculo dosificado de cada ingrediente por ciclo de mezcla**

<i>Ingrediente</i>	<i>kg</i>
Avena copos	35,66
Salvado de arroz	26,15
Nueces picadas	28,52
Semillas de calabaza	14,26
Semillas de girasol	14,26
Suero de leche	14,26
Aceite de coco	13,07
Miel	21,39
Extracto de vainilla	1,43
Canela en polvo	0,48
Sal	0,24
<i>Total</i>	<i>170</i>

*Fuente: elaboración propia*

## 8.3. Mezclado

El mezclado es una operación unitaria fundamental para la integración de todos los ingredientes en el procesamiento de alimentos, con el fin de obtener una distribución homogénea.

En una primera fase se añaden los sólidos siguientes:

- Avena copos
- Salvado de arroz
- Nueces picadas
- Semillas de calabaza
- Semillas de girasol
- Suero de leche
- Canela en polvo
- Sal

Cuando la mezcla es uniforme se adicionan los líquidos:

- Aceite de coco derretido
- Miel
- Extracto de vainilla

Se trata de un proceso en *batch*, con lo que finaliza cuando la mezcla es homogénea y los ingredientes sólidos han quedado bien impregnados de los líquidos.

Esta operación puede ser un tanto compleja ya que los ingredientes son de tamaños y densidades distintas.

Atendiendo las características técnicas de la maquinaria elegida en este proyecto, la mezcladora hará 2,5 ciclos/h para mezclar 424kg/h de granola. Los cálculos se pueden observar en la Tabla 57.

**Tabla 57** Cálculo ciclos/h mezcladora

Tiempo mezcla min	Capacidad l	Capacidad útil 65% (l)	Densidad mezcla kg/l	Peso mezcla kg	Número ciclos/h	Producción kg/h
15	600	390	0,44	170	2,5	424

Fuente: elaboración propia

Mediante un transportador inclinado se traslada la masa de granola mezclada desde la salida del mezclador hasta la tolva del alimentador de granola de la entrada del horno.

#### 8.4. Horneado

El horneado es necesario para que la granola adquiera su textura crujiente característica y adquiera un color dorado, debido a las reacciones de Maillard. Así se consigue una mejora de las características organolépticas.

La mezcla se introduce en el alimentador de cinta para extender la granola en la cinta de recepción del túnel de horneado diseñado específicamente para granolas. La granola permanecerá dentro del túnel a 150°C durante 21 minutos. En la salida del túnel la mezcla horneada se trocea mediante cuchillas, ya que el producto final debe de estar granulado, aunque parcialmente aglomerado.

A la salida del horno se hará un control de calidad y de coloración de la granola.

#### 8.5. Enfriado

Después del horneado la granola se enfría durante 12 minutos a temperatura ambiente en la cinta transportadora que la dirige a la sala de envasado. De este modo la granola adquiere su consistencia final y se evita la humedad.

#### 8.6. Envasado

Cuando la granola se ha enfriado por completo llega a la zona de envasado.

Es importante empaquetar adecuadamente y de forma hermética, para evitar el aumento de humedad del producto, y que se mantengan las propiedades organolépticas del mismo hasta el consumidor final. Los envases se marcan con la fecha de vencimiento y el número de lote.

Se realiza un control de peso y un control de metales.

Los paquetes se colocan en cajas para proteger los paquetes y facilitar el manejo de la mercancía durante el transporte de la granola hasta el punto de comercialización del producto.

La homogeneidad de la granola es un aspecto que controlar de la granola también en esta fase, puesto que el contenido de los paquetes debe de ser iguales a la granola diseñada en este proyecto.

### 8.7. Paletizado

Las cajas llenas de paquetes de granola se colocan en palets de plástico y se retractilan con una enfardadora.

El paletizado se realiza para facilitar el traslado mediante toros eléctricos o mecánicos dentro de la misma industria o incluso en el almacén del punto de venta, además de facilitar el almacenamiento. Es importante que los palets queden bien sujetos, ya que de lo contrario podrían desmontarse durante su transporte.

Los palets llevan una etiqueta en un lugar visible en la que se indica la mercancía que contiene y otra información relacionada con la trazabilidad del producto.

### 8.8. Almacenamiento

Los palets retractilados se colocan en el almacén de producto terminado a una temperatura de 20°C y una humedad relativa inferior al 60%, hasta su expedición.

## 9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS AL PROCESO PRODUCTIVO

Además del proceso central de producción de granola, hay una serie de actividades complementarias que son importantes para garantizar la seguridad y calidad del producto.

### 9.1. Limpieza

Debe de elaborarse un plan de limpieza y desinfección de la cadena de producción para garantizar la calidad del producto y cumplir con los estándares de seguridad alimentaria (prevención de la intoxicación alimentaria).

El plan se basa en el APPCC, es decir Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico y tiene procedimientos específicos para cada zona de trabajo.

Diariamente, al finalizar la producción, los operarios desmontan las máquinas para retirar los residuos de ingredientes haciendo una limpieza en seco utilizando cepillos y aspiradoras industriales.

En una segunda fase, se limpia con agua y detergente para uso alimentario las superficies de los equipos y las máquinas. Debe de enjuagarse adecuadamente para eliminar los restos residuales de detergente.

En una tercera fase, los operarios deben de aplicar un desinfectante específico para uso alimentario, con el fin de eliminar cualquier posible microorganismo. Al finalizar debe de enjuagarse correctamente.

Es importante secar todas las superficies antes de volver a montar los equipos.

Finalmente se debe de verificar que la limpieza ha sido la adecuada, mediante un control visual de las superficies.

La limpieza realizada debe de registrarse mediante documentos específicos en los cuales consta el detalle de las actuaciones realizadas, la fecha y hora de la limpieza, los productos utilizados y cualquier incidencia relevante. En ellos debe de constar el nombre de la persona que se ha encargado de la limpieza y ha revisado que los equipos han sido limpiados y desinfectados.

## 9.2. Control de calidad

Los controles de calidad en la línea de producción de granola son fundamentales para garantizar que el producto final cumpla con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Los controles por realizar son los siguientes:

- Materias primas: Debe de realizarse un control de calidad de las materias primas entrantes en el almacén para asegurar que cumplan con los estándares establecidos. Se deben controlar los parámetros previamente establecidos para cada ingrediente o materia auxiliar. Los controles incluyen, según cada materia, la inspección visual, pruebas sensoriales y análisis de laboratorio para detectar contaminantes, como metales, toxinas o microorganismos.
- Control de mezcla: Debe de realizarse un control de calidad de la mezcla de los ingredientes antes del horneado para comprobar la homogeneidad del producto.
- Horneado: Debe de controlarse la velocidad y temperatura del horneado para asegurar un buen tostado del producto. En el punto de salida se realizará un control de la homogeneidad, color, textura y aglomeración del producto.
- Empaquetado: Debe de controlar la homogeneidad del producto, el peso introducido por paquete y se somete a la detección de metales.

Los controles de calidad deben registrarse y documentarse adecuadamente. Esto incluye la fecha y hora de los controles, los resultados obtenidos, las acciones correctivas tomadas (si es necesario) y la firma del personal responsable.

## 10. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS FUNCIONALES

La línea de fabricación de la granola con salvado de arroz se instala en una industria en la que se identifican las siguientes áreas funcionales:

Recepción, expedición, almacenes:

- Muelle de recepción
- Almacén de materias primas
- Almacén de materias auxiliares
- Almacén de producto terminado
- Muelle de expedición

Línea de producción:

- Sala de pesado
- Sala de mezclado / horneado
- Sala de envasado

## Áreas auxiliares:

- Sala de mantenimiento
- Almacén de residuos
- Laboratorio

## Área administrativa y personal:

- Recepción
- Oficinas administrativas
- Oficinas ejecutivas
- Sala de reuniones
- Comedor
- Vestuarios
- Sala limpieza zapatos
- Aseos

## 11. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA

La maquinaria mayoritariamente funciona con energía eléctrica trifásica, de modo que se necesitará contratar energía trifásica a la compañía eléctrica.

### 11.1. Vaciadores big bag

Los copos de avena y el salvado de arroz llegan al almacén en sacos big bag de 1,23m<sup>3</sup>. Llegan 4 sacos de copos de avena y 4 sacos de salvado de arroz. Los sacos de copos de avena pesan 627kg cada uno y los de salvado de arroz 492kg, tal y como se muestra en los cálculos de la Tabla 58.

**Tabla 58** Cálculo peso de cada saco big bag

	Volumen big bag	Densidad aparente	Peso por saco
	m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg
Copos avena	1,23	510	627
Salvado arroz	1,23	400	492

*Fuente: elaboración propia*

Los sacos deben de vaciarse según se inicia el proceso productivo. Para ello se instalan 2 estructuras de vaciado para big bag como se muestran en la Figura 24.



**Figura 24** Vaciador de big bag

**Fuente:**

<https://www.prominent.es/es/Productos/Productos/Sistemas-e-instalaciones-de-dosificacion/Sistemas-de-dosificacion-para-solidos/p-big-bag.html>

Este dispositivo de vaciado sirve para alojar y vaciar un big bag de hasta 1.000 kg. El big bag se cuelga en el soporte con ayuda de la cruceta de elevación.

**Tabla 59** Ficha técnica vaciador big bag

Soporte de 1.570 x 1.300 x 2.540 mm (AnxLxAI).
Depósito de reserva de polvo con sensor de recarga de polvo, contenido de 30 litros
Tolva de descarga para sacos
Dosificador multitornillo para el vaciado seguro de big bags y una dosificación precisa
Cuchillas de pirámide para sacos desechables, como alternativa trampilla para usar sacos retornables
Junta de goma para minimizar la generación de polvo
Vibrador para romper la bóveda controlado por el sensor de vacío debajo de la boca de salida
Equipo de elevación compuesto por una cruceta de elevación para carretilla elevadora con carro de traslación manual o eléctrico
Descarga higiénica de big bags para un manejo sin polvo
Filtro de extracción de polvo
Sistema eléctrico completo

Fuente: elaboración propia a partir de [TOMAL® Dispositivo de vaciado Big Bag - ProMinent](#)

## 11.2. Carretilla eléctrica elevadora

Son necesarias 2 carretillas eléctricas elevadoras: una se sitúa en la zona de recepción de materias primas y almacén para almacenar la mercancía en los espacios correspondientes, y la otra restante en la zona de almacén de producto terminado y expedición.



**Figura 25 Carretilla elevadora**

Fuente: <https://blog.toyota-forklifts.es/carretilla-elevadora-definicion-tipos>

Será necesario el uso de la carretilla elevadora con el adaptador correspondiente para elevar los sacos big bag y situarlos en el vaciador de sacos para poder iniciar el proceso productivo.

**Tabla 60 Ficha técnica carretilla elevadora**

<b>Carretilla 48V 3 Ruedas 1.5 Toneladas</b>
Carretilla elevadora
Capacidad de carga: 1500 kg
Altura de elevación: 7500 mm
Máx. capacidad de batería: 500 Ah
Voltaje: 48 volt
Velocidad máxima: 16,0 km/h

Fuente: elaboración propia a partir de <https://blog.toyota-forklifts.es/carretilla-elevadora-definicion-tipos>

### 11.3. Báscula

El peso de los ingredientes por mezcla oscila entre los 200g hasta los 36kg según la Tabla 61. De modo que la báscula que se instala es adecuada para este rango de pesos.



Figura 26 Báscula

Fuente: [https://flintec.es/accurex-xt/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADqymkxAHy7pO53XVVsoAwipiYeawXTAoLeNhCxHUhNoZjITOfSDPwaArvpEALw\\_wcB](https://flintec.es/accurex-xt/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADqymkxAHy7pO53XVVsoAwipiYeawXTAoLeNhCxHUhNoZjITOfSDPwaArvpEALw_wcB)

Tabla 61 Ficha especificaciones báscula

Capacidad   Resolución	150 kg   20 g
Unidades pesaje	kg
Dimensiones plato pesaje	500 x 400 mm
Dimensiones producto	500 x 400 x 110 mm
Peso del producto	9,1 kg

Fuente: elaboración propia a partir de

[https://flintec.es/accurex-xt/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADqymkxAHy7pO53XVVsoAwipiYeawXTAoLeNhCxHUhNoZjITOfSDPwaArvpEALw\\_wcB](https://flintec.es/accurex-xt/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADqymkxAHy7pO53XVVsoAwipiYeawXTAoLeNhCxHUhNoZjITOfSDPwaArvpEALw_wcB)

### 11.4. Mezcladora

La mezcla se realiza en un mezclador bicónico para garantizar una mezcla homogénea de los sólidos bien integrados con los líquidos.



**Figura 27** MCB Mezclador Tipo Bicónico

Fuente: <https://www.inoxpa.es/productos/equipos-para-solidos/sistemas-de-manejo-de-solidos/mezclador-tipo-biconico-mbc>

Es un mezclador con tecnología de doble cono, el tipo de proceso es batch. Incluye un sistema de carga automático para introducir el sólido hasta el interior del cuerpo mezclador mediante un sistema de succión por vacío con su filtro de mangas autolimpiable. No genera polvo ambiental. Incluye un sistema de descarga automático mediante succión por vacío. Incorpora una tolva de recepción del producto aspirado con un filtro de mangas autolimpiable automático. Así como el sistema de mando y control de todo el equipo (PLC). Fabricada en acero inoxidable 304.

**Tabla 62** Ficha técnica mezcladora

Ancho	2000mm
Alto	2550mm
Profundidad	3500mm
Potencia del motor	11 kW
Tensión eléctrica	400V/50Hz
Capacidad	950-600l
Capacidad útil	65%
Peso	1.320 kg

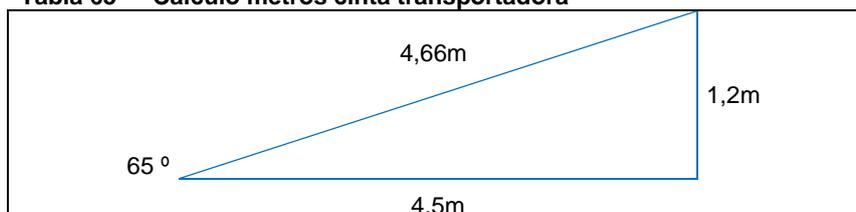
Fuente: elaboración propia a partir de  
<https://www.inoxpa.es/productos/equipos-para-solidos/sistemas-de-manejo-de-solidos/mezclador-tipo-biconico-mbc>

## 11.5. Cinta transportadora (mezclado a horneado)

La cinta transportadora inclinada desde la mezcladora hasta la tolva alimentadora del horno une una distancia llana de 4,5m, con una pendiente de 15°, con lo que se necesita un largo de 4,65m de cinta en total.

El transportador inclinado y la tolva del alimentador de granola han sido dimensionados para tener en cuenta el volumen de la mezcladora. De esta manera la mezcladora quedará completamente vacía y lista para recibir los ingredientes para el siguiente ciclo de mezclado.

**Tabla 63 Cálculo metros cinta transportadora**



Fuente: elaboración propia



**Figura 28 Cinta transportadora (mezclado – horneado)**

Fuente: <http://www.pack-team.com/elevator-e-ndash-conveyor-c.html>

**Tabla 64 Ficha técnica cinta transportadora (mezclado-horneado)**

Ancho:	800 mm
Largo	4.650 mm
Alto	300-1.200mm

Fuente: elaboración propia

## 11.6. Horno

Este horno eléctrico lineal completamente automatizado está fabricado específicamente para la producción de granola. Este sistema automatizado ahorra tiempo y mano de obra, al tiempo que mejora la consistencia del producto.



Figura 29 Horno túnel para granola

Fuente: <https://www.processplant.com/item.php?id=19276>

El aire impacta de forma indirecta sobre el producto, lo que mejora la convección. Es altamente eficiente gracias a un mejor intercambio de calor y flujo de aire. Precisa menos mano de obra en comparación con la producción en horno de rejilla.

El horno está dividido en 2 zonas de horneado. Cada intercambiador de calor tiene su propio intercambiador de calor, tipo 150 kWh. La temperatura se controla a través del PLC SIEMENS central ubicado en el panel de control central.

El aire calentado desde el intercambiador de calor circula en la zona de horneado mediante un ventilador centrífugo que envía el aire calentado a la cámara de horneado a través del sistema de canales colocados debajo y encima de la banda de horneado.

El ventilador mueve de flujo de aire aproximadamente. 10.000 m<sup>3</sup>/hora y se impulsa por un motor de 5,5 kW. La velocidad del ventilador se puede ajustar mediante inversores HZ en cada ventilador por separado.

La relación entre el calor superior e inferior es infinitamente ajustable mediante un servomotor. El ajuste forma parte del sistema de manipulación de recetas en el PLC. En cada receta se puede preestablecer la relación superior/inferior y la posición correcta de la compuerta.

Mediante el ajuste de la compuerta, regulada mediante un servomotor, una gran parte del aire que circula en la zona de cocción se puede renovar por aire fresco. De modo que es posible controlar la humedad en el horno. En cada receta, se puede ajustar la compuerta para regular la humedad y posición adecuadas.

El horno se construye en secciones cada 2 m. largo. Los tramos se entregan listos para su instalación y preparados para la instalación eléctrica. Los marcos de las secciones del horno están ejecutados con conductos para cables en cada esquina en la que se instalan los cables. Los conductos están cubiertos con tapas de acero inoxidable, por lo que todos los cables quedan ocultos. Esto garantiza las mejores opciones para limpiar el exterior del horno. El interior del horno está fabricado en acero inoxidable resistente a la corrosión.

Cada sección cuenta con una puerta de limpieza, en el lado no operativo del horno, para facilitar la limpieza de la cámara de horneado. Las puertas de limpieza tienen bisagras y pestillos para facilitar el acceso. Están construidas con una parte interior tensada por resorte que garantiza el mejor sellado posible con la sala del horno y la menor fuga de calor posible.

El panel de control se realiza mediante un potente PLC Siemens. También se monta una HMI con todos los controles del horno incluidos.

El sistema de manejo de recetas permite hasta 50 recetas distintas en las que se pueden configurar todos los parámetros para el perfil de horneado:

- Temperatura en cada zona individual
- Ajuste superior/inferior en cada zona individual
- Ajuste de la compuerta de humedad en cada zona individual
- Velocidad de los ventiladores de impacto en cada zona individual
- Tiempo de horneado en minutos

El transportador de horneado es una de banda de 1000 mm de ancho de acero. Dispone de pulsador para parada de emergencia de la banda, un cepillo doble de acero motorizado para limpieza de la cinta, una estación tensora para tensar la correa.

Dispone de un sensor montado en el tambor de tensión y detecta el giro del tambor. Si el tambor no gira, suena la alarma, se paran los quemadores y se reduce la velocidad de los ventiladores.

Dispone de un tobogán deslizante para raspar productos de banda de acero y conducir al siguiente transportador de enfriamiento

En la salida del horno se instala una tritadora de paletas construida sobre un marco que se puede mover y montar en múltiples posiciones en la banda de acero libre entre la salida del horno (después de la campana) y la estación de conducción. La velocidad del rodillo es ajustable y sus paletas están calibradas para obtener el diámetro deseado del producto.

**Tabla 65 Ficha técnica horno para granola**

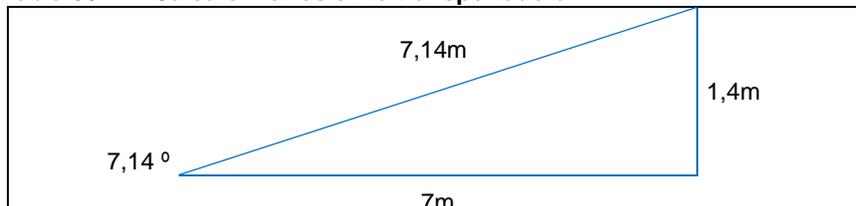
Rendimiento:	400-500 kg/h
Densidad del producto	0.45kg/l
Ancho:	1.000 mm
Largo	19.800 mm
Alto	1.750 mm
Potencia	40kw
Tensión eléctrica	400V/50Hz
Energía:	eléctrico

*Fuente: elaboración propia a partir de la información suministrada por Ibertec SA*

## 11.7. Cinta transportadora (enfriado)

La cinta transportadora desde el horno hasta la envasadora recorre una distancia de 7m en llano. La altura de la tolva de alimentación de la envasadora es de 1,4m, así que la cinta tiene una pendiente de 11°.

Tabla 66 Cálculo metros cinta transportadora



Fuente: elaboración propia



Figura 30 Cinta transportadora (horneado-ensavado)

Fuente: <http://www.pack-team.com/elevator-e-ndash-conveyor-c.html>

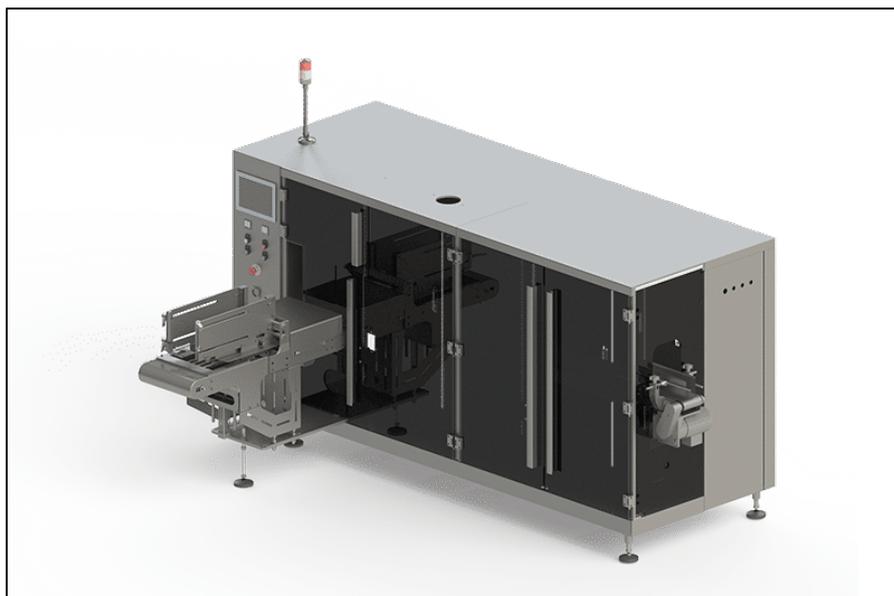
Tabla 67 Ficha técnica cinta transportadora (horneado-ensavado)

Ancho:	800 mm
Largo	7.000 mm
Alto	900mm

Fuente: elaboración propia

## 11.8. Envasadora

Esta máquina envasadora horizontal de bolsa preformada con hasta 7 estaciones, velocidad de hasta 40 bolsas/minuto. Fabricada en Acero inoxidable.



**Figura 31 Llenadora envasadora**

Fuente: <https://ympackaginggroupuk.wixsite.com/ym-packaging/services-1>

**Tabla 68 Ficha técnica llenadora envasadora**

Velocidad embalaje	Hasta 40 BPM
Ancho	2250mm
Largo	2920mm
Alto	1410mm
Dimensión bolsa mínima	50x180mm
Dimensión bolsa máxima	260x340mm
Neumática	Presión mínima 6bar (1,5m <sup>3</sup> /min)
Índice de sonido	<80dB
Potencia y voltaje	110/220/380V, 50HZ, 5KW

Fuente: elaboración propia a partir de <https://ympackaginggroupuk.wixsite.com/ym-packaging/services-1>

Algunas especificaciones de la máquina:

- Estación de apertura total de la bolsa con doble juego de ventosas, tanto para abrir la parte superior como la inferior
- Todos los elementos ajustables van reglados para facilitar los cambios de formato
- Cono de nylon con soplado inferior para abrir más el fondo de la bolsa
- Estación de estirado en parte superior para asegurar un sellado sin arrugas
- Doble soldadura superior con sufridera de silicona caliente para garantizar un correcto sellado
- Patas regulables en altura
- Puertas frontales con diseño pensado para una visión total y fácil acceso a todos los elementos de la máquina
- No bolsa, no descarga
- Comprobador de bolsa abierta mediante sensor de fibra óptica
- Cinta de Salida integrada en máquina
- Bomba de engrase centralizada para un completo mantenimiento
- Cargador de bolsas regulable para diferentes formatos

- Chasis y estructura realizados en acero inoxidable 304
- Fibra óptica para comprobar la apertura de la bolsa

## 11.9. Detector de metales

Los paquetes de granola envasados caen sobre el transportador de 2m que pasa por el detector de metales.



**Figura 32** Detector de metales

Fuente: <https://www.mt.com/dam/non-indexed/po/pi/MD/Datasheets/M31R/M31R-MD-ES.pdf>

**Tabla 69** Ficha técnica transportador

Largo	2000mm
Ancho	400mm
Alto	900mm
Tipo cinta	Cinta modular de plástico
Velocidad cinta	10-60 m/min
Longitud máxima paquete	250mm
Peso máximo del paquete	10 kg, alarma de parada; 0,5 kg, chorro de aire; 2 kg, empujador
Protección de entrada	Protección de entrada del sistema IP65 (cabezal + transportador)
Fuente de alimentación	220 V, 50/60 Hz, monofásica +N; 380 V, 50/60 Hz, trifásica +N
Suministro neumático	Se requiere un suministro de aire limpio a 6,0 bar (0,6 Mpa) para los sistemas de rechazo, un regulador BSP de ¼ in reducido a un ajuste a presión de 8 mm

Fuente: elaboración propia a partir de

<https://www.mt.com/es/es/home/library/datasheets/product-inspection/md/ec-series.html>

**Tabla 70 Ficha técnica detector de metales**

Anchura de la apertura	100-1900mm
Altura de la apertura	75-1000mm
Interfaz uruario máquina	Pantalla WVGA táctil de 7"
Electricidad (cabezal de detección de metales)	100–240 V de CA (+10 %/–15 %), 50–60 Hz, 220 W máx

Fuente: elaboración propia a partir de

<https://www.mt.com/dam/non-indexed/po/pi/MD/Datasheets/M31R/M31R-MD-ES.pdf>

## 11.10. Enfardadora de palets

La enfardadora semiautomática de palets europeos (800mm X 1.200mm) fija y asegura el palet con las cajas llenas de producto, envolviéndolos con film estirable. El palet dispone de una plataforma giratoria de 1,5m de diámetro, rampa acceso plataforma y sistema de preestirado.

**Figura 33 Enfardadora**

Fuente: <https://www.lovesiat.com/es/enfardadoras-semiautomaticas/1153-enfardadora-sw2-siat.html>

**Tabla 71 Ficha enfardadora**

Largo	2.490mm
Ancho	1.640mm
Alto	2.490mm
Altura máxima del palet	2.200mm
Peso máximo	2.000kg
Fuente de alimentación	240V 50/60 (Hz) 730W

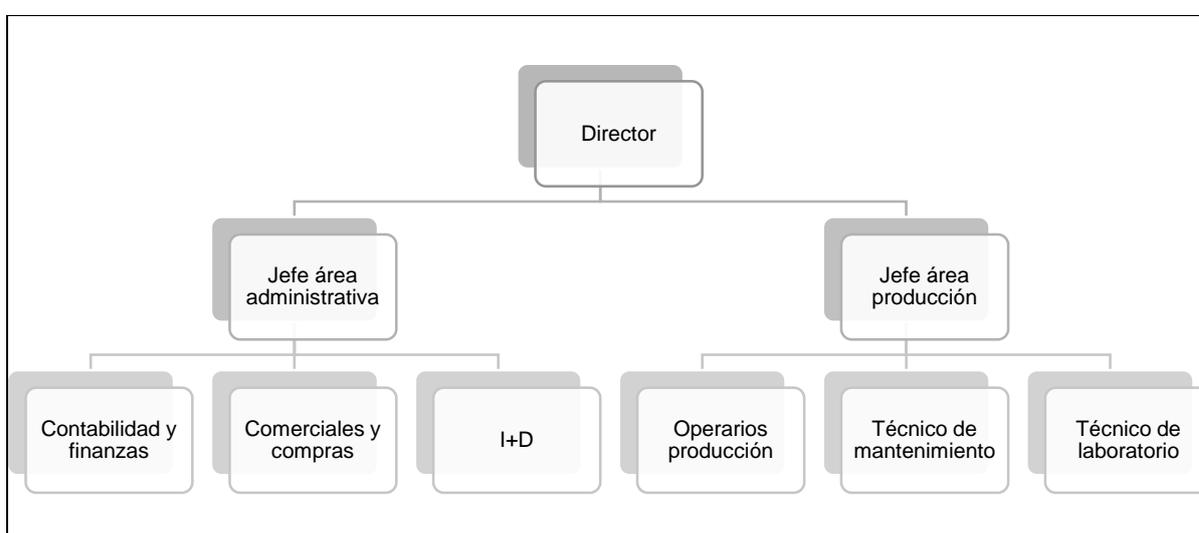
Fuente: elaboración propia

## 12. NECESIDADES DE PERSONAL

En la fábrica se producen 6.000kg por día, 12.000kg por semana de granola, pero el establecimiento además elabora otros productos del ámbito de la panadería y molinería, por lo que el personal mencionado en este apartado se destinará a todos los productos elaborados en la fábrica.

### 12.1. Estructura organizativa

Es importante tener una estructura organizativa adecuada a la fabricación del producto, separando y concretando las funciones de cada trabajador. En la Figura 34 observamos el organigrama de esta industria.



**Figura 34** Organigrama de la fábrica de granola

Fuente: elaboración propia

En esta industria son necesarias 25 personas según se detalla en la Tabla 72 para la producción diaria calculada en este proyecto. En el turno de mañana trabaja todo el personal de administración y la mitad del personal destinado a producción, es decir 16 personas. En el turno de tarde solo trabaja el personal destinado a producción, 9 personas.

**Tabla 72** Número de personal según su función

Director	1
Jefe del área administrativa	1
Jefe del área de producción	2 (1/turno)
Operarios de producción	12 (6/turno)
Técnico de mantenimiento	2 (1/turno)
Técnico de laboratorio	2 (1/turno)
Contabilidad y finanzas	2
Comerciales y compras	2
I+D	1
<b>Total</b>	<b>25</b>

Fuente: elaboración propia

## 12.2. Descripción de las funciones del personal

### 12.2.1. Director

El director es el máximo responsable del funcionamiento de la empresa. Es el encargado de tomar decisiones estratégicas y supervisar todas las actividades de la empresa, asegurándose de que se cumplan los objetivos y metas establecidos. El director también es responsable de establecer y mantener relaciones con los clientes, proveedores y otros actores clave en el mercado.

### 12.2.2. Jefe del área administrativa

El jefe administrativo tiene la función de planear, ejecutar y dirigir la gestión administrativa y operativa de la empresa, desarrollando estrategias para tal fin. Realiza el control y dirección de los procesos administrativos, recursos físicos, tecnológicos, financieros y humanos. los bienes y servicios de la gestión administrativa.

El jefe administrativo responsable planear, ejecutar y dirigir la gestión administrativa y operativa de la empresa, desarrollando estrategias para tal fin de supervisar las operaciones diarias de una empresa, además de su rendimiento general. También se encarga de gestionar las finanzas, supervisa el departamento de contabilidad, crea los objetivos, políticas y procesos necesarios para que la empresa funcione con mayor eficiencia, así como, la contratación y despidos de personal. Reporta directamente al director general.

### 12.2.3. Jefe del área de producción

Es el responsable de la planificación, coordinación y supervisión de todas las operaciones de fabricación, así como de la organización logística de la recepción de materias primas, materias auxiliares y la expedición de la mercancía producida, establecer y supervisar las normas de producción, examen de muestras, valorar las necesidades de personal, procesar las órdenes de producción y mantenimiento.

### 12.2.4. Operarios de Producción

Es el personal encargado de operar y mantener las máquinas y equipos utilizados en el proceso de fabricación de granola. Las tareas propias son las tareas manuales relacionadas con la producción como:

- Trasladar las mercancías recepcionadas y colocarlas en el almacén de materias primas.
- Preparación y pesado de los ingredientes,
- Llenado y vaciado de la mezcladora
- Supervisar el buen funcionamiento del horno, envasadora y detector de metales
- Encajado de los paquetes
- Enfardado de los palets
- Traslado de los palets al almacén de producto terminado
- Preparación de los pedidos que han de ser expedidos.
- Limpieza de la línea de producción.

#### **12.2.5. Técnico de mantenimiento**

El técnico de mantenimiento es el encargado del mantenimiento de la industria, de los equipos de producción como son la mezcladora, las carretillas eléctricas, la mezcladora, el horno, transportadores, envasadora. Él asegura que funcionen de manera eficiente y segura para evitar interrupciones en la cadena de producción y asegurar una correcta calidad de la granola.

#### **12.2.6. Técnico de laboratorio**

El técnico del laboratorio lleva a cabo los controles de calidad y de seguridad de la granola. Sus tareas principales consisten en realizar pruebas y análisis químicos y físicos en muestras de granola en diferentes etapas del proceso de producción para verificar la consistencia, el sabor, la textura y otros atributos de calidad, así como, de los ingredientes utilizados. También monitorea y registra parámetros clave del proceso de producción, como temperatura, tiempo de cocción y humedad. Realiza pruebas microbiológicas de la granola para detectar la presencia de bacterias, mohos u otros microorganismos que puedan representar un riesgo para la salud del consumidor. Todos los controles y análisis los registra y documenta detalladamente. Además, colabora con el personal de I+D.

#### **12.2.7. Contabilidad y finanzas**

El personal dedicado a contabilidad y finanzas se encarga de llevar un registro detallado de los costos asociados con la producción de granola, incluidos los costos de materias primas, mano de obra, energía y otros gastos operativos. Además, elabora presupuestos anuales y planes financieros a corto y largo plazo para la empresa. Gestiona los pagos y los cobros, garantiza que las cuentas de la empresa se mantengan al día y se minimice el riesgo de incumplimiento. También hace un análisis financieros periódicos para evaluar el rendimiento de la empresa, identifica áreas de mejora. Garantizar que la empresa cumpla con todas las obligaciones fiscales y regulatorias pertinentes, presentando declaraciones de impuestos precisas y cumpliendo con los requisitos legales en materia contable y financiera. Colabora en auditorías para garantizar la integridad de los registros financieros y el cumplimiento de las políticas y procedimientos establecidos.

#### **12.2.8. Comerciales y compras**

El personal comercial y de compras mantiene relación con los clientes y proveedores. Elabora estrategias de ventas, gestiona las relaciones con los clientes para responder consultas y quejas, negociación de contratos con clientes y proveedores, precios, condiciones de pago y términos de entrega. Coordina la recepción de pedidos, se asegura que se completen y se entreguen de manera oportuna. Selecciona los proveedores de las materias primas y materias auxiliares y controla el stock.

#### **12.2.9. I+D**

El personal de Investigación y Desarrollo (I+D) se encarga de investigar y desarrollar nuevos productos que puedan atraer a nuevos segmentos de mercado. Realiza investigaciones y pruebas para mejorar la calidad, el sabor, la textura y la nutrición de los productos de granola existentes, realizando ajustes en la receta o bien en el proceso de producción cuando sea necesario. Realiza pruebas de laboratorio para evaluar la

calidad, la seguridad alimentaria y la vida útil de los productos de granola. Colabora con el personal de otros departamentos como marketing, ventas, para ajustar encontrar objetivos adecuados. También colabora con el técnico de laboratorio que realiza los controles de calidad de la producción.

### 13. DIMENSIONES DE LAS ÁREAS FUNCIONALES

A continuación, se muestran las superficies de las distintas áreas funcionales de la industria necesarias para un buen funcionamiento. Estos espacios se comparten para la elaboración de la granola y la elaboración de galletas.

**Tabla 73 Superficies de las áreas funcionales de la industria**

	X (m)	Y (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Recepción	6,85	6,5	45
Oficinas administrativas	9,5	6,5	62
Oficinas ejecutivas	9	6,5	58
Vestuarios Hombres	9,55	6,5	62
Vestuarios mujeres	9,55	6,5	62
Limpieza zapatos	3,75	4,9	18
comedor	12,35	4,9	60
Oficinas	11,2	4,9	55
Sala reuniones	12	4,9	59
Aseo hombres	3,35	4,9	16
Aseo mujeres	3,35	4,9	16
Pasillo 1	44,45	1,55	69
Pasillo 2	1,55	8,05	12
Muelle de recepción	12,5	6,5	81
Almacén MP	12,5	11,3	141
Almacén productos auxiliares	12,5	6,05	75
Pasillo 3	46	1,55	71
Sala de pesado	7,8	6,8	53
Sala mezclado y horneado	38,8	6,8	264
Sala de envasado	18,45	7,35	135
Sala mantenimiento	5	7,35	37
Laboratorio	9,05	2,1	19
Almacén Producto terminado	23	7,35	148
Muelle de expedición	8,85	5,1	45
Almacén residuos	3,5	5,1	18
<b>Total nave</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>1800</b>

*Fuente: elaboración propia*



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 4: Estudio de mercado**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	33
2. introducción .....	33
2.1. El arroz.....	33
1. Objeto.....	131
2. Introducción .....	131
3. Situación de la granola .....	131
3.1. Datos de consumo.....	132
3.1.1. Cereales de desayuno.....	132
3.1.2. Otro producto de elección para el consumidor: galleta .....	134
3.2. Canales de venta.....	135
3.3. Mercado exterior.....	135
3.3.1. Exportaciones.....	136
3.3.2. Importaciones.....	137
3.4. Competencia .....	139
3.4.1. Mercado .....	139
3.4.2. Productos de granola existentes en el mercado .....	140
4. Situación de los productos saludables .....	142
5. Futuro.....	143
5.1. Tendencias del producto.....	143
5.2. Perspectivas del mercado.....	143
6. Conclusiones .....	144

## 1. OBJETO

La granola con salvado de arroz es un producto alimenticio compuesto de avena, salvado de arroz, nueces, proteína de leche, miel y semillas. Su popularidad ha crecido significativamente en las últimas décadas debido a su percepción como un alimento saludable y su versatilidad para el consumo en desayunos, meriendas y snacks. Este estudio de mercado analiza la situación actual del mercado de la granola, las tendencias de consumo, la competencia, los canales de distribución y las oportunidades de crecimiento.

## 2. INTRODUCCIÓN

El mercado de la granola en España ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por tendencias globales de salud y bienestar. La demanda de opciones de desayuno saludables y convenientes ha favorecido el aumento del consumo de granola, que se percibe como una opción nutritiva y versátil.

Según GlobalNewswire (2023), el mercado global de granola estaba valorado en 8.2 mil millones de USD en 2022 y se espera que alcance los 12.6 mil millones de USD para 2032, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 4.5% durante el período 2023-2032. En Europa, y particularmente en España, este crecimiento es impulsado por la alta demanda de productos de desayuno saludables y la creciente concienciación sobre la nutrición (*Granola Market is on Track for Substantial Expansion at, 2023*).

En los supermercados en España, se pueden encontrar una gran variedad de productos alimenticios destinados al desayuno y la merienda como son:

- Panadería y bollería: baguettes, panes de molde, pan integral, pan de cereales, pan de centeno, croissants, napolitanas, ensaimadas, magdalenas, bizcochos, sobaos.
- Lácteos: leche, yogures, quesos.
- Cereales y avenas: corn flakes, muesli, granola, cereales integrales, cereales de chocolate, avena en hojuelas, avena instantánea.
- Frutas frescas, secas y deshidratadas
- Productos de untar: mermeladas y Confituras, mantequilla y margarina, miel, crema de cacao, crema de cacahuete, dulce de leche.
- Bebidas: café, té, zumos.

La granola competirá por similitud y propiedades, con la versión más saludable posible de los productos mencionados anteriormente. Como son cereales de desayuno integrales, galletas integrales, muesli, otras granolas o barras de granola.

## 3. SITUACIÓN DE LA GRANOLA

El mercado de la granola en España está creciendo, aunque todavía es menor en comparación con otros países europeos como el Reino Unido o Alemania. Según datos de Euromonitor International, se espera que el mercado de cereales y productos similares, incluyendo la granola, crezca a una tasa compuesta anual del 3% entre 2021 y 2025. Este crecimiento está impulsado por un aumento en la conciencia sobre la salud y la búsqueda de opciones de desayuno nutritivas.

En las bases de datos no encontramos información específica de la “granola”, pero se incluye en la categoría cereales, concretamente en los “cereales de desayuno”, por lo que debemos de abordar este tema con los datos de “cereales de desayuno”.

### 3.1. Datos de consumo

Los consumidores están cada vez más interesados en opciones de desayuno saludables y convenientes (rápidos y fáciles de comer). Ganan terreno los productos naturales y orgánicos, el aumento de productos para dietas especiales (sin gluten, veganos, etc.) e innovación en sabores y texturas.

El perfil del consumidor típico de granola suele ser joven, de entre 25 y 50 años, con un nivel educativo alto y una preocupación por la salud y el bienestar.

#### 3.1.1. Cereales de desayuno

Los “cereales de desayuno” se incluyen en la categoría “cereales” (excluye el arroz), aunque también forman parte de esta categoría otro tipo de granos comestibles se puede afirmar que prácticamente todo el consumo pertenece al tipo “cereales de desayuno”. De modo que los datos que se muestran a continuación se asemejan a los de este producto.

Según los datos de 2022 publicados por el MAPA (2023), se consumieron 72 millones de kg en los hogares españoles, representando un valor de 295 millones de euros, siendo el consumo per cápita en 4,06kg año (Tabla 74).

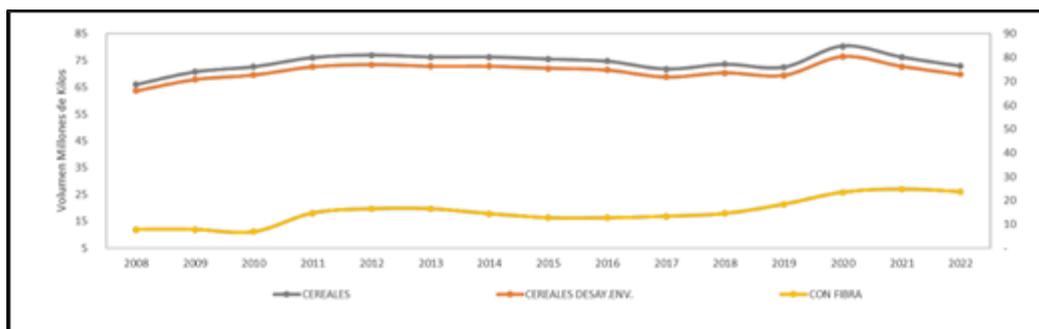
**Tabla 74 Consumo doméstico de cereales**

	Consumo domestico de cereales	% Variación 2022 vs. 2019
Volumen (Miles de kg)	72.876,78	+0,5%
Valor (Miles €)	295.995,16	+4,6%
Consumo x cápita (kg)	1,58	+0,2%
Gasto x cápita (€)	6,40	+4,3%
Precio medio (€/kg)	4,06	+4,1%

*Fuente: Elaboración propia a partir de Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)*

El precio medio kilo de la categoría de cereales alcanza los 4,06 €, con un consumo per cápita de 1,58 kilogramos por persona, lo que supone un gasto per cápita de 6,40€ por cápita.

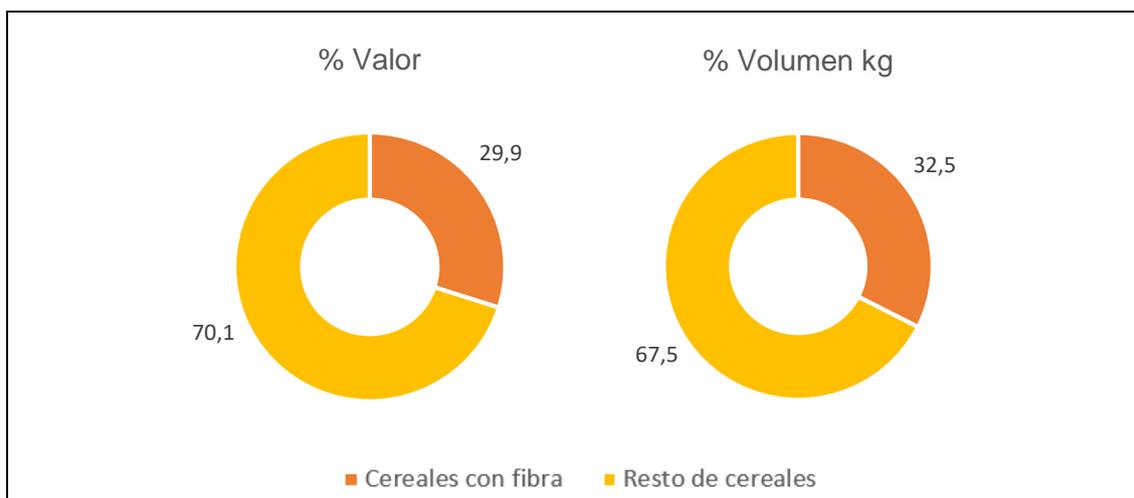
En 2022 se observa una reducción de compra de cereales de desayuno en los hogares españoles como consecuencia del impacto que tiene la subida del precio medio, sin embargo, el volumen se mantiene respecto a 2019, aumentando el valor en un 4,6% para el mismo año de referencia.



**Figura 35 Evolución anual del total de compras de cereales (millones kg) por tipo**  
Fuente: Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)

El crecimiento de la categoría no es constante con los años, la tendencia viene marcada por el tipo de cereales de desayuno envasado por su mayor presencia en volumen. La evolución de la serie histórica es favorable y el mercado gana relevancia en los hogares españoles, con un aumento del 10,4% del volumen (Figura 35).

Los **cereales con fibra** mantienen una inercia creciente desde el año 2011 y alcanzó el pico más alto en el año 2020, debido a la pandemia mundial.



**Figura 36 Importancia de los tipos de cereales en 2022 (%)**

Fuente: Elaboración propia a partir de Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)

Actualmente, la mayor proporción de volumen con el 67,5% sobre el total se corresponde al resto de cereales, siendo el 70,1% en valor, la evolución en valor es creciente. Por su parte, y con un 32,5 % del volumen, se sitúa la categoría de cereales con fibra, siendo su proporción en valor del 29,9 %.

La demanda de propuestas saludables por parte del consumidor ha crecido sustancialmente. En 2015 representaban el 17,4% del valor y casi el 19% del volumen, mientras que en 2021 casi duplicaron su peso hasta el 30,9% y el 32,3%, respectivamente (Castillo, 2023).

### 3.1.2. Otro producto de elección para el consumidor: galleta

Aunque la granola se incluye en los cereales de desayuno, no obstante, puede ser una alternativa a la galleta durante el desayuno o la merienda. Razón por la cual comparamos ambos productos.

Según los datos de 2022 publicados por el MAPA (2023), se consumieron 227 millones de kg en los hogares españoles, representando un valor de 962 millones de euros, siendo el consumo per cápita en 4,93kg año (Tabla 75).

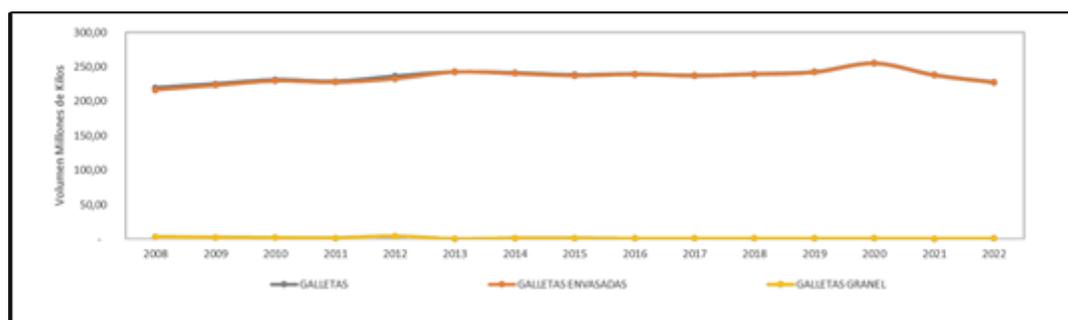
Estos datos son muy superiores al consumo de cereales de desayuno comparado en el apartado anterior, se debe principalmente a que las galletas tienen un arraigo más profundo y multifacético en los hábitos alimenticios de los españoles, lo que las convierte en una opción más consumida a lo largo del día.

**Tabla 75 Consumo doméstico de galletas en España**

	Consumo doméstico de galletas	% Variación 2022 vs. 2019
Volumen (Miles de kg)	227.878,49	-6,2%
Valor (Miles €)	962.620,25	+11,1%
Consumo x cápita (kg)	4,93	-6,4%
Gasto x cápita (€)	20,81	+10,8%
Precio medio (€/kg)	4,22	+18,4%

*Fuente: Elaboración propia a partir de Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)*

El consumo de galletas en los hogares españoles se ha mantenido estable en los últimos años, a diferencia de los cereales de desayuno, con una ligera tendencia a la baja en volumen (-6,2% entre 2019 y 2022) y per cápita (-6,4% entre 2019 y 2022). Se considera son una categoría “refugio” en tiempos de crisis, su demanda es elástica, por lo que la gran subida de precios que experimentó en 2022 impactó en sus ventas (Alcubilla, 2023). Pero en comparación con el año 2008 y la serie histórica se intensifican las compras de galletas un 3,6% (Figura 37).



**Figura 37 Evolución anual del total de compras de galletas (millones kg) por tipo**

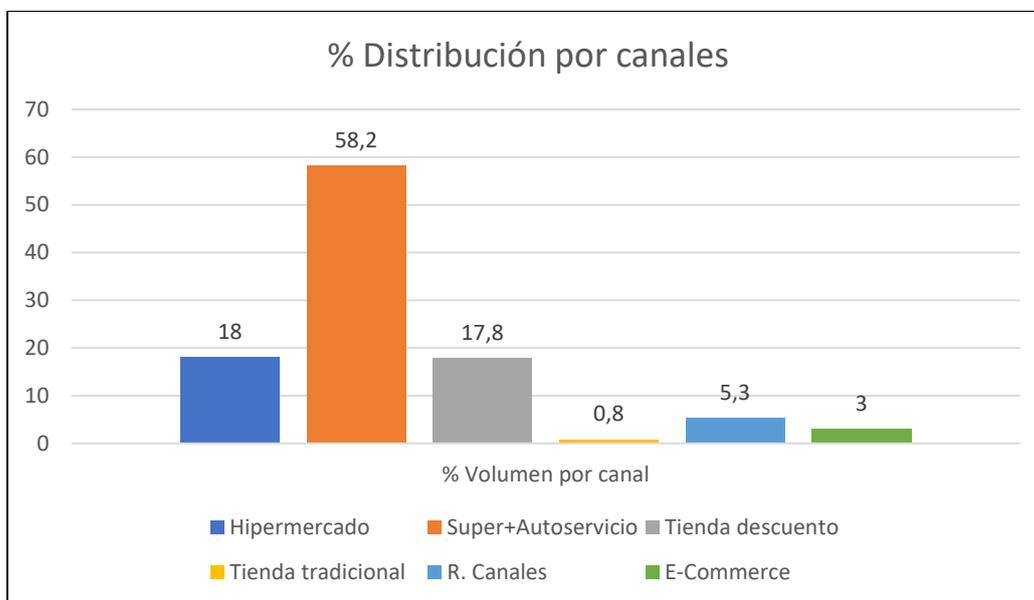
*Fuente: Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)*

Las galletas se consumen en varias formas, incluyendo galletas digestivas, galletas rellenas, galletas de chocolate y galletas integrales. Existe una creciente demanda de galletas saludables, como las integrales y las que contienen menos azúcares y grasas. Las galletas sin gluten y otras opciones para dietas especiales están ganando popularidad. Las galletas de desayuno y saludables no mejoran las ventas, pero mantienen la innovación (Alcubilla, 2023).

El mercado de galletas en España es competitivo, con una presencia significativa de marcas nacionales e internacionales.

### 3.2. Canales de venta

En la distribución de los cereales observamos que el canal de venta destacado es el supermercado y autoservicio, con una cuota de 58,2% en volumen, le sigue el hipermercado y tiendas descuento con porcentajes muy parecidos (18%).



**Gráfico 1 % Distribución en volumen por canales (2022)**

Fuente Informe del consumo de alimentación en España 2022 (MAPA, 2023)

Los canales Retail y E-commerce, también tienen una proporción muy baja, pero la tienda tradicional es el canal que tiene menor cuota, inferior al 1%.

### 3.3. Mercado exterior

En el comercio internacional es básico la clasificación del producto mediante el *Integrated Tariff of the European Communities* TARIC. Es un sistema de clasificación y codificación de mercancías utilizado en la Unión Europea para la gestión y el control de la importación y exportación de bienes. Este sistema proporciona información sobre aranceles, regulaciones y restricciones aplicables a productos específicos que entran o salen de la Unión Europea.

La granola, se clasifica dentro del capítulo 19 (cereales) en el código **1904.10.90** TARIC:

Capítulo 19	PREPARACIONES A BASE DE CEREALES, HARINA, ALMIDÓN, FÉCULA O LECHE; PRODUCTOS DE PASTELERÍA
1904	Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (por ejemplo: hojuelas o copos de maíz); cereales (excepto el maíz) en grano o en forma de copos u otro grano trabajado (excepto la harina, grañones y sémola), precocidos o preparados de otro modo, no expresados ni comprendidos en otra parte.
1904.10	Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado.
1904.10.90	Los demás (no incluidos arroz ni maíz)

**Figura 38** Código TARIC

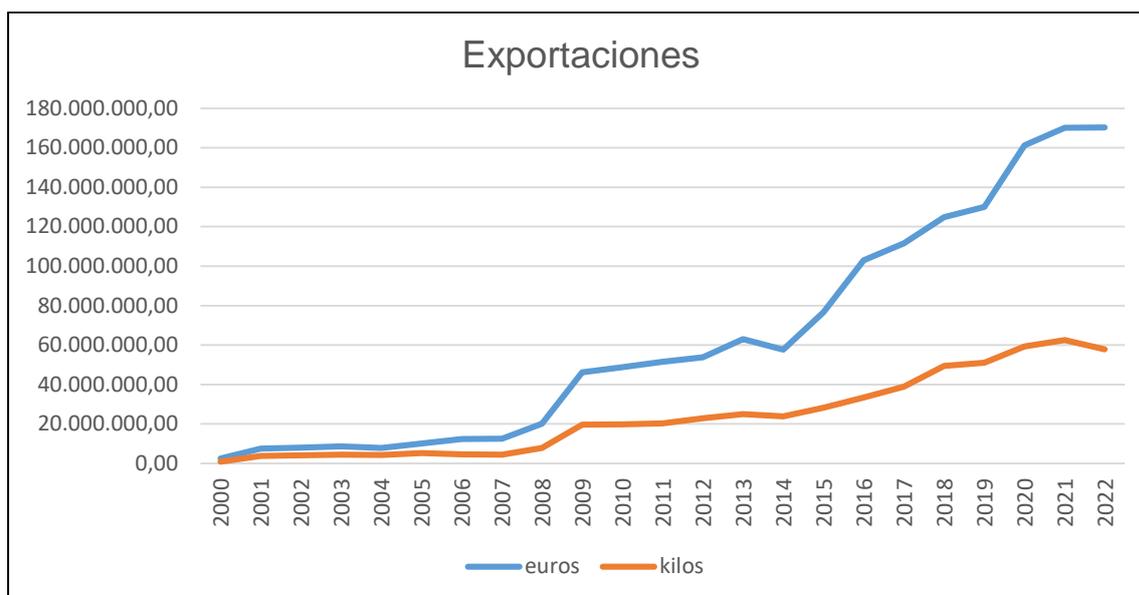
Fuente: elaboración propia a partir de

[https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/dds2/taric/taric\\_consultation.jsp?Lang=es](https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/taric/taric_consultation.jsp?Lang=es)

### 3.3.1. Exportaciones

Las exportaciones de cereales de desayuno de España han experimentado un notable crecimiento en los últimos años (Gráfico 2), consolidando al país como un importante jugador en el mercado internacional de alimentos. Con una diversidad de productos que van desde los clásicos cereales de avena y trigo hasta opciones más innovadoras y saludables, la industria española de cereales de desayuno ha sabido adaptarse a las demandas cambiantes de los consumidores tanto a nivel nacional como en el extranjero.

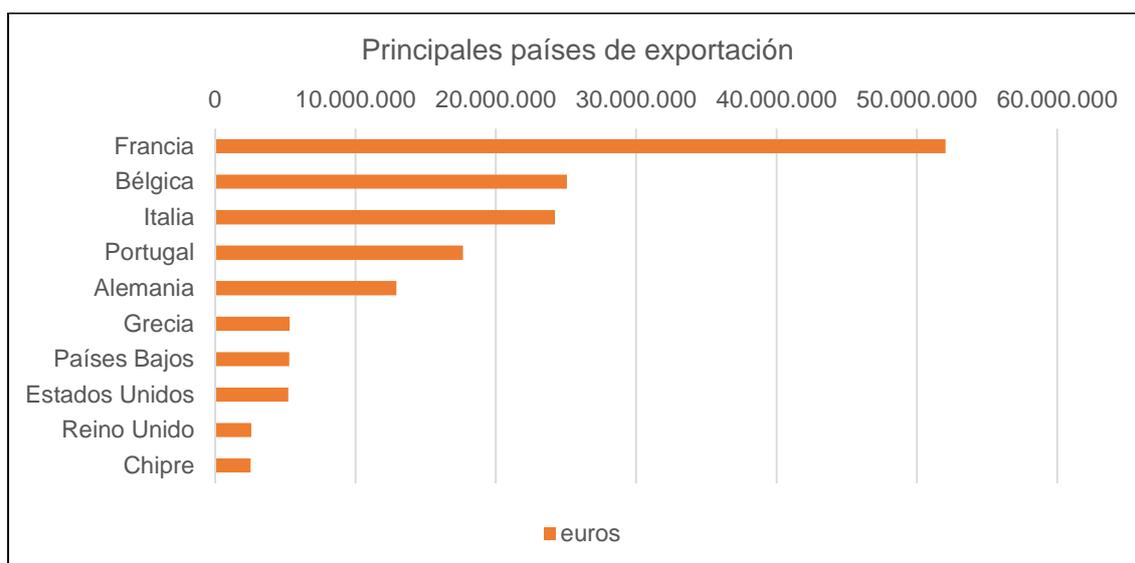
A continuación, se muestra la serie histórica de las exportaciones de los *Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado* (no incluidos ni el maíz ni arroz) (código TARIC 1904.10.90), ofrecidos por *Datacomex* (2022).



**Gráfico 2** Evolución histórica de las exportaciones Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz)

Fuente: elaboración propia a partir de *Datacomex* (2022)

Gracias a la alta calidad de los productos españoles y a los rigurosos estándares de producción, los cereales de desayuno han ganado reconocimiento y preferencia en diversos mercados internacionales. Países de Europa y América son algunos de los destinos de estas exportaciones, donde los consumidores aprecian no solo el sabor y la textura de los cereales, sino también su valor nutricional y la transparencia en los procesos de fabricación. En el Gráfico 3 observamos que en 2022 España exportó principalmente a Francia, seguido Bélgica e Italia, pero también fuera de la Unión Europea, Estados Unidos.



**Gráfico 3** Principales países de exportación 2022

Fuente: elaboración propia a partir de <https://datacomex.comercio.es/Data>

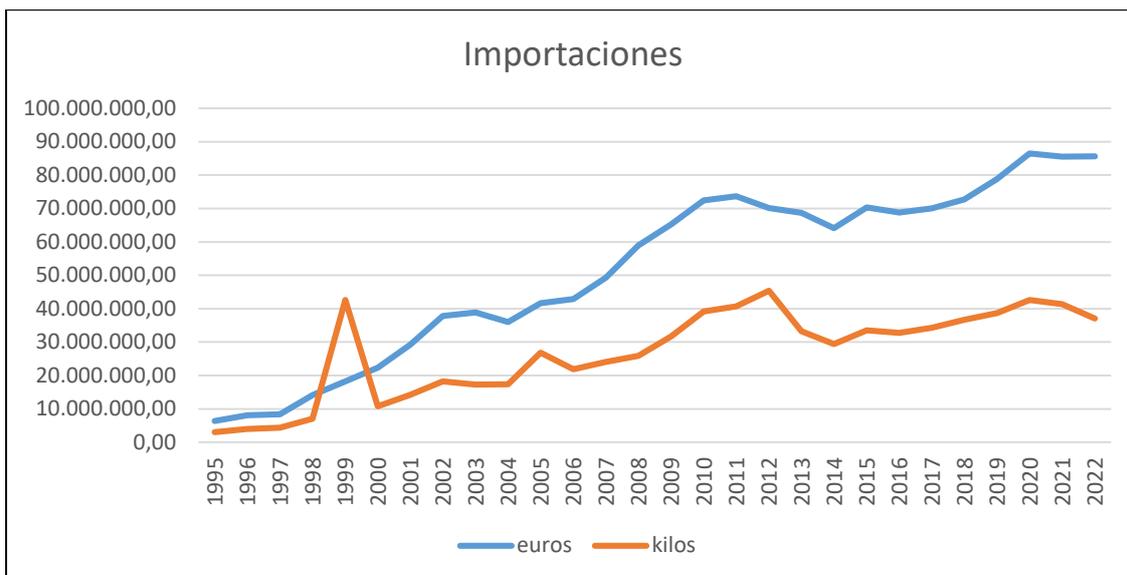
El compromiso de la industria española con la innovación y la sostenibilidad ha sido fundamental para mantener su posición competitiva en el mercado global. La introducción de nuevos sabores, ingredientes orgánicos y opciones sin gluten, ha ampliado aún más el alcance de los cereales de desayuno españoles, atrayendo a consumidores con diversas preferencias dietéticas y necesidades nutricionales.

Además, la promoción activa por parte de organismos gubernamentales y entidades comerciales ha contribuido a fortalecer la presencia internacional, mediante la participación en ferias comerciales, misiones comerciales y campañas de marketing.

### 3.3.2. Importaciones

Las importaciones de cereales de desayuno en España también han experimentado un incremento significativo en los últimos años (Gráfico 4), reflejando la demanda creciente de opciones variadas y de alta calidad en el mercado nacional. La diversidad de productos importados, que abarca desde los cereales tradicionales hasta las últimas tendencias en alimentación saludable, ha enriquecido la oferta disponible para los consumidores españoles.

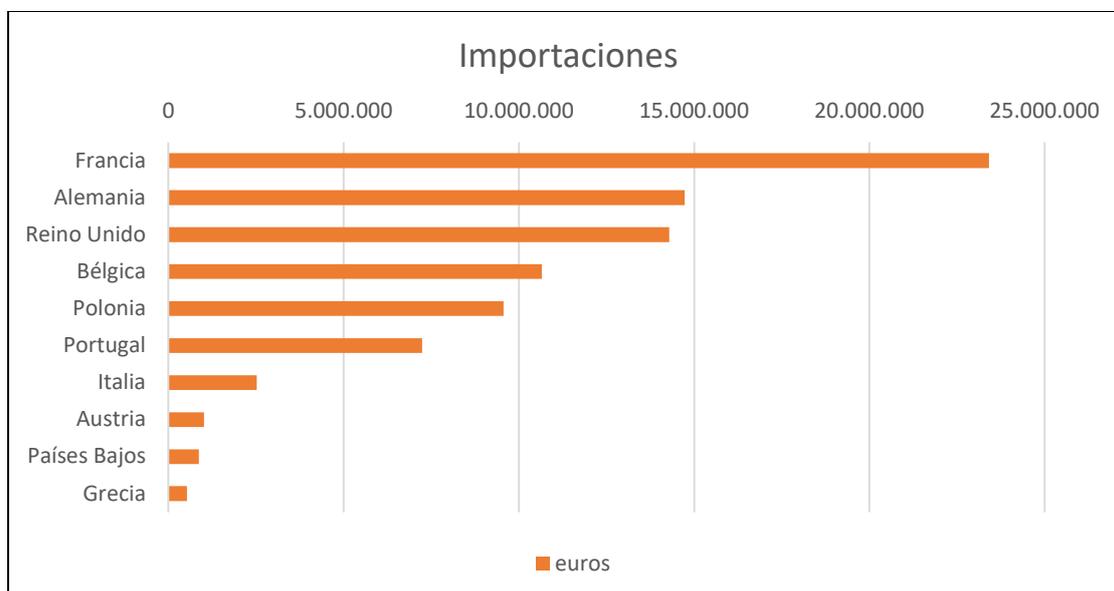
A continuación, se muestra la serie histórica de las importaciones de los *Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado* (no incluidos ni el maíz ni arroz) (código TARIC 1904.10.90), ofrecidos por *Datacomex* (2022).



**Gráfico 4 Evolución histórica de las importaciones de Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz)**

Fuente: elaboración propia a partir de Datacomex (2022)

Los cereales de desayuno importados proceden de diversas partes del mundo, aunque principalmente proceden de Europa. Consultados datos ofrecidos por Datacomex del 2022, observamos que las principales importaciones españolas proceden de países de la Unión Europea, destacando nuevamente Francia, seguida de Alemania, Reino Unido, Bélgica (Gráfico 5).



**Gráfico 5 Principales países de importación 2022 Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (no se incluyen ni arroz ni maíz)**

Fuente: elaboración propia a partir de (Datacomex, 2022)

Esta variedad geográfica permite a los consumidores disfrutar de una amplia gama de sabores, ingredientes y estilos de cereal que complementan la oferta nacional.

La preferencia por cereales de desayuno importados está motivada por factores como la innovación en productos, la introducción de ingredientes exóticos, y la respuesta a las demandas específicas de los consumidores, como opciones sin gluten o productos

orgánicos certificados. La disponibilidad de marcas internacionales reconocidas también juega un papel importante en la elección de los consumidores, quienes buscan productos que hayan ganado reputación y confianza en otros mercados.

Además, las importaciones de cereales de desayuno han contribuido a la diversificación del mercado español y al enriquecimiento de las opciones disponibles en los estantes de los supermercados y tiendas especializadas. Esta diversidad beneficia a los consumidores al ofrecerles más opciones para satisfacer sus gustos y necesidades dietéticas.

### 3.4. Competencia

#### 3.4.1. Mercado

El mercado de la granola en España está compuesto por grandes marcas internacionales y una creciente cantidad de productores locales y artesanales. Entre los competidores internacionales encontramos marcas productoras de granolas tradicionales como Kellogg's, Quaker, y Nature Valley. Son marcas de amplia distribución, fuerte reconocimiento de marca y campañas de marketing agresivas.

En el mercado local encontramos marcas populares como La Newyorkina, Kellog, B3TTER, Natura.

Los competidores indirectos son los productores de cereales de desayuno, cereales con avena, muesli y barras energéticas, pero también snacks saludables como frutas secas, frutos secos y otros que compiten en la misma categoría de alimentos nutritivos.

Statista publica las ventas de cereales de desayuno de las principales empresas en España, que, aunque no se diferencian las ventas de granola del resto de productos, observamos que destaca Cerealto Siro Foods, SL con casi 400 millones de euros. Seguido por Hero España, SA y Kellogg's (Gráfico 6).



**Gráfico 6** Principales empresas productoras de cereales de desayuno

Fuente: elaboración propia a partir de (Statista, 2023)

En los últimos lanzamientos en la categoría de cereales de desayuno informados por Alimarket 2022, se observan granolas de avena con frutos secos y semillas, mueslis con

propiedades saludables, copos sin gluten, granolas con frutos rojos, cereales infantiles con etiquetado NutriScore A y BIO, nuevos packaging y nuevos productos como *Overnight*. Ninguno de ellos utiliza como ingrediente saludable el salvado de arroz.

**Tabla 76** Últimos lanzamientos de cereales de desayuno

Empresa	Marca	Características
B3TTER FOODS COMPANY	B3tter Original Crunchy Granola	Granola de avena con avellanas, almendras, dátiles y semillas de girasol
BIOCOP PRODUCTOS BIOLÓGICOS	Barnhouse Plus	Tres nuevos sabores en la línea de mueslis Krunchy Plus (Energy, Immune y Protein); nuevo packaging y certificación We Care
BIOGRÁN	Ecocesta	Copos de maíz sin gluten
CALCONUT	Nut&Me	Granola con bayas y arándanos; granola con cacao y coco, en formato de 200 gr
KELLOGG	Special K	Nueva familia de granolas con dos referencias, una de frutos rojos y otra de chocolate negro
LA NEWYORKINA	La Newyorkina	Ketonola- granola alta en proteínas y baja en azúcares
NESTLÉ	Nat	Nueva gama de cereales infantiles: 'Crunchy miel' y 'Delice Flakes', ambas con NutriScore A
SMILEAT	Triboo	Entra en la categoría de cereales infantiles bio con los sabores cacao y natural
SORRIBAS PROD. NATURALES	Biográ	Cereales bio de avena con coco y avena con cacao puro
VIPASANA BIO	Sol Natural	Nuevo packaging de la gama de avena sin gluten
	Cheerios Avena	Cereales con 90% de avena integral y bajo contenido en azúcares
	La Newyorkina	Overnights en tres sabores (coco&lemon, choco&banana, blueberry)
	Krave Milk	Almohadillas de arroz, avena y trigo con sabor leche

Fuente: Castillo (2023)

Con estas innovaciones se reafirma que se están potenciando los productos de granola e innovaciones relacionadas, entre los tradicionales cereales de desayuno.

### 3.4.2. Productos de granola existentes en el mercado

Para introducir una nueva granola en el mercado, es importante analizar previamente los productos y precios de otras granolas disponibles actualmente.

En la Tabla 77 se presentan algunas opciones que pueden ser competencia.

**Tabla 77 Productos de granola en el mercado**

Marca	Imagen	Nombre del producto	
Kellogg		Nombre	Kellogg's Special K Granola con avena y mixed
		Peso	320g
		Precio	3,19 €
		Precio/peso	9,97€/kg
		Fuente	<a href="http://www.carrefour.es">www.carrefour.es</a>
Newyorkina		Nombre	Granola Original con Miel de Asturias, Aceite de Oliva Virgen Extra y Frutos Secos
		Ingredientes	Copos de avena, miel, aceite de oliva virgen extra, almendras laminadas, pipas de girasol, uvas pasas, nueces, arándanos, pipas de calabaza, canela, sal rosa del Himalaya y jengibre.
		Peso	275g
		Precio	3,99 €
		Precio/peso	14,51€/kg
Fuente	<a href="https://www.amazon.es/">https://www.amazon.es/</a>		
B3TTER		Nombre	Granola original crunchy
		Ingredientes	Copos de avena integral, dátil, avellana, semillas de girasol, almendra
		Peso	350g
		Precio	4,99 €
		Precio/peso	14,25€/k
Fuente	<a href="https://www.naturitas.es/">https://www.naturitas.es/</a>		
Nestlé		Nombre	Granola Nestlé Fitness Miel
		Ingredientes	Copos de AVENA integral (44,6%), azúcar, harina integral de TRIGO (9,8%), harina integral de AVENA (9,7%), aceite de girasol, jarabe de glucosa deshidratado, jarabe de azúcar invertido, sémola de maíz (2,7%), TRIGO integral (2,6%), miel (2,1%), carbonato de calcio, zumo concentrado dátiles, coco, aroma natural, gasificante (bicarbonato de sodio), sal, antioxidante, extracto de malta de CEBADA, hierro.
		Peso	300g
		Precio	4,65 €
		Precio/peso	15,50€/kg
Fuente	<a href="https://supermercado.eroski.es/">https://supermercado.eroski.es/</a>		
Hacendado		Nombre	Cereales y semillas granola Hacendado con frutos secos bajo en azúcar
		Ingredientes	Copos integrales de Avena 72,4%, aceite de girasol, semillas de girasol y calabaza 7,7%, frutos secos 7% (almendras, avellanas, anacardo, nuez pecán, coco desecado, melaza, antioxidante.
		Peso	400g
		Precio	2,40 €
		Precio/peso	6€/kg
Fuente	<a href="https://www.mercadona.es/">https://www.mercadona.es/</a>		
Natruly		Nombre	Granola – Moras y pasas - BIO
		Ingredientes	Almendras (18%), pasas (13%), pipas de girasol (13%), semilla calabaza (11%), semilla sésamo (11%), morera (10%), coco enrollado (8%), jarabe de coco (7%), anacardos (5%), nueces de macademia, sal rosa himalaya
		Peso	325g
		Precio	7,80 €
		Precio/peso	24€/kg
Fuente	<a href="https://www.natruly.com/">https://www.natruly.com/</a>		

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas en cada producto.

Como ya se ha comentado anteriormente, la composición de la granola puede ser muy variada. El ingrediente principal suelen ser los copos de avena, que pueden combinarse con múltiples ingredientes como frutos secos, semillas, frutas secas, etc. que caracterizaran el producto y, en consecuencia, también condicionará el precio. En la Tabla 77 se presentan opciones de avena en combinación con otros ingredientes, incluso una granola sin avena, como la de Natruly.

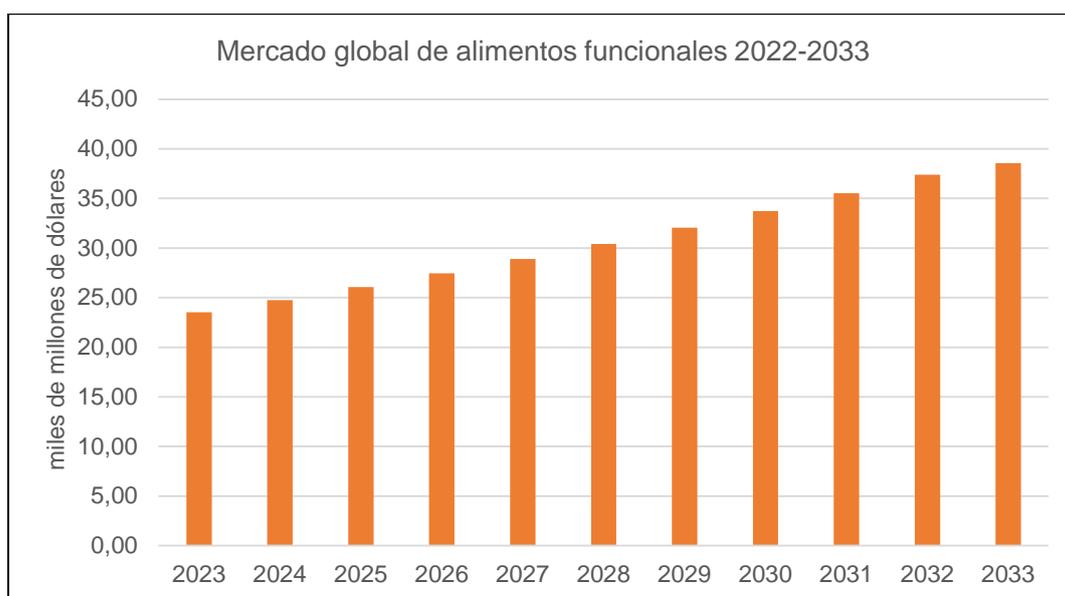
El precio por peso oscila entre 6€/kg (Hacendado – marca blanca) con una alta proporción de avena, a 24€/kg (Natruly) sin avena, además de ser un producto ecológico. Pero el precio más habitual en granolas populares de calidad oscila los 14,5€/kg.

El formato de presentación ronda los 300g, aunque también existe algún formato mayor, de 400g de marca blanca y otras marcas no mostradas en esta tabla. Si consideramos que la ración habitual de este producto suele ser 40-60g para un desayuno completo, en un envase de 300g disponemos de 5-7 raciones por envase. Aunque si bien es cierto que formatos mayores encarecen el precio final de la unidad de compra, un consumidor habitual de granola deberá de comprar más de un paquete de granola por semana. Razón por la que es interesante ofrecer formatos de mayor tamaño.

## 4. SITUACIÓN DE LOS PRODUCTOS SALUDABLES

En 2023, el mercado mundial de alimentos funcionales y productos naturales para la salud se valoró en unos 23.500 millones de dólares estadounidenses. Gracias al cada vez mayor reconocimiento de los beneficios para la salud que ofrecen estos productos, se proyecta que el mercado en cuestión registre un crecimiento anual compuesto del 5,3% hasta 2033, superando los 38.500 millones al final de este periodo (Statista, 2023).

En el Figura 39 se muestra la evolución de estos datos.



**Figura 39** Mercado global de alimentos funcionales y productos naturales para la salud 2023-2033

Fuente: elaboración propia a partir de (Statista, 2023)

El mercado de productos saludables en España está en expansión. Se estima que el valor del mercado alcanzará los 2.000 millones de euros para el 2025. Este crecimiento está impulsado por un aumento en la demanda de alimentos y bebidas saludables, suplementos dietéticos y productos de bienestar.

Según los datos publicados por MAPA -Ministerio de Agricultura (2023) el consumidor se orienta al valor, a la calidad y no pagará más por el producto si éste no aumenta la satisfacción que obtiene de él, aunque, cada vez es más difícil convencerle de las ventajas de una oferta, por lo que los anunciantes deben de buscar mecanismos de comunicación alternativos.

Más del 90% de los consumidores españoles son conscientes de la importancia del binomio alimentación y salud. Sin embargo, se observa un porcentaje destacado de consumidores no consecuentes, ya que sólo el 69% considera “de forma optimista” que se alimenta bien, según se desprende de la sexta edición de la ‘Encuesta sobre hábitos de consumo’, elaborada por la Mesa de Participación (MPAC), integrada por varias asociaciones de consumidores y usuarios junto con Mercadona.

El consumidor es más autocrítico, se cuestiona su forma de actuar, y en un 20% afirma no saber si sus hábitos son saludables o no. En este sentido, crece el interés por las alegaciones nutricionales. La valoración de los alimentos que contienen alegaciones nutricionales (bajo en sal, light, sin azúcares, etc.) es positiva. Azúcares (64%) y grasas (61%) son los dos elementos de la información nutricional en los que más se fija el consumidor, seguidos muy de lejos por la sal (25%), que apenas preocupa a un cuarto de la población (Durán, 2022).

## 5. FUTURO

### 5.1. Tendencias del producto

El consumidor demanda opciones de cereales de desayuno más saludables y naturales. La “healthización” de los cereales se traduce en eliminar el azúcar añadido, aunque se siguen usando edulcorantes no saludables para poder utilizar claims como light o sin azúcar, con el fin de captar el target preocupado por su salud.

En el contexto de cereales infantiles también hay un interés en ofrecer cereales más saludables, ya que hay una gran preocupación por la obesidad infantil. Ya hay alguna marca en el mercado que ofrece productos con este fin.

Se buscan más alimentos que puedan combinar para hacerlos más nutritivos además como por ejemplo con leche, yogur, kéfir, bebidas vegetales, etc., pero también en otras formas en consumirlos, además del desayuno o merienda, como “snack” entre horas, cenas ligeras o incluso como ingrediente en alguna receta dulce o salada (Castillo, 2023).

### 5.2. Perspectivas del mercado

Existen buenas perspectivas para el mercado de estos productos, ya que se adapta bien a los nuevos hábitos de alimentación basados en la naturalidad de los alimentos, en la facilidad y rapidez de consumirlos y en atención de cada vez mayor de las dietas específicas (veganos, celíacos, etc.)

A nivel mundial, la consultora *Mordor Intelligence* estima que registrará un alza del 4,8% anual entre 2021 y 2026, siendo EE. UU. el principal consumidor, seguido de Europa y con Asia-Pacífico creciendo a un ritmo acelerado.

En el mercado español, un informe de *Expertos.com* estima que la tasa de crecimiento anual compuesta será ligeramente superior al 7% en el periodo 2023-2028, a pesar de que, en comparación con otros países europeos, el nuestro tiene los niveles de consumo más bajos de nuestro entorno (Castillo, 2023).

## 6. CONCLUSIONES

El mercado del que forma parte la granola es el propio de los cereales de desayuno saludables. No disponemos de datos específicos de la producción y comercio de la granola, pero vemos que la demanda de los cereales de desayuno es creciente, y aumenta en mayor medida la demanda de los cereales con fibra, a diferencia de la tendencia del consumo de galletas. A pesar de ello, la galleta es un producto de mayor tradición los hogares, con lo que su cuota de mercado es muy superior a la de los cereales de desayuno y la granola.

La granola con salvado de arroz diseñada en este proyecto está en línea de las tendencias del consumidor descritas, pues es un producto saludable, al que se le puede etiquetar con declaraciones saludables (“alto contenido en fibra” y “Fuente de proteínas”). También es un producto de calidad, listo para el consumo, el usuario puede consumirlo mezclándolo con yogur o lácteo, aunque también directamente. Está dirigido a una población joven de 25 a 50 años, con ingresos medios altos y un estilo de vida activo pero saludable (población en la que crece la preocupación por la salud y el bienestar).

El precio de nuestro producto es competitivo en relación con otras granolas de calidad con beneficios para la salud, con lo que su precio de venta al público previsto debe de ser inferior a 14€/kg, no obstante, no podrá competir en precio con granolas de inferior calidad como las que ofrecen algunas Marcas De Distribuidor (MDD).

Debe de hacerse una campaña de marketing para:

- Educar al consumidor sobre los beneficios en su salud de consumir granola y especialmente de consumir salvado de arroz.
- Diferenciar el producto por su ingrediente innovador y saludable (salvado de arroz).
- Dar visibilidad de la imagen de calidad para que no pueda ser comparado con otras granolas procedentes de MDD.
- Promocionar el producto en medios digitales como redes sociales, influencers y blogs de salud.
- Ofrecer degustaciones en tiendas y eventos de salud para familiarizar a los consumidores con el producto.

Los canales de venta más adecuados para conseguir este propósito son los supermercados, hipermercados y autoservicio, aunque no deben de olvidarse los Retail y e-commerce.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 5: Estudio económico**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	147
2. Introducción.....	147
3. Presupuesto de la inversión inicial.....	148
4. Vida útil del proyecto.....	148
5. Costes de producción.....	148
5.1. Costes generales o fijos.....	148
5.1.1. Amortización de la maquinaria.....	148
5.1.2. Intereses financieros relacionados con el proyecto.....	149
5.1.3. Seguro de la empresa.....	151
5.1.4. Personal.....	151
5.2. Costes variables.....	152
5.2.1. Materias primas.....	152
5.2.2. Materiales auxiliares.....	153
5.2.3. Consumo de agua.....	153
5.2.4. Consumo eléctrico.....	154
5.2.5. Transporte de mercancías.....	155
5.3. Resumen de costes de producción.....	155
6. Ingresos del proyecto.....	156
7. Rentabilidad y Ganancia del proyecto.....	156
7.1. Flujos de caja.....	157
7.2. Índices de rentabilidad.....	158
7.2.1. Valor Actual Neto (VAN).....	158
7.2.2. Tasa de retorno interno (TIR).....	158
7.2.3. Índice coste beneficio (ICB).....	159
7.2.4. Tiempo de recuperación de la inversión.....	159
8. Conclusiones.....	159

## 1. OBJETO

El objetivo de este anejo es analizar los beneficios económicos que puede reportar a la empresa la implantación de la nueva línea de producción de granola con salvado de arroz, considerando que se implanta en una industria donde ya se producen galletas.

## 2. INTRODUCCIÓN

Para realizar este estudio económico se analizan los distintos tipos de costes relacionados con la producción de la nueva línea de granola, pero también los costes de inversión de instalación en la industria ya existente.

En primer lugar, se calcula el presupuesto de la inversión inicial. En este caso el presupuesto consta solamente de la maquinaria necesaria para producir la granola.

Un dato importante a tener en cuenta es que el horno que se instala para la realización de la granola también tendrá utilidad para cocción de las galletas el resto de la semana. La empresa, con la introducción del nuevo producto, ha decidido renovar el horno de cocción que tenía obsoleto e instalar el proyectado en este documento. No obstante, considerando que la decisión de cambiar el horno viene condicionada por la elaboración del nuevo producto, se imputa el coste del nuevo horno solamente a la producción de la granola. Alternativamente, este estudio podría realizarse imputando únicamente la parte proporcional de los gastos de inversión que será usada para el nuevo producto, la granola.

En segundo lugar, se evalúan los costos fijos de la línea de producción de la granola. Los costes que permanecen constantes independientemente de la cantidad producida. No son variables a corto plazo como por ejemplo salarios del personal, amortización de los equipos, costes de seguros de la empresa y de la maquinaria.

En tercer lugar, se evalúan los costes variables en función de la cantidad producida, es decir, el nivel de producción incidirá directamente en el importe de estos costes. Se trata de las materias primas, materiales auxiliares, consumo de agua, eléctrico y transporte.

También se tienen en cuenta otros factores como son la vida útil del proyecto. Se trata del período de tiempo durante el cual se espera que un proyecto sea viable y genere beneficios económicos, es decir, el tiempo estimado durante el que el proyecto esté en funcionamiento con resultados positivos. La vida útil de un proyecto puede variar según la naturaleza de este. En este caso se estima una vida útil de 15 años, ya que a partir de este momento debería de renovarse la maquinaria.

La producción por realizar de granola es de 12.000kg a la semana, 6.000kg al día. Esta producción es posible puesto que el resto de la semana la empresa producirá 4.000kg de galletas al día.

La inversión se financia con un préstamo a 15 años. El interés del préstamo es del 4%.

Los beneficios generados de la producción de granola con salvado de arroz se calculan por deferencia de los ingresos generados y los costes calculados anteriormente.

### 3. PRESUPUESTO DE LA INVERSIÓN INICIAL

Para la producción de la granola es necesaria la maquinaria detallada en el *Anejo 3 Ingeniería del proyecto*, algunos de ellos ya se disponen en la industria como:

- 2 Carretillas eléctricas
- 1 Báscula
- 1 detector de metales
- 1 enfardadora

Los demás elementos necesarios que la empresa debe de adquirir, lo que supondrá unos gastos iniciales según se detalla a continuación (Tabla 78):

**Tabla 78 Presupuesto de maquinaria para la producción de granola**

	Coste máquina (€)	Unidades	Total (€)
Vaciador big bag	30.000,00	2	60.000,00
Mezcladora	150.000,00	1	150.000,00
Cinta transportadora (mezclado a horneado)	7.000,00	1	7.000,00
Horno	450.000,00	1	450.000,00
Cinta transportadora (horneado a envasado)	8.000,00	1	8.000,00
Envasadora	85.000,00	1	85.000,00
<b>Total</b>			<b>760.000,00</b>

*Fuente: elaboración propia*

### 4. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto es el período de tiempo durante el cual se espera que el proyecto genere beneficios o cumpla con sus objetivos establecidos. La duración puede variar significativamente según el tipo de proyecto, su naturaleza y propósito, así como también condicionantes específicas del entorno en el que se desarrolla.

En este caso la vida útil estimada del proyecto de la instalación de la nueva línea de granola es de 15 años. A partir de este momento se debería de hacer una previsión para la renovación de la maquinaria, factor que ya no se incluye en este estudio.

### 5. COSTES DE PRODUCCIÓN

#### 5.1. Costes generales o fijos

##### 5.1.1. Amortización de la maquinaria

La amortización es el proceso contable mediante el cual se distribuye el coste de una máquina o equipo a lo largo de su vida útil estimada. Refleja el uso de los activos, reconociendo que la máquina se desgasta y pierde valor con el tiempo a medida que se utiliza en la producción y esta va generando ingresos. Afecta los estados financieros de la empresa y la rentabilidad del proyecto.

La expresión de cálculo de la maquinaria es la siguiente:

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

$V_0$ : precio de adquisición de la maquinaria

$V_f$ : valor residual de la maquinaria. Consideramos un valor residual del 10%

$n$ : vida útil

En la Tabla 79 se presenta el cálculo de la amortización de todas las máquinas que la empresa utilizará para la producción de granola. Algunas de estas máquinas estarán dedicadas exclusivamente a la producción de granola (uso "a" en la Tabla 79), mientras que otras se compartirán con la producción de galletas (uso "b" en la Tabla 79). Para las máquinas de uso exclusivo, se imputa la totalidad de su valor en el cálculo de la amortización. En cambio, para las máquinas de uso compartido, se imputa el valor correspondiente según su uso en la producción de granola. Se calcula una amortización total anual de 30.541,20€.

**Tabla 79 Cálculo de amortización de la inversión en 15 años**

Máquinas	Coste (€)	Uds	Coste total (€)	Uso	% uso	$V_0$ (€)	$V_f$ (€)	n (años)	Amortización (€/año)
Vaciador big bag	30.000	2	60.000	a	100	60.000	6.000	15	3.600
Carretilla eléctrica elevadora	28.000	2	56.000	b	40	22.400	2.240	15	1.344
Báscula	250	1	250	b	40	100	10	15	6
Mezcladora	150.000	1	150.000	a	100	150.000	15.000	15	9.000
Cinta transportadora (mezclado a horneado)	7.000	1	7.000	b	40	2.800	280	15	168
Horno	450.000	1	450.000	b	40	180.000	18.000	15	10.800
Cinta transportadora (horneado a envasado)	8.000	1	8.000	b	40	3.200	320	15	192
Envasadora	85.000	1	85.000	a	100	85.000	8.500	15	5.100
Detector de metales	8.500	1	8.500	b	40	3.400	340	15	204
Enfardadora de palets	5.300	1	5.300	b	40	2.120	212	15	127
<b>Total</b>						<b>509.020</b>	<b>50.902</b>		<b>30.541,20</b>

a: granola; b: granola / galletas

Fuente: elaboración propia

### 5.1.2. Intereses financieros relacionados con el proyecto

La empresa adquiere un préstamo para financiar la inversión inicial de 760.000€ a devolver en 15 años (12 cuotas/año), a un tipo de interés del 4%.

Los intereses relacionados con el préstamo se calculan en la Tabla 80, suponen un total de 275.110€ de intereses.

**Tabla 80** Tabla de amortización del préstamo de la inversión

Periodo pago	Cuota	Pago de interes	Capital pendiente
0			760.000
1	5.622	2.533	756.912
2	5.622	2.523	753.813
3	5.622	2.513	750.704
4	5.622	2.502	747.585
5	5.622	2.492	744.455
6	5.622	2.482	741.315
7	5.622	2.471	738.165
8	5.622	2.461	735.003
9	5.622	2.450	731.832
10	5.622	2.439	728.650
11	5.622	2.429	725.457
12	5.622	2.418	722.253
13	5.622	2.408	719.039
14	5.622	2.397	715.814
15	5.622	2.386	712.579
16	5.622	2.375	709.333
17	5.622	2.364	706.075
18	5.622	2.354	702.807
19	5.622	2.343	699.528
20	5.622	2.332	696.239
21	5.622	2.321	692.938
22	5.622	2.310	689.626
23	5.622	2.299	686.303
24	5.622	2.288	682.969
25	5.622	2.277	679.624
26	5.622	2.265	676.268
27	5.622	2.254	672.900
28	5.622	2.243	669.522
29	5.622	2.232	666.132
30	5.622	2.220	662.731
31	5.622	2.209	659.318
32	5.622	2.198	655.894
33	5.622	2.186	652.459
34	5.622	2.175	649.012
35	5.622	2.163	645.554
36	5.622	2.152	642.084
37	5.622	2.140	638.603
38	5.622	2.129	635.110
39	5.622	2.117	631.605
40	5.622	2.105	628.089
41	5.622	2.094	624.561
42	5.622	2.082	621.021
43	5.622	2.070	617.470
44	5.622	2.058	613.906
45	5.622	2.046	610.331
46	5.622	2.034	606.744
47	5.622	2.022	603.145
48	5.622	2.010	599.533
49	5.622	1.998	595.910
50	5.622	1.986	592.275
51	5.622	1.974	588.628
52	5.622	1.962	584.968
53	5.622	1.950	581.296
54	5.622	1.938	577.612
55	5.622	1.925	573.916
56	5.622	1.913	570.208
57	5.622	1.901	566.487
58	5.622	1.888	562.753
59	5.622	1.876	559.007
60	5.622	1.863	555.249
61	5.622	1.851	551.478
62	5.622	1.838	547.695
63	5.622	1.826	543.899
64	5.622	1.813	540.090
65	5.622	1.800	536.269
66	5.622	1.788	532.435
67	5.622	1.775	528.588
68	5.622	1.762	524.729
69	5.622	1.749	520.856
70	5.622	1.736	516.971
71	5.622	1.723	513.072
72	5.622	1.710	509.161
73	5.622	1.697	505.236
74	5.622	1.684	501.299
75	5.622	1.671	497.348
76	5.622	1.658	493.384
77	5.622	1.645	489.407
78	5.622	1.631	485.417
79	5.622	1.618	481.414
80	5.622	1.605	477.397
81	5.622	1.591	473.366
82	5.622	1.578	469.323
83	5.622	1.564	465.265
84	5.622	1.551	461.195
85	5.622	1.537	457.110
86	5.622	1.524	453.012
87	5.622	1.510	448.901
88	5.622	1.496	444.776
89	5.622	1.483	440.636
90	5.622	1.469	436.484
91	5.622	1.455	432.317
92	5.622	1.441	428.136
93	5.622	1.427	423.942
94	5.622	1.413	419.733
95	5.622	1.399	415.511
96	5.622	1.385	411.274
97	5.622	1.371	407.024
98	5.622	1.357	402.759
99	5.622	1.343	398.480
100	5.622	1.328	394.186
101	5.622	1.314	389.879
102	5.622	1.300	385.556
103	5.622	1.285	381.220
104	5.622	1.271	376.869
105	5.622	1.256	372.504
106	5.622	1.242	368.124
107	5.622	1.227	363.729
108	5.622	1.212	359.320
109	5.622	1.198	354.896
110	5.622	1.183	350.458
111	5.622	1.168	346.004
112	5.622	1.153	341.536
113	5.622	1.138	337.053
114	5.622	1.124	332.555
115	5.622	1.109	328.041
116	5.622	1.093	323.513
117	5.622	1.078	318.970
118	5.622	1.063	314.412
119	5.622	1.048	309.838
120	5.622	1.033	305.249
121	5.622	1.017	300.645
122	5.622	1.002	296.026
123	5.622	987	291.391
124	5.622	971	286.740
125	5.622	956	282.075
126	5.622	940	277.393
127	5.622	925	272.696
128	5.622	909	267.984
129	5.622	893	263.255
130	5.622	878	258.511
131	5.622	862	253.751
132	5.622	846	248.975
133	5.622	830	244.184
134	5.622	814	239.376
135	5.622	798	234.552
136	5.622	782	229.712
137	5.622	766	224.857
138	5.622	750	219.984
139	5.622	733	215.096
140	5.622	717	210.191
141	5.622	701	205.270
142	5.622	684	200.333
143	5.622	668	195.379
144	5.622	651	190.409
145	5.622	635	185.422
146	5.622	618	180.418
147	5.622	601	175.398
148	5.622	585	170.361
149	5.622	568	165.307
150	5.622	551	160.237
151	5.622	534	155.149
152	5.622	517	150.045
153	5.622	500	144.923
154	5.622	483	139.785
155	5.622	466	134.629
156	5.622	449	129.456
157	5.622	432	124.266
158	5.622	414	119.059
159	5.622	397	113.834
160	5.622	379	108.592
161	5.622	362	103.332
162	5.622	344	98.055
163	5.622	327	92.760
164	5.622	309	87.448
165	5.622	291	82.118
166	5.622	274	76.770
167	5.622	256	71.404
168	5.622	238	66.020
169	5.622	220	60.619
170	5.622	202	55.199
171	5.622	184	49.762
172	5.622	166	44.306
173	5.622	148	38.832
174	5.622	129	33.340
175	5.622	111	27.829
176	5.622	93	22.300
177	5.622	74	16.753
178	5.622	56	11.187
179	5.622	37	5.603
180	5.622	19	0
		251.893	

Fuente: elaboración propia

Los gastos financieros relacionados con la constitución del préstamo suponen un total de 6.080€, se detallan en la Tabla 81.

**Tabla 81 Gastos de la formalización del préstamo**

Concepto	(€)
Comisión de apertura (0,3%)	2.280
Comisión de gestión (0,5%)	3.800
	<b>6.080</b>

Fuente: elaboración propia

Los gastos financieros del préstamo suponen un total de 257.973€, de modo que se estima que anualmente representa un gasto de 17.198 € (media de los 15 años).

### 5.1.3. Seguro de la empresa

La industria cuenta con un seguro para proteger los activos físicos, los equipos de producción, las instalaciones, la maquinaria y el inventario de materias primas y productos terminados. Incluye daños por incendio, inundación, robo, vandalismo y otros riesgos. El coste de este seguro es de 7.000€ cada año, pero se repercute el 40%, parte proporcional a la producción de granola, es decir, 2.800€.

### 5.1.4. Personal

El personal suele ser uno de los mayores gastos para cualquier empresa. La mano de obra necesaria para llevar a cabo este proceso productivo se describe en el *Anejo 3 Ingeniería del proceso* y se reproduce a continuación:

**Tabla 82 Número de personal según su función**

Cargo/Función	Número de empleados
Director	1
Jefe del área administrativa	1
Jefe del área de producción	2 (1/turno)
Operarios de producción	12 (6/turno)
Técnico de mantenimiento	2 (1/turno)
Técnico de laboratorio	2 (1/turno)
Contabilidad y finanzas	2
Comerciales y compras	2
I+D	1
<b>Total</b>	<b>25</b>

Fuente: elaboración propia

Los costes para la empresa relacionados con la mano de obra destinada a la fabricación de la granola serán los resultantes del sueldo del trabajador y los gastos de cotización del Régimen General de la Seguridad social, que se detallan en la Tabla 83. Estos costes se aplican a la base de cotización formada por el sueldo más la parte proporcional a las 2 pagas extras que percibe el empleado.

**Tabla 83 Cotizaciones al Régimen General de la Seguridad Social**

Concepto	%
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
<b>Total</b>	<b>33,75</b>

Fuente: elaboración propia

El número de días de fabricación de la granola serán 104 días por año, repartidos en 2 días por semana, siendo 8 días al mes. En el cálculo de los costes de los sueldos se debe de ajustarse a este valor anual.

**Tabla 84 Cálculo de costes anuales de personal**

Empleados	Costes por empleado				Núm. Empleados	Costes anuales (€)
	Sueldo (€/mes)	Base de cotización (€/mes)	Cotización SS (€/mes)	Costes anuales (€/año)		
Director	70.000,00	81.666,67	27.562,50	97.562,50	1	97.562,50
Jefe del área administrativa	45.000,00	52.500,00	17.718,75	62.718,75	1	62.718,75
Jefe del área de producción	45.000,00	52.500,00	17.718,75	62.718,75	2	125.437,50
Operarios de producción	25.000,00	29.166,67	9.843,75	34.843,75	12	418.125,00
Técnico de mantenimiento	35.000,00	40.833,33	13.781,25	48.781,25	2	97.562,50
Técnico de laboratorio	22.000,00	25.666,67	8.662,50	30.662,50	2	61.325,00
Contabilidad y finanzas	30.000,00	35.000,00	11.812,50	41.812,50	2	83.625,00
Comerciales y compras	30.000,00	35.000,00	11.812,50	41.812,50	2	83.625,00
I+D	45.000,00	52.500,00	17.718,75	62.718,75	1	62.718,75
<b>Total</b>						<b>1.092.700,00</b>

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 84 se muestran los cálculos del personal necesario para el desarrollo de la actividad 1.092.700,00€. Se calcula que el 40% de este importe es necesario para la producción de la granola, es decir, **437.080,00€**

## 5.2. Costes variables

### 5.2.1. Materias primas

El cálculo del coste de materias primas se calcula a continuación. Estos importes pueden fluctuar a lo largo de los años.

**Tabla 85 Cálculo del coste de materias primas por año de producción**

Materias primas	Cantidad (kg/año)	Precio (€/kg)	Coste anual (€)
Avena copos	131.092	1,9	249.075,63
Salvado de arroz	96.134	1,8	173.042,02
Nueces picadas	104.874	8	838.991,60
Semillas de calabaza	52.437	6	314.621,85
Semillas de girasol	52.437	5	262.184,87
Suero de leche	52.437	2	104.873,95
Aceite de coco	48.067	8	384.537,82
Miel	78.655	3	235.966,39
Extracto de vainilla	5.244	41	214.991,60
Canela en polvo	1.748	10	17.478,99
Sal	874	0,23	201,01
			<b>2.795.965,71</b>

Fuente: elaboración propia

Se estima un coste total de 2.795.965,71€ anual para producir la granola con salvado de arroz.

### 5.2.2. Materiales auxiliares

El cálculo del coste de los materiales auxiliares se calcula a continuación.

**Tabla 86 Cálculo del coste anual en materiales auxiliares**

Material auxiliar	Unidades/año	€/unidad	Coste anual (€/año)
Envases	1.248.000,00	0,33	411.840,00
Cajas	78.000,00	1,59	124.020,00
Palets	3.224,00	12	38.688,00
Film	116	106	12.346,88
			<b>586.894,88</b>

Fuente: elaboración propia

Se estima un coste total de 586.894,88€ anual para producir la granola con salvado de arroz.

### 5.2.3. Consumo de agua

El agua que se consume en esta industria se utiliza para la limpieza del proceso productivo, en las duchas y aseos de los trabajadores. Se estiman 520m<sup>3</sup> de agua consumida anual, es decir 43,33m<sup>3</sup> mensuales, correspondientes los días de producción de granola con salvado de arroz.

El precio de agua para uso industrial en el municipio de Vilafranca del Penedès (Barcelona) consta de dos conceptos principales: el suministro de agua y las tarifas relacionadas con el alcantarillado.

**Tabla 87 Cálculo del coste anual del consumo de agua**

Tarifas agua	Precio unitario	m <sup>3</sup>	Coste (€)
Cuota fija más de 30mm	€/mes		24,88
Cuota variable			
1º bloque hasta a 6 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	0,5492	6
2º bloque de 7 a 12 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	0,8574	6
3º bloque de 13 a 18 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	1,2337	6
4º bloque exceso de 18 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	1,8092	25,33
Tarifas Alcantarillado			
Cuota fija	€/mes		2,50
Cuota variable			
1º bloque hasta a 6 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	0,1168	6
2º bloque exceso de 6 m <sup>3</sup> /mes	€/m <sup>3</sup>	0,2423	37,33
Coste total agua mensual			98,79
Coste total agua anual			1.185,53

Fuente: elaboración propia

Se calcula un coste anual en consumo de agua destinada a la producción de la granola de 1.185,53€.

#### 5.2.4. Consumo eléctrico

Para este proyecto debe de contratarse el suministro de energía trifásico. El consumo eléctrico consumido en la producción de la granola proyectada es el correspondiente al uso de la maquinaria correspondiente durante 15h (2 turnos de trabajo) multiplicado por los 104 días al año previstos. Además, se añade el consumo eléctrico correspondiente a la zona no productiva como son las oficinas y servicios de la industria.

El precio unitario de la luz es de 0,104 kWh (Precio neto para uso industrial).

**Tabla 88 Cálculo del coste anual del consumo eléctrico**

	Potencia (kW)	Horas funcionamiento	Coste día (€/día)	Coste anual (€/año)
Vaciador big bag	5	15	7,8	811,20
Carretilla eléctrica elevadora	11	30	34,32	3.569,28
Báscula	0,01	15	0,0156	1,62
Mezcladora	11	15	17,16	1.784,64
Cinta transportadora (mezclado a horneado)	5,5	15	8,58	892,32
Horno	40	15	62,4	6.489,60
Cinta transportadora (horneado a envasado)	5,5	15	8,58	892,32
Envasadora	5	15	7,8	811,20
Detector de metales	22	15	34,32	3.569,28
Enfardadora de palets	3	15	4,68	486,72
Oficinas	10	8	8,32	865,28
Coste total luz				20.173,46

Fuente: elaboración propia

Se estima un coste anual de 20.173,46€ en relación con el consumo eléctrico.

### 5.2.5. Transporte de mercancías

El transporte representa también es un coste para la empresa, ya que se hace cargo de la distribución de la mercancía hasta su comprador, comercial intermediario o bien los establecimientos de venta al público.

Se estima un 10% sobre el precio de venta del producto en fábrica, lo cual representa un total de 56.000€

### 5.3. Resumen de costes de producción

En la Tabla 89 se muestra el resumen de los costes fijos. Ascenden un total de 487.619,41€ anuales para mantener en funcionamiento la línea de producción de granola.

**Tabla 89** Resumen de costes fijos anuales

	(€)
Amortización maquinaria	30.541
Intereses financieros	<sup>1</sup> 17.198
Seguro	2.800
Personal	437.080
<b>Costes fijos</b>	<b>487.619,41</b>

Fuente: elaboración propia

La perspectiva de la introducción en el mercado del nuevo producto es muy buena, no obstante, se estima que durante los primeros años no producirá el 100% de la producción prevista, a partir del 3º año sí se espera que su funcionamiento sea el proyectado. De modo que se ajustan los costes variables al 70%, 80% y 90% en los primeros años.

En la Tabla 90 se resumen los costes variables y se ajustan en función de la producción esperada a lo largo de los 15 años de vida útil del proyecto. Los costes variables derivados de la línea de granola ascienden a 3.460.220€ en pleno rendimiento.

**Tabla 90** Resumen de costes variables anuales. Ajuste a la producción inicial (€)

	Total costes	Ajuste a la producción primeros años			
		1r año (70%)	2º año (80%)	3r año (90%)	4º al 15 (100%)
Materias primas	2.795.966	1.957.176	2.236.773	2.516.369	2.795.966
Materiales auxiliares	586.895	410.826	469.516	528.205	586.895
Consumo agua	1.186	830	948	1.067	1.186
Consumo eléctrico	20.173	14.121	16.139	18.156	20.173
Transporte de mercancías	56.000	39.200	44.800	50.400	56.000
<b>Costes variables</b>	<b>3.460.220</b>	<b>2.422.154</b>	<b>2.768.176</b>	<b>3.114.198</b>	<b>3.460.220</b>

Fuente: elaboración propia

La suma de los costes fijos y variables suponen 3.947.838,99€ anuales para producir el nuevo producto. En la tabla siguiente se detallan según la variación de producción en los primeros años de implantación del proyecto.

<sup>1</sup> La estimación de los intereses anuales se obtiene dividiendo los gastos financieros del préstamo entre los 15 años de retorno del mismo.

**Tabla 91** Resumen de costes de producción anuales (fijos y variables) (€)

	Total costes	1r año (70%)	2º año (80%)	3r año (90%)	4º al 20 (100%)
Costes fijos	487.619,41	487.619,41	487.619,41	487.619,41	487.619,41
Costes variables	3.460.219,59	2.422.153,71	2.768.175,67	3.114.197,63	3.460.219,59
<b>Costes totales</b>	<b>3.947.838,99</b>	<b>2.909.773,12</b>	<b>3.255.795,08</b>	<b>3.601.817,03</b>	<b>3.947.838,99</b>

Fuente: elaboración propia

## 6. INGRESOS DEL PROYECTO

Calculados los costes de producción (variables y fijos) de la granola, para una producción anual de 624.000kg, resulta el coste de producción de 6,33€/kg de granola. El precio de venta de la granola es 6,94€/kg, de modo que los ingresos anuales previstos son de 4.737.407€ en pleno rendimiento, según se detalla en la Tabla 92.

**Tabla 92** Cálculo de ingresos anuales

Costes (€/año)	3.947.839
Producción (kg/año)	624.000
Coste producto (€/kg)	6,33
Margen industrial (20%)	1,27
Precio venta (€/kg)	7,59
<b>Ingresos anuales (€/año)</b>	<b>4.737.407</b>

Fuente: elaboración propia

Como se ha indicado anteriormente, se estima que en los 3 primeros años la producción sea inferior a la prevista en este proyecto, es decir, del 70%, el 80% y el 90%. En consecuencia, los ingresos serán acordes a esta producción, así se muestra en la Tabla 93.

**Tabla 93** Ingresos anuales según el año de vida útil

	1r año 70%	2º año 80%	3r año 90%	4º-20º años 100%
Producción (kg/año)	436.800	499.200	561.600	624.000
Ingresos anuales (€)	3.316.185	3.789.925	4.263.666	4.737.407

Fuente: elaboración propia

## 7. RENTABILIDAD Y GANANCIA DEL PROYECTO

Ejecutar este proyecto supone unos gastos de inversión iniciales al promotor y unos costes relacionados con el desarrollo de la actividad de producción de la granola. Es importante estudiar la rentabilidad del proyecto.

## 7.1. Flujos de caja

Los flujos de caja (FC) son los movimientos de efectivo que entran y salen de una empresa durante un período de tiempo específico. Estos flujos de efectivo pueden ser positivos (ingresos) o negativos (pagos), y son vitales para evaluar la salud financiera de una empresa. Los flujos de caja muestran cómo se genera y se utiliza el efectivo en una empresa, lo que permite a los inversores, acreedores y gerentes comprender mejor la capacidad de la empresa para generar ganancias y gestionar sus operaciones.

Para calcular los flujos de caja (FC) deben de calcularse sobre el beneficio neto, es decir, después de impuestos. De modo que en primer lugar calcularemos el Beneficio Antes de Impuestos (BAI) calculado como la diferencia entre los ingresos y los costes (considerando la amortización de la maquinaria como un coste más):

$$BAI = \text{INGRESOS} - \text{COSTES} - \text{AMORTIZACIÓN}$$

Posteriormente hemos de calcular el Beneficio después de impuestos (BDI), es decir descontando al BAI el impuesto de sociedades. En este caso se aplica un 25%, de modo que el BDI será el 75% del BAI.

La expresión utilizada para calcular los flujos de caja es la siguiente:

$$FC = \text{INVERSIÓN} + \text{BDI} + \text{AMORTIZACIÓN}$$

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de los FC durante la vida útil de la inversión. Se han considerado los ingresos y gastos detallados en los capítulos anteriores, con una tasa de actualización anual (inflación) del 1,2%.

**Tabla 94** Cálculo de los flujos de caja correspondientes a la línea de producción de granola

Año	Inversión	Amortiz.	Costes fijos (sin amortiz.)	Costes variables	Ingresos	BAI	BDI	FC
0	-760.000							-760.000
1		-30.541	-457.078	-2.422.154	3.316.185	406.412	304.809	335.350
2		-30.541	-457.078	-2.801.394	3.835.405	546.391	409.794	379.252
3		-30.541	-457.078	-3.140.149	4.314.830	687.061	515.296	484.755
4		-30.541	-457.078	-3.501.742	4.794.256	804.894	603.671	573.129
5		-30.541	-457.078	-3.543.763	4.851.787	820.404	615.303	584.762
6		-30.541	-457.078	-3.586.288	4.910.008	836.100	627.075	596.534
7		-30.541	-457.078	-3.629.324	4.968.928	851.985	638.989	608.448
8		-30.541	-457.078	-3.672.876	5.028.555	868.060	651.045	620.504
9		-30.541	-457.078	-3.716.950	5.088.898	884.329	663.246	632.705
10		-30.541	-457.078	-3.761.554	5.149.965	900.792	675.594	645.053
11		-30.541	-457.078	-3.806.692	5.211.764	917.453	688.090	657.548
12		-30.541	-457.078	-3.852.372	5.274.306	934.314	700.735	670.194
13		-30.541	-457.078	-3.898.601	5.337.597	951.377	713.533	682.991
14		-30.541	-457.078	-3.945.384	5.401.648	968.645	726.484	695.942
15		-30.541	-457.078	-3.992.729	5.466.468	986.120	739.590	709.049

Fuente: elaboración propia

## 7.2. Índices de rentabilidad

Este proyecto de inversión no contempla la construcción del establecimiento, suele ser el gasto más cuantioso en los proyectos de instalación de una industria alimentaria. En este caso tan solo se estudia la rentabilidad de la línea de producción de la granola, con lo que los índices que se muestran a continuación solo contemplan la producción de este nuevo producto.

Estos índices nos ayudan a determinar si el proyecto es rentable y si generará un retorno adecuado para la inversión realizada.

### 7.2.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN indica el valor presente neto de todos los flujos de caja (FC) futuros generados por el proyecto, descontados a una tasa de interés adecuada (en este caso consideramos de un 10%). El VAN positivo significa que el proyecto generará más ingresos de los que cuesta financiarlo, lo que indica una inversión rentable.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = -A + \sum_{t=1}^n \frac{FC_n}{(1+r)^t}$$

*A: Inversión inicial*

*FC: Flujos de caja*

*r: tipo de interés nominal (12%)*

*t: tiempo (15 años)*

En este proyecto de instalación de una línea de producción de granola el VAN resultante es de 2.621.673,19 € a lo largo de los 15 años de vida útil del proyecto.

### 7.2.2. Tasa de retorno interno (TIR)

El TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, representa la tasa de rendimiento del proyecto (el interés generado por el proyecto). Si la TIR es mayor que la tasa de descuento requerida (tasa del costo de oportunidad), entonces el proyecto es aceptable.

El TIR se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

*FC: Flujos de caja*

*t: tiempo (15 años)*

El TIR resultante de este proyecto de inversión es del 57%.

### 7.2.3. Índice coste beneficio (ICB)

El ICB permite evaluar si un proyecto es financieramente viable y si los beneficios generados por el proyecto justifican los costes asociados. Un ICB mayor que 1 indica que los beneficios del proyecto superan los costes, por lo tanto, se considera viable. Si es igual a 1, indica que los costes son iguales a los beneficios. Si es inferior a 1 los costes superan a los beneficios, un proyecto no viable.

Se calcula mediante la expresión siguiente:

$$ICB = \frac{VAN}{Inversión}$$

El ICB calculado para este proyecto es 3,45. Es decir, un proyecto viable.

### 7.2.4. Tiempo de recuperación de la inversión

Otro indicador relevante que considerar es el tiempo de recuperación de la inversión. A partir de ese momento la inversión es generadora de ingresos neta. En este caso es de 2,6 años.

## 8. CONCLUSIONES

Mediante este estudio económico hemos evaluado los costes para instalar una línea de producción de granola en una industria ya existente. El coste de inversión inicial asciende a 760.000€.

Se han evaluado los costes variables y fijos necesarios para llevar a cabo la producción anual de granola. Considerando la producción anual, el kg de granola producido cuesta 6,33€, con lo que su precio de venta debe de ser de 7,59€/kg.

Los ingresos calculados durante la vida útil de este proyecto (15 años) hacen que los beneficios de este proyecto asciendan a 2.621.673,19 €, produciendo una rentabilidad del 57%. En consecuencia, este proyecto es altamente rentable para la empresa.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 6: Seguridad y salud**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	163
2. Legislación relativa a la seguridad alimentaria.....	163
2.1. Higiene alimentaria.....	163
2.2. Seguridad alimentaria.....	163
2.3. Contaminantes.....	164
2.4. Etiquetado y publicidad.....	164
2.5. Agua de consumo humano.....	164
2.6. Almacenamiento, conservación y transporte.....	164
2.7. Manipulador de alimentos.....	165
2.8. Materiales en contacto con los alimentos.....	165
2.9. Productos de limpieza y biocidas.....	165
2.10. Registro.....	165
3. Metodología.....	166
4. Ámbito de aplicación.....	167
5. Definiciones.....	167
6. Planes de requisitos.....	168
6.1. Contenido de los planes de control.....	168
6.1.1. Programa.....	168
6.1.2. Registros.....	169
6.2. Planes de control para el proceso de producción del proyecto.....	169
6.2.1. Plan de Control del Agua.....	169
6.2.2. Plan de Limpieza y Desinfección.....	169
6.2.3. Plan de Control de Plagas y Otros Animales Indeseables.....	169
6.2.4. Plan de Formación y Capacitación del Personal.....	170
6.2.5. Plan de Control de Proveedores.....	170
6.2.6. Plan de Trazabilidad.....	170
6.2.7. Plan de control de alérgenos.....	170
6.2.8. Plan de mantenimiento de los equipos.....	170
6.2.9. Manual de buenas prácticas.....	171
6.2.10. Plan de control de superficies.....	171
6.2.11. Plan de gestión de residuos.....	171
7. Plan de APPCC.....	171
7.1. Equipo de trabajo de APPCC.....	171
7.2. Descripción de la actividad y producto.....	172
7.3. Diagrama de flujo.....	174
7.3.1. Etapas del proceso productivo.....	174
7.3.2. Gráfico del diagrama de flujo.....	176
7.4. Comprobación del diagrama de flujo.....	177
7.5. Análisis de peligros y determinación de las medidas preventivas (Principio 1 del <i>Codex Alimentarius</i> ).....	177
7.5.1. Identificación y tipología de peligros.....	177
7.5.2. Evaluación de los peligros.....	180
7.5.3. Determinación de las medidas preventivas.....	181

7.6. Determinación de los puntos de control crítico (Principio 2 del <i>Codex Alimentarius</i> ) .....	181
7.7. Establecimiento de límites críticos para cada PCC (Principio 3 del <i>Codex Alimentarius</i> ) .....	182
7.8. Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC (Principio 4 del <i>Codex Alimentarius</i> ) .....	183
7.9. Adopción de medidas correctoras (Principio 5 del <i>Codex Alimentarius</i> ).....	183
7.10. Comprobación del sistema (Principio 6 <i>Codex Alimentarius</i> ) .....	183
7.10.1. Verificación del sistema APPCC .....	184
7.10.2. Validación del sistema APPCC .....	184
7.10.3. Revisión del sistema APPCC .....	185
7.11. Sistema de documentación y registro (Principio 7 del <i>Codex Alimentarius</i> )	185
7.12. Cuadro de gestión resultante del proceso productivo de la granola con salvado de arroz.....	186
8. Conclusiones .....	191

## 1. OBJETO

La finalidad de este anejo es establecer un sistema para detectar y controlar los peligros con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de la granola con salvado de arroz que la empresa produce y comercializa. Se establecen los puntos de control del proceso que se analizan para determinar si son críticos (PCC) o no (PC). No obstante, será necesario completar y ajustar el sistema una vez ejecutado el proyecto.

## 2. LEGISLACIÓN RELATIVA A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

La producción de la granola con salvado de arroz está sujeta a la legislación de seguridad alimentaria. La legislación consolidada de aplicación en el proceso productivo de elaboración de la granola con salvado de arroz es la siguiente:

### 2.1. Higiene alimentaria

- Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 2003, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios
- Reglamento (CE) 2074/2005, de 5 de Diciembre de 2005, por el que se establecen medidas de aplicación para determinados productos con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento (CE) no 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo y para la organización de controles oficiales con arreglo a lo dispuesto en los Reglamentos (CE) nº 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo y (CE) nº 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, se introducen excepciones a lo dispuesto en el Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifican los Reglamentos (CE) no 853/2004 y (CE) no 854/2004 publicado en el DOCE L 338 DE 22.12.2005
- Real Decreto 1094/1987, de 26 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Cereales en Copos o Expandidos. (parcialmente derogada).

### 2.2. Seguridad alimentaria

- Reglamento (CE) nº178/2002, 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.
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición (BOE 06.07.2011)
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre de 2003, sobre seguridad general de los productos (B.O.E. 10.01.2004)

- Directiva objeto de trasposición: Directiva 2001/95/CE de 3 diciembre de 2001 relativa a la seguridad general de los productos

### **2.3. Contaminantes**

- Reglamento (UE) nº 2017/2158 de la Comisión de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos.
- Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)

### **2.4. Etiquetado y publicidad**

- Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) Nº 1924/2006 y (CE) Nº 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) Nº 608/2004 de la Comisión Texto pertinente a efectos del EEE
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios (Derogado a excepción del artículo 12 relativo al lote y el artículo 18 referido a la lengua del etiquetado)
- Real Decreto 1808/1991, de 13 de diciembre, por el que se regulan las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio. (B.O.E. 25.12.1991)

### **2.5. Agua de consumo humano**

- Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

### **2.6. Almacenamiento, conservación y transporte**

- Reglamento 852/2004, de 29 de abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios

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

## **2.7. Manipulador de alimentos**

- Real Decreto 109/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican diversos reales decretos en materia sanitaria para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

## **2.8. Materiales en contacto con los alimentos**

- Reglamento (CE) Nº 450/2009 de la Comisión, de 29 de mayo de 2009, sobre materiales y objetos activos e inteligentes destinados a entrar en contacto con alimentos
- Reglamento (CE) 2023/2006, de 22 de diciembre de 2006, de la Comisión, sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos
- Reglamento (CE) 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.
- Recomendación (UE) 2017/84 de la Comisión, de 16 de enero de 2017, sobre la vigilancia de hidrocarburos de aceites minerales en alimentos y en materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos
- Recomendación (UE) 2019/794 de la Comisión, de 15 de mayo de 2019, relativa a un plan coordinado de control para establecer la presencia de determinadas sustancias que migran desde los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.

## **2.9. Productos 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.

## **2.10. Registro**

- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos
- Ley 15/1983, de 14 de julio, de la higiene y control alimentarios (Cataluña)

### 3. METODOLOGÍA

El Sistema de *Análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC)* es aquel que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para asegurar la inocuidad de los alimentos.

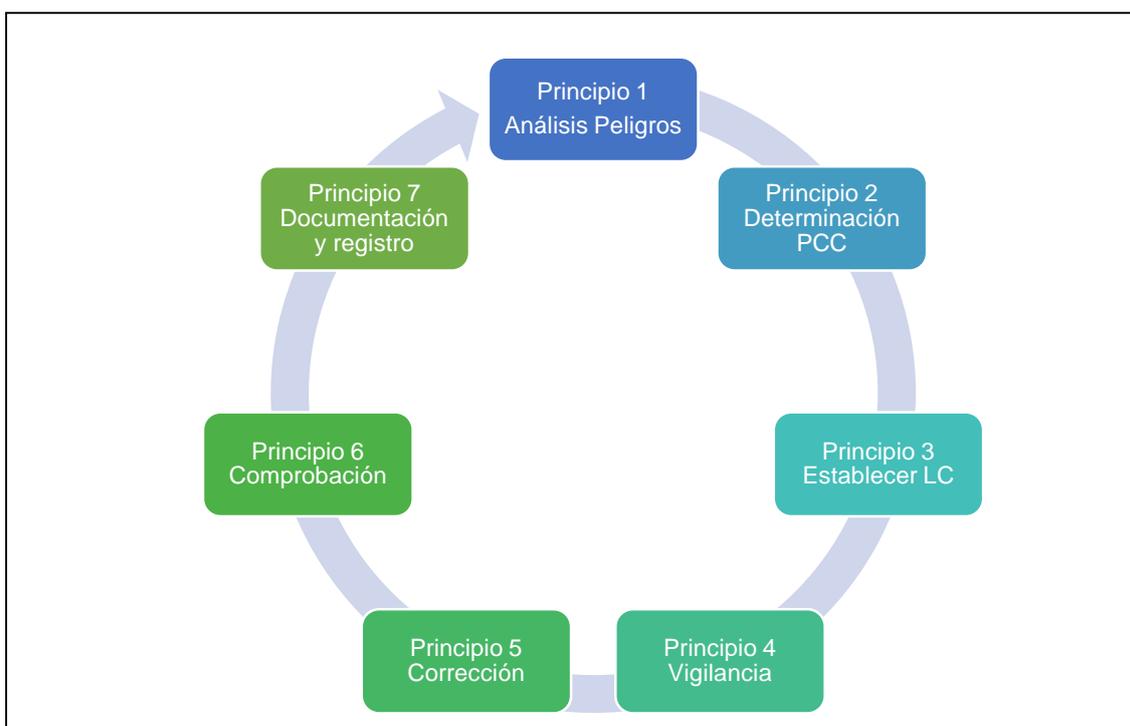


**Figura 40** Siglas del Sistema de APPCC

Fuente: elaboración propia

La metodología aplicada cumple con los principios básicos del *Codex Alimentarius*, tal como describe la Figura 41:

- Principio 1 Hacer un análisis de peligros.
- Principio 2 Determinar los puntos de control crítico (PCC).
- Principio 3 Establecer un límite o límites críticos (LC).
- Principio 4 Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- Principio 5 Establecer las medidas correctoras que se deben adoptar cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- Principio 6 Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de APPCC funciona eficazmente.
- Principio 7 Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.



**Figura 41** Principios del Sistema de APPCC

Fuente: elaboración propia

La información derivada de la aplicación de los siete principios del Sistema de APPCC se puede gestionar de diferentes maneras, pero la más utilizada es la tabla de control o cuadro de gestión. En este documento revisamos cada etapa del proceso y concretamos los resultados en el cuadro de gestión Tabla 102.

Para llevar a cabo el autocontrol basado en el *Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos* (APPCC) son necesarios 2 documentos:

- Plan de APPCC y los registros derivados de su aplicación
- Planes de prerequisites y los registros derivados de su aplicación



**Figura 42** Representación gráfica del Sistema de APPCC

Fuente: elaboración propia

## 4. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Sistema determinado en este documento se aplica a todo el proceso de elaboración de la granola dentro del establecimiento productivo, desde la entrada de materias primas y auxiliares hasta la salida del producto, teniendo en cuenta el fin de la vida útil del producto.

## 5. DEFINICIONES

**Sistema de APPCC:** sistema lógico y científico que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.

**Plan:** programa que incluye varios procedimientos que tratan sobre la misma materia.

**Procedimiento:** sistema normalizado de tratamiento de una actividad desarrollada en la empresa.

**Prerrequisitos:** planes y procedimientos establecidos previamente a la implantación del APPCC que garantizan las condiciones operacionales y ambientales necesarias para la producción de productos seguros.

**Peligro:** agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que se encuentra, que puede provocar un efecto adverso para a la salud.

**Punto de control crítico (PCC):** Fase o etapa en la que podemos aplicar un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o reducirlo a niveles aceptables.

**Límite crítico:** criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase.

**Medidas de vigilancia:** cualquier medida y actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o reducirlo a niveles aceptables.

**Medida correctora:** acción que debe efectuarse cuando se produce una desviación en el punto de control.

**Verificación:** consiste en la aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar el cumplimiento del Plan APPCC.

**Validación:** Es la constatación que el Plan APPCC es efectivo para evitar, eliminar o reducir el nivel de los peligros identificados. Proceso técnico y científico para determinar que los PCC y los límites críticos asociados son correctos y suficientes para controlar posibles peligros.

## 6. PLANES DE PRERREQUISITOS

Los prerrequisitos son las prácticas y las condiciones necesarias antes y a lo largo de la implantación del sistema de APPCC, son esenciales para la seguridad alimentaria, de acuerdo con lo que se describe en los principios generales de higiene alimentaria y otros códigos de prácticas de la Comisión del *Codex Alimentarius*.

Los prerrequisitos consideran los peligros derivados del entorno de trabajo, sin embargo, el Plan de APPCC considera los peligros específicos del proceso de producción.

Es preferible incluir y gestionar en Plan de APPCC todas aquellas condiciones y prácticas que constituyen medidas preventivas de peligros en fases críticas (PCC), y también controlar en los planes de prerrequisitos aquellas medidas preventivas del resto de los peligros.

Los planes de control son algunas de las medidas de prevención de riesgos contempladas en el Plan de APPCC que consta en este documento.

### 6.1. Contenido de los planes de control

Los planes deben de ser estructurados del siguiente modo:

#### 6.1.1. Programa

Debe de definirse y describir las condiciones, actividades y/o acciones que con carácter preventivo debe cumplir y aplicar el establecimiento para conseguir el objetivo del plan. Se incluirán los aspectos descriptivos del establecimiento y actividades específicas dirigidas a evitar la contaminación (directa o indirecta) de los alimentos. También deben de especificarse las actividades de comprobación basadas en los siguientes aspectos:

- Procedimientos de comprobación: define qué se comprueba, cómo se realiza la comprobación y dónde se lleva a cabo.
- Frecuencia de comprobación: define cuándo se comprueba
- Persona encargada de las comprobaciones: se designa un responsable para llevar a cabo las actividades de control.
- Cómo registrar los resultados de las comprobaciones: se deben de diseñar modelos de registro de las actividades de comprobación.

Si como resulta de las comprobaciones se concluye que se incumplen las actividades descritas o no son eficaces, habrá que adoptar medidas correctoras e indicar las acciones emprendidas, fecha de realización y persona que las ha llevado a cabo.

### **6.1.2. Registros**

En los registros deben de constatarse los resultados de la realización de las actividades de comprobación y las incidencias y las actuaciones llevadas a cabo.

En ellos deben de constar como mínimo los datos del establecimiento, indicación del prerrequisito al que pertenece, objeto del registro, la fecha y la hora de la realización del registro, los resultados obtenidos, identificación de la persona que lo ha llevado a cabo y la identificación del producto.

## **6.2. Planes de control para el proceso de producción del proyecto**

En este proceso de producción de la granola con salvado de arroz, previsto en el proyecto, deben de elaborarse al menos los planes de control que se describen en este apartado, para garantizar la seguridad alimentaria del producto.

### **6.2.1. Plan de Control del Agua**

El agua utilizada en la industria es utilizada para la limpieza del proceso y uso sanitario, y proviene de la red de distribución de agua municipal *Aigües de Vilafranca*. La compañía suministradora de agua realiza controles para garantizar una calidad mínima del agua. No obstante, la empresa debe realizar controles para asegurar la calidad esperada.

El plan debe de incluir el monitoreo regular de la calidad del agua (pH, turbidez, presencia de microorganismos), Sistemas de tratamiento de agua (filtración, cloración, UV), registro de pruebas de calidad del agua y acciones correctivas, mantenimiento y verificación de los sistemas de tratamiento de agua.

### **6.2.2. Plan de Limpieza y Desinfección**

El plan pretende mantener las instalaciones y equipos en condiciones higiénicas para prevenir la contaminación de los alimentos.

Deben de establecerse programas de limpieza y desinfección con especificación de métodos, productos y frecuencias, la capacitación del personal en procedimientos de limpieza y la verificación de la efectividad de las prácticas de limpieza mediante pruebas microbiológicas.

### **6.2.3. Plan de Control de Plagas y Otros Animales Indeseables**

El plan tiene por objetivo prevenir la infestación de plagas que puedan contaminar los ingredientes, utensilios, materiales auxiliares y producto final.

Deben de realizarse inspecciones regulares para detectar signos de plagas, uso de trampas y barreras físicas. Además de la contratación de servicios profesionales de control de plagas y el registro y monitoreo de actividades de control de plagas.

#### **6.2.4. Plan de Formación y Capacitación del Personal**

El documento pretende garantizar que todo el personal esté adecuadamente capacitado en prácticas de higiene, seguridad alimentaria y procedimientos específicos.

Deben de incluirse programas de formación inicial y continua, evaluación de la efectividad de la capacitación, registro de la formación y competencias del personal y actualización periódica de los programas de capacitación según las necesidades.

#### **6.2.5. Plan de Control de Proveedores**

El plan debe de asegurar que los proveedores de materias primas y otros insumos cumplan con los estándares de calidad y seguridad.

Se debe de incluir la evaluación y selección de proveedores, auditorías y visitas a las instalaciones de los proveedores, especificaciones de calidad para las materias primas y procedimientos de recepción y almacenamiento de insumos.

#### **6.2.6. Plan de Trazabilidad**

El plan tiene como objetivo permitir el seguimiento de los ingredientes y productos a lo largo de toda la cadena de producción.

Para ello es fundamental que incluya los sistemas de registro y etiquetado para rastrear los lotes de producción, procedimientos para la retirada de productos en caso de contaminación, auditorías y verificaciones de los registros de trazabilidad y la capacitación del personal en el uso de sistemas de trazabilidad.

#### **6.2.7. Plan de control de alérgenos**

El plan tiene por objeto prevenir la contaminación cruzada con alérgenos no contemplados en los ingredientes del producto y asegurar que los productos sean seguros para los consumidores con alergias.

El plan debe de incluir la Identificación y etiquetado de alérgenos, procedimientos de limpieza y desinfección para eliminar residuos de alérgenos, capacitación del personal en manejo de alérgenos y la segregación de ingredientes y productos que contienen alérgenos no contemplados en los ingredientes.

#### **6.2.8. Plan de mantenimiento de los equipos**

El plan debe de asegurar que las instalaciones y los equipos se mantengan en condiciones óptimas para la producción segura de alimentos.

Se deben de incluir programas de mantenimiento preventivo y correctivo, inspección regular de instalaciones y equipos, registro de actividades de mantenimiento y reparaciones y capacitación del personal en el uso y mantenimiento adecuado de equipos.

### **6.2.9. Manual de buenas prácticas**

El manual tiene por objetivo proporcionar directrices claras para asegurar la higiene y seguridad en la producción alimentaria de la granola.

En él debe de constar la política de calidad e higiene de la empresa, higiene personal (uso de uniformes), control de acceso en áreas restringidas y visitantes y manipulación de materias primas y productos.

### **6.2.10. Plan de control de superficies**

El plan tiene por objetivo asegurar que todas las superficies en contacto con los alimentos se mantengan limpias y desinfectadas, previniendo la contaminación de los productos, especialmente las cintas de transporte posteriores al horneado y antes del envasado.

El plan debe de contener las superficies incluidas en el plan, procedimientos de limpieza y desinfección, productos y equipos utilizados en cada superficie, verificación y monitoreo (pruebas microbiológicas), frecuencia, registro de las actuaciones realizadas.

### **6.2.11. Plan de gestión de residuos**

El plan tiene por objetivo manejar y disponer adecuadamente los residuos para prevenir la contaminación.

El plan debe de incluir los procedimientos para la segregación, almacenamiento y eliminación de residuos, así como, medidas para prevenir la acumulación de residuos en áreas de producción, la contratación de servicios de eliminación de residuos conforme a la normativa y el registro y monitoreo de la gestión de residuos.

## **7. PLAN DE APPCC**

A continuación, se detallan las fases seguidas para elaborar el Plan APPCC, pero se concretan para este proceso productivo en la *Tabla 102 Cuadro de gestión de APPCC* del apartado 7.12.

### **7.1. Equipo de trabajo de APPCC**

El equipo de trabajo para el diseño e implantación del Sistema APPCC debe de estar formado por un equipo multidisciplinar con conocimientos y experiencia en el proceso productivo de la granola, conocimientos suficientes en materia de seguridad alimentaria (peligros microbiológicos, químicos, y físicos) y en tecnología y conocimientos sobre los principios teóricos de la aplicabilidad del Sistema de APPCC.

Este equipo puede ser interno de la industria o bien externo, en cuyo caso, la empresa siempre debe de participar activamente en la elaboración del propio sistema de autocontrol.

En el caso de esta industria de granola el equipo está formado por:

- **Director:** Proporciona el liderazgo y el apoyo necesarios para la implementación efectiva del sistema APPCC y garantizan el compromiso con la seguridad alimentaria. Supervisa y coordina todas las actividades relacionadas con el control de calidad y seguridad alimentaria en la planta de producción de granola.
- **Jefe de producción:** Comprende operadores de máquinas, manipuladores de alimentos y otros empleados involucrados en el proceso de fabricación de granola. Su colaboración es crucial para implementar medidas de control de calidad y seguridad alimentaria en el día a día.
- **Responsable de I+D:** Proporciona conocimientos técnicos sobre los procesos de fabricación de alimentos, así como asesoramiento sobre prácticas seguras de producción y manipulación de alimentos. Tiene experiencia en la identificación y gestión de riesgos alimentarios, así como en la implementación de programas de seguridad alimentaria, como el APPCC.

## 7.2. Descripción de la actividad y producto

La actividad que realiza la empresa es la producción de granola. La cantidad diaria y anual de granola será la siguiente:

**Tabla 95 Producción diaria y anual de granola**

Producción hora (kg/h)	Horas/día	Producción día (kg/día)	Días laborables/año	Producción (t/año)
400	15	6.000	104	624

Fuente: elaboración propia

La actividad se lleva a cabo en las instalaciones del establecimiento previstas en este proyecto. En el *Documento 2 Planos del proyecto* se identifican los locales, instalaciones y equipos donde se llevan a cabo dichas actividades.

La ficha del producto se describe a continuación:

**Tabla 96 Ficha del producto**

PRODUCTO	
<b>Denominación de venta</b>	Granola: mezcla crujiente a base de avena con salvado de arroz, nueces, semillas y edulcorantes.
<b>Ingredientes</b>	Unidad
	Avena copos 21,01 g
	Salvado de arroz 15,41 g
	Nueces picadas 16,81 g
	Semillas de calabaza 8,40 g
	Semillas de girasol 8,40 g
	Suero de leche 8,40 g
	Aceite de coco 8,40 g
	Miel 8,40 g
	Extracto de vainilla 0,84 g
Canela en polvo 0,28 g	
Sal 0,14 g	
	100,00
<b>Características fisicoquímicas y microbiológicas</b>	- <b>Características físicas:</b> Humedad <6%

PRODUCTO	
	Actividad de agua (aW) <0,55 pH <6 <b>- Características microbiológicas (*):</b> Aerobios mesófilos < 10 <sup>4</sup> ufc/g Enterobacterias coliformes ausencia/g <i>Escherichia coli</i> ausencia/g <i>Staphylococcus aureus</i> ausencia/g <i>Salmonella</i> ausencia/25g Mohos y levaduras 10 <sup>2</sup> ufc/g <i>Bacillus cereus</i> ausencia/g <i>Listeria monocytogenes</i> 100 ufc/g  <b>- Micotoxinas:</b> Aflatoxinas B <sub>1</sub> <2 µg/kg Suma Aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> y G <sub>2</sub> <4 µg/kg Ocratoxina A <3 µg/kg Desoxinivalenol <500 µg/kg Zearalenona <50 µg/kg  <b>- Contaminantes:</b> Arsénico 0,3 mg/kg Acrilamida <300µg/kg (*) ufc unidades formadoras de colonias
<b>Formato presentación y</b>	Doypack de 500 g. Embalaje en cajas de carón con 16 paquetes.
<b>Tratamientos tecnológicos</b>	- Mezclado - Horneado 150°C / 15min
<b>Condiciones de conservación</b>	Conservar en lugar fresco y seco (a temperatura ambiente). No exponer el producto a la luz directa.
<b>Sistema para identificar el producto</b>	Número de lote: semana del año, día del mes y año. Ejemplo:421424 (42= semana del año; 14= día 14/10; 19= año 2024).
<b>Destinación</b>	Población en general.
<b>Uso esperado por el consumidor</b>	Añadir leche, yogur o bebida vegetal a elección. Conservar herméticamente cerrado en su envase original en un lugar fresco, seco y alejado de la luz solar directa.
<b>Vida útil</b>	8 meses a partir de la fecha de fabricación.
<b>Bibliografía utilizada</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005.- Relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (consolidado)</li> <li>Reglamento (UE) nº 2017/2158 de la Comisión de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos.</li> <li>Real Decreto 1094/1987, de 26 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Cereales en Copos o Expandidos. (Los límites microbiológicos fueron derogados, pero los elegimos como referencia).</li> <li>Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)</li> </ul> <p>A falta de regulación normativa específica para este producto, se han aplicado los límites establecidos para alimentos similares: <i>cereales transformados</i>, <i>cereales de desayuno</i>, <i>aperitivos de cereales</i>, <i>productos de panadería</i>, <i>galletas</i>. Aplicando el límite más restrictivo.</p>	

Fuente: elaboración propia

## 7.3. Diagrama de flujo

### 7.3.1. Etapas del proceso productivo

Las etapas del proceso productivo son en las que se debe de definir los puntos críticos en fases posteriores de este sistema.

A continuación, se detallan las etapas del proceso de producción:

- Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales auxiliares:

En esta etapa, se reciben y se inspeccionan todos los ingredientes y los materiales auxiliares. Se verifica la calidad y la cantidad de cada ingrediente y materiales auxiliares, según los protocolos establecidos en la empresa.

- Almacenaje:

Se almacenan las materias primas y los productos auxiliares en las salas designadas, asegurando que estén protegidos de la humedad, la luz y otras condiciones adversas.

- Dosificación

En una primera fase de elaboración se pesan adecuadamente los ingredientes. Todos los ingredientes vienen listos para ser mezclados, excepto el aceite de coco que está en estado sólido y debe de adicionarse en estado líquido antes del mezclado.

Las cantidades para preparar de cada ingrediente se especifican en la Tabla 97, ya que la cantidad total de cada ciclo de mezclado se calcula de 170kg como se puede observar en la Tabla 98.

**Tabla 97 Cálculo dosificado de cada ingrediente por ciclo de mezcla**

<i>Ingrediente</i>	<i>kg</i>
Avena copos	35,66
Salvado de arroz	26,15
Nueces picadas	28,52
Semillas de calabaza	14,26
Semillas de girasol	14,26
Suero de leche	14,26
Aceite de coco	13,07
Miel	21,39
Extracto de vainilla	1,43
Canela	0,48
Sal	0,24
<i>Total</i>	<i>170</i>

*Fuente: elaboración propia*

### - Mezclado

El mezclado de los ingredientes se realiza en dos fases.  
En un inicio se mezclan los ingredientes sólidos:

- Avena copos
- Salvado de arroz
- Nueces picadas
- Semillas de calabaza
- Semillas de girasol
- Suero de leche
- Miel
- Canela en polvo
- Sal

En una segunda fase se agregan los líquidos:

- Aceite de coco derretido
- Miel
- Extracto de vainilla

En esta fase debe de controlarse que el mezclador resulte homogéneo.

Atendiendo las características técnicas de la maquinaria elegida en este proyecto, la mezcladora hará 2,5 ciclos/h para mezclar 424kg/h de granola. Los cálculos se pueden observar en la tabla siguiente.

**Tabla 98** Cálculo ciclos/h mezcladora

Tiempo mezcla min	Capacidad l	Capacidad útil 65% (l)	Densidad mezcla kg/l	Peso mezcla kg	Número ciclos/h	Producción kg/h
15	600	390	0,44	170	2,5	424

Fuente: elaboración propia

### - Horneado

Se hornea a 150°C durante 21 minutos. El horneado es necesario para que la granola adquiera su textura crujiente característica y adquiera un color dorado, debido a las reacciones de Maillard.

En la salida del túnel la mezcla horneada es troceada mediante cuchillas, ya que el producto final debe de estar granulado, aunque parcialmente aglomerado.

A la salida del horno se hará un control de calidad y de coloración de la granola.

### - Enfriado

Después del horneado la granola se enfría durante 12 minutos a temperatura ambiente en la cinta transportadora que la dirige a la sala de envasado. De este modo la granola adquiere su consistencia final y se evita la humedad.

- Envasado

Cuando la granola se ha enfriado por completo llega a la zona de envasado.

Es importante empaquetar adecuadamente y de forma hermética, para evitar el aumento de humedad del producto, y que se mantengan las propiedades organolépticas del mismo hasta el consumidor final. Los envases se marcan con fecha de vencimiento y el número de lote.

Los paquetes se colocan en cajas para proteger los paquetes y facilitar el manejo de la mercancía durante el transporte de la granola hasta el punto de comercialización del producto.

La homogeneidad de la granola es un aspecto que controlar de la granola también en esta fase, puesto que el contenido de los paquetes debe de ser iguales a la granola diseñada en este proyecto.

- Paletizado

Las cajas llenas de paquetes de granola se colocan en palets de plástico y se retractilan con una enfardadora.

El paletizado se realiza para facilitar el traslado mediante toros eléctricos o mecánicos dentro de la misma industria o incluso en el almacén del punto de venta, además de facilitar el almacenamiento. Es importante que los palets queden bien sujetos, ya que de lo contrario podrían desmontarse durante su transporte.

Los palets llevan una etiqueta en un lugar visible en la que se indica la mercancía que contiene y otra información relacionada con la trazabilidad del producto.

- Almacenamiento

Los palets retractilados se colocan en el almacén de producto terminado hasta su expedición. Se almacenan en una zona separada de la materia prima hasta el momento de su expedición

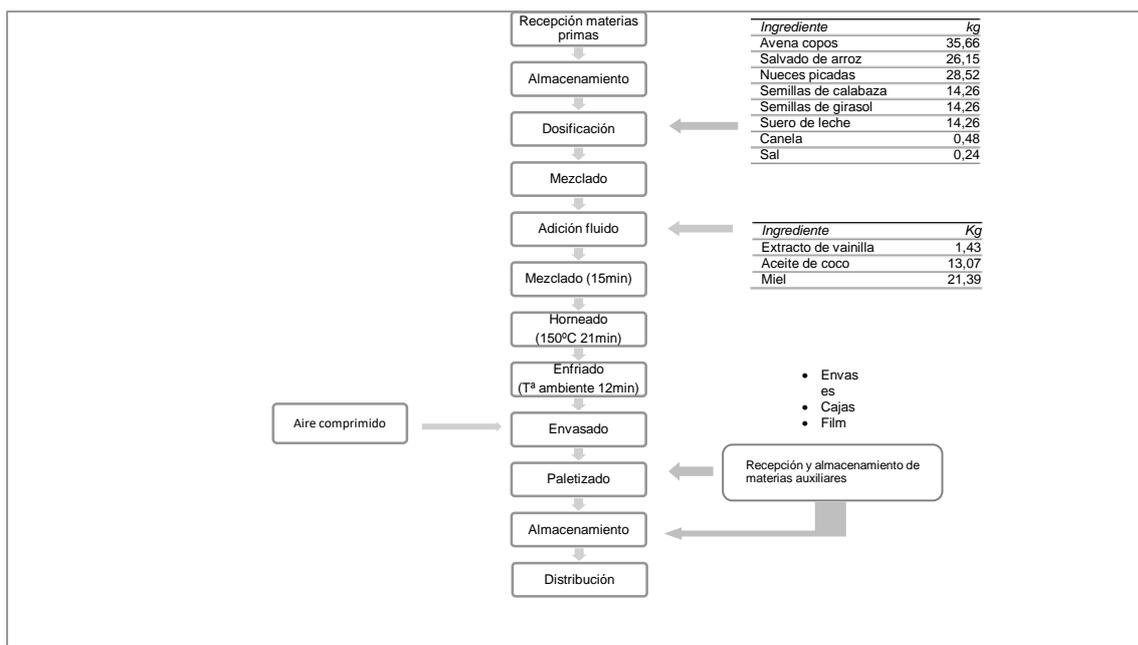
- Expedición

La expedición se realizará una vez el producto esté embalado, yendo acompañado de un albarán y de su hoja de transporte. El transporte deberá tener óptimas condiciones higiénicas.

Se realizan planos de circuito del producto, personal y materiales de envasado y embalajes, así como planos de flujos de residuos.

### **7.3.2. Gráfico del diagrama de flujo**

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de producción de la granola. Especificando los ingredientes, cantidades, características de los procesos tecnológicos etc.



**Figura 43** Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola

Fuente: elaboración propia

## 7.4. Comprobación del diagrama de flujo

El equipo de APPCC comprueba en planta, paso a paso, la descripción del proceso coincide con la realmente realizada, en caso contrario debe corregirse.

## 7.5. Análisis de peligros y determinación de las medidas preventivas (Principio 1 del *Codex Alimentarius*).

### 7.5.1. Identificación y tipología de peligros

En primer lugar, deben de identificarse los peligros del proceso de producción de la granola. Este proceso conlleva ciertos riesgos que deben ser considerados para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto final.

#### **Peligros químicos**

Las sustancias que pueden presentar un peligro químico en el producto final pueden ser ocasionadas por diversos productos. Dichos productos pueden proceder del suministro de estas sustancias directamente a las plantas, o bien por estar presentes de forma natural en el suelo, el agua o las plantas. Los agrupamos en los siguientes residuos:

- Arsénico: se deposita en el agua y el suelo, su origen principal es el medio natural y la industria.
- Acrilamidas: se forman en cereales y aceites vegetales durante el proceso de secado industrial, donde los productos químicos originados durante la combustión entran directamente en contacto con el grano y las semillas.

- Plomo: presente de forma natural en la corteza terrestre como resultado de actividades antropogénicas. Las plantas pueden resultar afectadas por contacto con aguas o vertidos contaminados.
- Residuos fitosanitarios: sustancias que eliminan o evitan proliferación de plagas perjudiciales para los vegetales durante la producción, almacenaje, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas. Se pueden encontrar en cantidades por encima de los límites máximos establecidos por no cumplir los periodos de supresión o las dosis determinadas. Algunos están prohibidos de utilizar. En agricultura ecológica está prohibido el uso de estas sustancias.
- Alcaloides del tropano: metabolitos secundarios que se encuentran de forma natural en plantas. Se pueden encontrar por no separar las malas hierbas del cultivo antes de la cosecha.
- Alcaloides de la pirrolizidina: son toxinas naturales, producto del metabolismo secundario de las plantas que producen como mecanismo de defensa frente a herbívoros.
- Residuos de productos de limpieza: Procedentes de la incorrecta limpieza de superficies, productos de limpieza no adecuados para la industria, o proceso de aclarado insuficiente.
- Residuos de productos de mantenimiento: Procedentes de la incorrecta aplicación de productos de mantenimiento o por la incorrecta limpieza de las superficies una vez finalizadas las operaciones de mantenimiento.
- Migraciones del envase u otros materiales, que por contacto directo con el alimento ceden a éste alguno de sus componentes.
- Alérgenos: Sustancias que, al ser ingeridas por determinadas personas, desencadenan reacciones alérgicas, o de intolerancia. Pueden estar presentes como ingrediente (en la composición del producto) o como trazas (por contaminaciones cruzadas). Pueden llegar a ser muy graves en algunas ocasiones.
- Radiación: Si bien no es un peligro que pueda generarse con frecuencia, es posible que se presente por agua de pozo contaminada por depósitos naturales que contienen materiales radioactivos, o derivado de accidentes en plantas o establecimientos que manejan materiales radioactivos. Este peligro radiológico no hace referencia a alimentos irradiados, ya que estos se consideran seguros.

### **Peligros biológicos**

- Microorganismos indicadores de higiene: dan a conocer el grado de carga microbiana. Su presencia no siempre está asociada a una intoxicación alimentaria. Determinan la vida útil del producto, ya que son responsables de las reacciones de deterioro del alimento, y alteración de características organolépticas.
  - Enterobacterias: comprende un grupo extenso de bacterias gramnegativas no formadoras de esporas. Casi todas son anaerobias

facultativas. Son microorganismos ubicuos, lo que significa que es inevitable que puedan entrar en la cadena alimentaria. Algunas especies son responsables de infecciones alimentarias. Estas bacterias pueden estar presente en hierbas y especias por haber utilizado un agua de riego contaminada.

- **Bacterias aerobias** Este indicador incluye todas las células vegetativas y las esporas de bacterias, levaduras y hongos que pueden crecer a una temperatura determinada y en presencia de oxígeno. Para los productos que se conservan a temperatura ambiente se analizan los microorganismos mesófilos Se utiliza para prever la calidad de una materia prima en la entrada a la fábrica, durante el procesamiento y la vida útil del alimento.
- **Patógenos:** son de especial atención *Salmonella*, *Escherichia coli* verotoxigénica y *Listeria monocytogenes*. Los dos primeros pueden estar presentes en la materia prima por haber utilizado un agua de riego contaminada. En el caso de *L. monocytogenes*, es una bacteria ubicua ampliamente distribuida en el medio ambiente (suelos, forrajes, alimentos y estiércol de animales), relacionada con muchas categorías de alimentos, pero en especial con aquellos productos listos para el consumo. Estos microorganismos pueden provocar infecciones alimentarias, caracterizadas básicamente por cuadros gastroentéricos de diversa gravedad, que pueden acompañarse de otros síntomas (fiebre, dolor abdominal, etc.). En ocasiones pueden ser muy graves.
- **Hongos:** Algunos géneros (sobre todo *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*) producen micotoxinas (compuestos químicos producidos de forma natural en el metabolismo secundario). Al tratarse de metabolitos secundarios, su velocidad de producción depende de la temperatura. Los daños físicos en las cosechas favorecen la proliferación de micotoxinas, sobre todo de aflatoxinas y ocratoxinas.
- **Aflatoxinas:** Producidas por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, encontradas en nueces, maíz, cacahuètes y cereales.
- **Ocratoxinas:** Producida por *Aspergillus* y *Penicillium*, presente en cereales, frutos secos, uvas secas, café y especias.
- **Desoxinivalenol:** Producida por *Fusarium*, contaminante común en trigo, maíz y cebada.
- **Zearalenona:** Producida por *Fusarium*, afecta principalmente a maíz, trigo y cebada.
- **Animales indeseables. Insectos y roedores:** Pueden vehicular microorganismos al alimento, o ser contaminantes por ellos mismos.

### Peligros físicos

- **Metales:** elementos de maquinaria, equipos y objetos personales de manipuladores (joyas).

- Plásticos de material auxiliar.
- Piedras provenientes del cultivo.

### 7.5.2. Evaluación de los peligros

Identificados los peligros, deben de evaluarse para determinar si son “peligros significativos” (PS), es decir, aquel que es probable que se presente y que causará un efecto perjudicial para la salud.

Mediante un sistema de categorización del riesgo asociado a cada peligro se valoran los peligros (*Principio 1*).

La evaluación de cada peligro potencial sobre la gravedad y probabilidad se puede determinar mediante la discusión por parte del equipo APPCC o bien mediante una tabla de evaluación.

En este trabajo se propone una tabla de evaluación de peligros (Tabla 99) y una tabla de evaluación de riesgos (Tabla 100), para elaborar el Plan de APPCC.

Esta sistemática establece la importancia del riesgo dependiendo de la **SEVERIDAD** de cada peligro (magnitud de las consecuencias) y de la **PROBABILIDAD** de detección (posibilidad de que el peligro identificado ocurra) con la que pueda aparecer. Cada uno de los factores se valora dándoles un valor numérico según los criterios:

PUNTOS	SEVERIDAD	PROBABILIDAD
1	Malestar sin tratamiento médico	Baja (0-5 veces/año)
2	Tratamiento médico sin hospitalización	Moderada (6-10 veces/año)
3	Hospitalización sin secuelas	Media (11-20 veces/año)
4	Hospitalización con secuelas	Alta (21-25 veces/año)
5	Enfermedad grave o muerte	Muy alta (>26 veces/año)

**Tabla 99** Tabla de evaluación de los peligros potenciales

Fuente: elaboración propia

La evaluación de los peligros se realiza según la criticidad del riesgo, que será la multiplicación de la severidad y la probabilidad de detección, resultando la clasificación del peligro según la siguiente matriz:

PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)				
	S1	S2	S3	S4	S5
P1	1	2	3	4	5
P2	2	4	6	8	10
P3	3	6	9	12	15
P4	4	8	12	16	20
P5	5	10	15	20	25

**Tabla 100** Evaluación de riesgos según la criticidad

Fuente: elaboración propia

Se consideran **Peligros significativos  $\geq 8$  y siempre que la gravedad sea 4.**

El criterio seguido para definir la gravedad y la probabilidad de aparición de un peligro se ha basado en el estudio de:

- El proceso productivo seguido, analizando las posibilidades de presencia, contaminación o multiplicación de los peligros identificados durante la elaboración y almacenamiento del producto.
- El diseño y uso de las instalaciones, equipos y tecnología utilizada.
- La naturaleza y condiciones de seguridad propias del alimento.

### **7.5.3. Determinación de las medidas preventivas**

Identificados los peligros significativos, el equipo APPCC debe determinar las medidas preventivas, es decir, cualquier actividad que se puede realizar para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.

Pueden ser medidas preventivas físicas (por ejemplo, la instalación de un detector de metales en un punto determinado), planes de control específicos (por ejemplo, plan de control de proveedores o acciones a realizar en un punto determinado (por ejemplo, un control analítico).

### **7.6. Determinación de los puntos de control crítico (Principio 2 del Codex Alimentarius)**

Identificados los peligros significativos, se determina si es necesario establecer procedimientos de control para prevenir este peligro, eliminarlo o reducirlo a un nivel aceptable. En caso de que sea necesario, será considerado un *punto de control crítico* (PCC).

El procedimiento sugerido para determinar los PCC es el *árbol de decisiones*, es decir, la secuencia lógica de la pregunta y respuesta que permiten tomar una decisión objetiva sobre una cuestión determinada. En la siguiente figura se muestra la sistemática seguida:

Según la criticidad del riesgo, se establecerán unas medidas preventivas para controlarlo. Éstas se basan en los prerrequisitos y procedimientos varios desarrollados por la empresa. Para cada etapa, los peligros que resulten significativos podrán ser puntos de control críticos, de forma que se les pasará por el árbol de decisiones (*Principio 2*). En nuestro caso hemos utilizado árbol de decisiones del *Codex Alimentarius*:

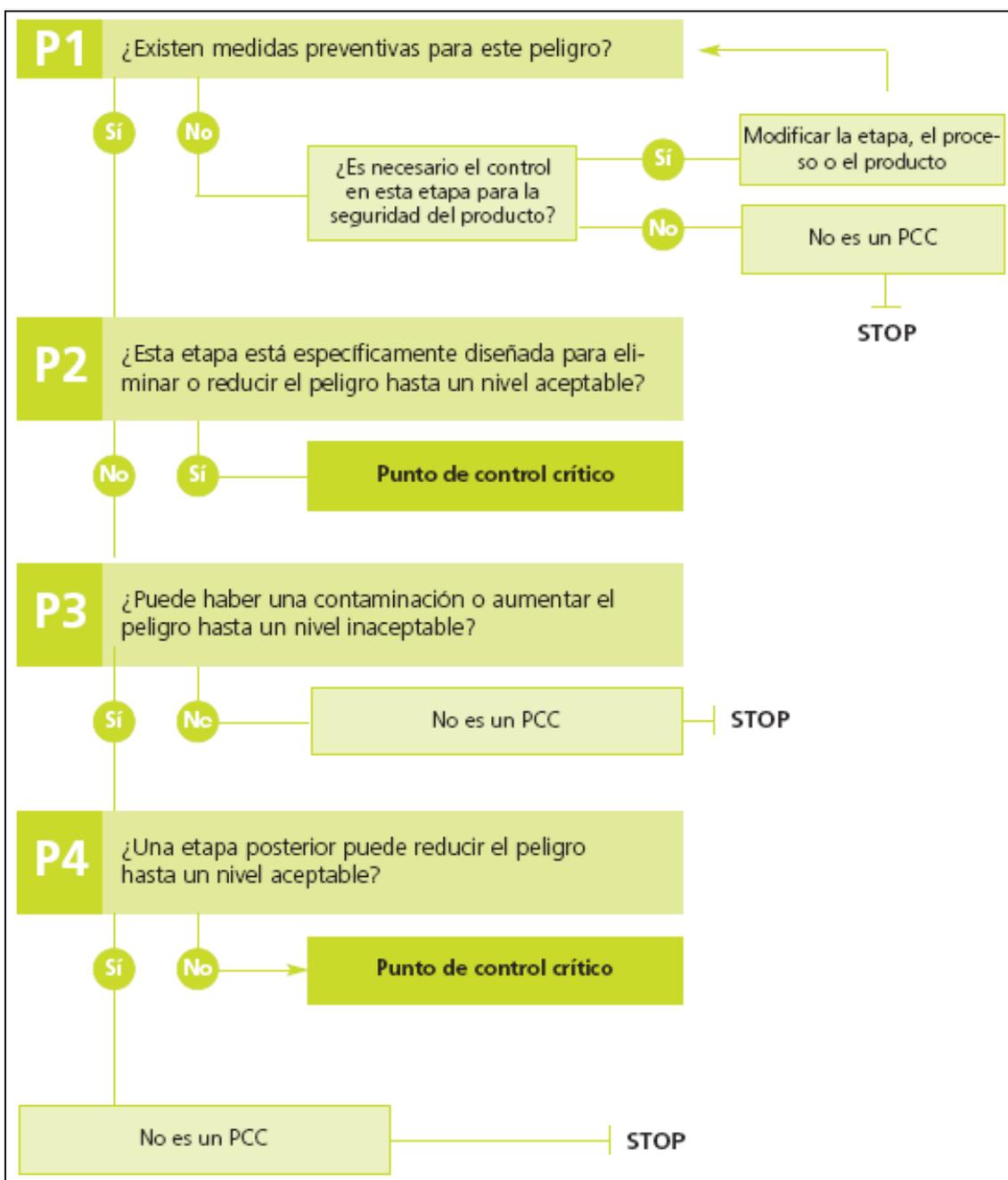


Figura 44 Árbol de decisiones para identificar los PCC

Fuente: ( ACSA, 2005)

### 7.7. Establecimiento de límites críticos para cada PCC (Principio 3 del Codex Alimentarius)

Fijados los PCC se deben de establecer los límites críticos, es decir, el criterio que diferencia la aceptabilidad de la inaceptabilidad del proceso en una fase determinada.

El producto se considera seguro mientras los parámetros a controlar en cada PCC estén por debajo de los límites establecidos para ese PCC.

Conviene que los límites críticos estén asociados a parámetros que sean fáciles y rápidos de medir, basados en un valor numérico o en cumplimiento de una determinada condición o práctica que debe estar específicamente registrada, comprobada y definida en el Plan de APPCC.

### **7.8. Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC (Principio 4 del *Codex Alimentarius*)**

Debe de establecerse un sistema de vigilancia para cada PCC, es decir, llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o medidas de los parámetros de control.

Su finalidad es comprobar si un PCC está bajo control para poder detectar a tiempo si hay una desviación de los límites críticos y poder adoptar medidas correctoras. En caso contrario, podría no detectarse algún peligro y obtenerse un alimento no seguro.

La vigilancia debe de ser continuada y dar resultados rápidos para poder adoptar soluciones de forma inmediata.

En el procedimiento de vigilancia se debe de determinar:

- Qué se vigila
- Dónde
- Frecuencia
- Persona responsable
- Sistema de registro

### **7.9. Adopción de medidas correctoras (Principio 5 del *Codex Alimentarius*)**

En el siguiente paso se deben de desarrollar las medidas correctoras, es decir, la acción que hay que adoptar cuando los resultados de la vigilancia en los PCC indican pérdida en el control del proceso.

El Sistema de APPCC es preventivo, por tanto, para evitar incidencias o desviaciones de los límites críticos, se establecen acciones para volver a la normalidad sin haber afectado al producto.

Debe de describirse:

- El procedimiento por seguir para cada desviación.
- Persona responsable en aplicar la medida correctora.
- Sistema de registro de aplicación de la medida correctora.

### **7.10. Comprobación del sistema (Principio 6 *Codex Alimentarius*)**

Para el informe de comprobación del sistema APPCC nos basaremos en el estudio de:

- 1.- Verificaciones del sistema
- 2.- Validaciones del sistema
- 3.- Revisión del sistema

### **7.10.1. Verificación del sistema APPCC**

La verificación se realiza sobre el funcionamiento del sistema para confirmar que se está aplicando correctamente el APPCC en producción y consistirá en:

- Revisión de los prerrequisitos.
- Supervisión de las desviaciones y medidas correctoras aplicadas.
- Revisión de producto no conforme
- Revisión de reclamaciones cliente.
- Revisión de la documentación generada por el plan APPCC.
- Revisión del Diagrama de Flujo *in situ*.

### **7.10.2. Validación del sistema APPCC**

Para la validación del plan APPCC se necesita reunir toda la información posible que demuestre que dicho plan va a conseguir controlar el proceso y evitar los peligros para la seguridad de los productos. Se lleva a cabo de forma periódica una revisión del plan, asegurando que éste abarca la totalidad de las instalaciones, maquinaria, productos, y procesos que se llevan a cabo.

Si se detectase que no funciona el Sistema APPCC, se procedería a una revisión de este para una posible modificación.

Forman parte como registros del procedimiento de validación:

- Las posibles reclamaciones por parte de clientes.
- Las posibles comunicaciones/inspecciones de organismos oficiales y auditores.

En el presente documento se incluye la identificación y análisis de todos los posibles peligros que razonablemente se pudieran presentar en las distintas etapas del proceso, justificándose sobre una base técnica y/o de experiencia profesional.

Se incluyen también los prerrequisitos del sistema para control en dichas etapas.

Se ha evaluado y validado la eficacia de las medidas preventivas, en base a datos técnicos, históricos e incidencias y reclamaciones realizadas por los clientes en los dos últimos años.

El análisis de las incidencias y reclamaciones registradas de los clientes en los dos últimos años, no indican presencia de peligros no identificados en el presente programa y evidencia que el sistema implantado cumple los objetivos de garantizar la seguridad e inocuidad de los productos fabricados en el establecimiento.

Queda por tanto validado el actual sistema implantado de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control del proceso de granola.

La aprobación de la primera edición del presente documento constituye la validación inicial y formal del sistema APPCC de la compañía.

### **7.10.3. Revisión del sistema APPCC**

El Sistema APPCC se verificará como mínimo una vez al año con el fin de comprobar su efectividad y siempre que existan cambios del tipo:

- Incorporación de nuevos ingredientes.
- Cambios en los métodos o sistemas de procesado.
- Cambios en el sistema de distribución del producto final.
- Cambios de destinatarios del producto final.
- Detección de incidencias derivadas de otros procedimientos de comprobación.

### **7.11. Sistema de documentación y registro (Principio 7 del Codex Alimentarius)**

El sistema de documentación y registro está basado en:

- El Plan de APPCC:
  - o Documentación previa de los peligros
    - Fase 1: creación del equipo de trabajo
    - Fase 2: descripción de las actividades y producto
    - Fase 3: elaboración del diagrama de flujo
    - Fase 4; comprobación del diagrama de flujo
  - o Documentación relacionada con el análisis de los peligros y puntos de control crítico:
    - Fase 5 (principio 1): análisis de peligros y determinación de las medidas preventivas
    - Fase 6 (principio 2): determinación de los puntos de control crítico (PCC)
    - Fase 7 (principio 3): establecimiento de los límites críticos para cada PCC
    - Fase 8 (principio 4): establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC
    - Fase 9 (principio 5): adopción de las medidas correctoras Fase 10(principio 6): comprobación del sistema
    - Fase 11 (principio 7): establecimiento de un sistema de documentación y registro

- Registros derivados de la aplicación del Plan de APPCC:

Los registros son las anotaciones hechas en hojas, cuadernos o cualquier otro soporte de los resultados de la aplicación del Plan de APPCC, que deberán incluir como mínimo:

1. Los datos del establecimiento.
2. La indicación de que pertenece al Plan de APPCC.
3. La etapa del proceso que es PCC.
4. La actividad objeto de registro.
5. La fecha y hora en la que se realizó la actividad que refleja el registro.
6. Los resultados obtenidos.
7. La identificación de la persona (firma, nombre o iniciales) que hace la operación.
8. La identificación del producto y el código de producción, si es necesario.

## 7.12. Cuadro de gestión resultante del proceso productivo de la granola con salvado de arroz

El cuadro de gestión permite resumir y esquematizar la información relevante en la aplicación del Sistema de APPCC, permite ser sistemático y coherente en la elaboración del Plan de APPCC y facilita la gestión de la información.

Debe acompañarse de la documentación necesaria que lo justifique (motivos para descartar un posible peligro potencial, argumentos aplicados en el árbol de decisiones, justificación de un determinado límite crítico, etc.).

Un cuadro de gestión es una tabla en cuyas filas constan las etapas de un proceso y en cuyas columnas se van añadiendo las fases del Sistema de APPCC a medida que se avanza en su diseño.

En el cuadro de gestión del proceso productivo de la granola con salvado de arroz en el establecimiento industrial de este proyecto (Tabla 102), y se han determinado los peligros determinados en cada etapa de producción de la granola (químicos, biológicos o físicos), con indicación de sus causas y si resultan Significativos (S) o no (NS) en aplicación del método descrito en el apartado 7.5.2 *Evaluación de los peligros*, es decir, según la probabilidad y severidad del peligro. Han resultado significativos los siguientes peligros:

**Tabla 101 Peligros significativos resultantes del proceso**

Recepción materias primas	Físico	Contaminación en origen por cuerpos extraños: vidrios, piedras, metales, plásticos
	Químico	Presencia de alérgenos no contemplados en la receta
	Biológico	Presencia de mohos Presencia de micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, Desoxinivalenol, Zearalenona)
Horneado	Químico	Presencia de acrilamidas por encima de los límites aceptables
	Biológico	Supervivencia de microorganismos indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados

Fuente: elaboración propia

Gracias a las suficientes medidas preventivas no resulta ningún Punto de Control Crítico.

Las medidas preventivas aplicadas de estos peligros significativos son:

- Plan de control de proveedores.
- Plan de control de alérgenos.
- Plan de formación y capacitación del personal.
- Plan de mantenimiento de los equipos
- Inspección visual en la recepción.
- Malla tamiz en la tolva que alimenta la mezcladora.
- Hoja de declaración de alérgenos a cumplimentar por el proveedor.
- Control de la humedad en la recepción. En caso de incumplimiento, se devuelve al proveedor.
- Vigilancia de la temperatura del horno constante mediante sensores.

También se aplican medidas preventivas en los peligros no significativos, como son:

- Plan de control de proveedores.
- Plan de control de superficies.

- Plan de mantenimiento.
- Plan de control de plagas
- Plan de formación y capacitación del personal.
- Plan de limpieza y desinfección.
- Inspección visual en la recepción.
- Control analítico en la recepción del producto.
- Malla tamiz en la tolva que alimenta la mezcladora.
- Manual de buenas prácticas.
- Uso de aire comprimido autorizado para contacto con alimentos"
- Control visual durante el envasado.

Tabla 102 Cuadro de gestión de APPCC

ETAPA	TIPO DE PELIGRO	PELIGRO	CAUSA	PROB	GRAV	PROB *	GRAV	¿Sign.?	Medidas preventivas	Aclaración sobre medidas preventivas	P1	P2	P3	P4	PCC
Recepción materias primas	Físico	Contaminación en origen por cuerpos extraños: vidrios, piedras, metales, plásticos	Deficiencias en las buenas prácticas de fabricación	1	4	4	S	S	Plan de control de proveedores. Inspección visual en recepción. Malla tamiz en la tolva que alimenta la mezcladora.	Compra a proveedores de confianza con certificados de calidad.	SÍ	NO	NO	-	No
	Químico	Presencia de alérgenos no contemplados en la receta	Etiquetado incorrecto	1	4	4	S	S	Plan de control de proveedores. Plan de control de alérgenos. Hoja de declaración de alérgenos a cumplimentar por el proveedor.		SÍ	NO	NO	-	No
	Biológico	Presencia de insectos y animales indeseables	Cribaje y limpieza del producto deficiente por parte del proveedor	3	1	3	NS	NS	Plan de control de proveedores. Inspección visual en recepción.	Compra a proveedores de confianza con certificados de calidad.	-	-	-	-	No
	Biológico	Presencia de moho	Condiciones de almacenaje deficientes por parte del proveedor	1	4	4	S	S	Plan de control de proveedores. Inspección visual en recepción (ausencia de moho). Control de la humedad en recepción. En caso de incumplimiento, se devuelve al proveedor.		SÍ	NO	NO	-	No
	Biológico	Presencia de microorganismos indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de cultivo y manipulación	1	1	1	NS	NS	Plan de control de proveedores.	Establecimiento de especificaciones de materias primas. Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, con lo cual el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No
	Biológico	Presencia de micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, Desoxinivalenol, Zearalenona)	Condiciones de almacenaje deficientes por parte del proveedor	1	4	4	S	S	Plan de control de proveedores. Inspección visual en la recepción (ausencia de moho). Control de la humedad en recepción.		SÍ	NO	NO	-	No
Recepción del salvado de arroz	Químico	Presencia de arsénico por encima de los límites legales	Contaminación del producto en origen (cultivo)	2	3	6	NS	NS	Plan de control de proveedores	Compra a proveedores de zonas con baja contaminación.	SÍ	NO	NO	-	No
	Químico	Enranciamiento por encima del límite establecido por la empresa.	Estabilización de las grasas no controlada en origen.	2	3	6	NS	NS	Plan de control de proveedores. Control analítico en la recepción del producto.	Compra a proveedores de zonas con baja contaminación.	SÍ	NO	NO	-	No
Recepción de envases y embalajes	Biológico	Presencia de microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Prácticas de fabricación y de manipulación deficientes por parte del proveedor	1	1	1	NS	NS	Plan de control de proveedores.	Establecimiento de especificaciones de materias primas.	-	-	-	-	No
	Físico	Contaminación por parte del proveedor con restos de animales e insectos: larvas, heces de roedores	Prácticas de manipulación deficientes	1	1	1	NS	NS	Plan de control de proveedores. Inspección visual en recepción.		-	-	-	-	No
	Químico	Migración de polímeros procedentes del plástico	Utilización de envases plásticos no aptos para su utilización en la industria alimentaria.	1	2	2	NS	NS	Plan de control de proveedores.	Fichas técnicas y certificados de migración de los envases que entran en contacto directo con los alimentos.	-	-	-	-	No

<b>Almacenaje de materias primas</b>	Físico	Contaminación por presencia de restos de roedores (heces)	Barreras físicas no efectivas	1	1	1	NS	Plan de control de plagas	El producto viene del proveedor perfectamente cerrado Inspección visual continua durante el envasado.	-	-	-	-	No
	Físico	Contaminación por cuerpos extraños metálicos y/o madera	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Buenas prácticas de almacenamiento: Malla tamiz en la tolva que alimenta la mezcladora.	Envasado manual del producto final, haciendo una inspección visual continua.	-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Buenas prácticas de almacenamiento.	Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por presencia de animales indeseables (insectos, roedores)	Barreras físicas no efectivas	3	1	3	NS	Plan de control de plagas. Buenas prácticas de almacenamiento.	Envasado manual del producto final, haciendo una inspección visual continua.	-	-	-	-	No
<b>Almacenaje de envases y embalajes</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Condiciones higiénicas del almacén inadecuadas	1	1	1	NS	Plan de limpieza y desinfección.		-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Almacenaje incorrecto: sin tapar correctamente, caídas por el suelo...	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal.		-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por presencia de animales indeseables (insectos, roedores)	Barreras físicas no efectivas	3	1	3	NS	Plan de control de plagas. Buenas prácticas de almacenamiento.	Mantener todas las entradas cerradas para evitar la presencia de animales indeseables. Control de las barreras físicas.	-	-	-	-	No
	Físico	Contaminación por cuerpos extraños metálicos y/o madera	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Buenas prácticas de almacenamiento.		-	-	-	-	No
	Físico	Contaminación por presencia de restos de roedores (heces)	Barreras físicas no efectivas	1	1	1	NS	Plan de control de plagas.		-	-	-	-	No
<b>Pesado</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Utensilios sucios	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Plan de limpieza y desinfección	Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Manual de buenas prácticas.	Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No
	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Utensilios sucios	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Plan de limpieza y desinfección	Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No
<b>Mezclado</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Manual de buenas prácticas.	Posteriormente la mezcla de ingredientes preparados se hornea a 150°C, el peligro microbiológico queda descartado.	-	-	-	-	No

<b>Horneado</b>	Químico	Presencia de acrilamidas por encima de los límites aceptables	Quemaduras durante el horneado	1	4	4	S	Plan de formación y capacitación del personal. Plan de mantenimiento de los equipos Vigilancia de la temperatura del horno constante mediante sensores.	Sí	No	No	-	No
	Biológico	Supervivencia de microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Temperatura de horneado insuficiente	1	4	4	S	Plan de formación y capacitación del personal. Plan de mantenimiento de los equipos	Sí	No	No	-	No
<b>Enfriamiento</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Manual de buenas prácticas. Plan de control de superficies.	-	-	-	-	No
<b>Aire comprimido</b>	Biológico	Proliferación de microorg. indicadores y/o patógenos hasta niveles por encima de los límites legales o recomendados	Calidad deficiente del aire debido a un mantenimiento deficiente del compresor	1	3	3	NS	Plan de mantenimiento. Uso de aire comprimido autorizado para contacto con alimentos	-	-	-	-	No
<b>Envasado en doypack</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Malas prácticas de manipulación por parte del operario	1	1	1	NS	Plan de formación y capacitación del personal. Manual de buenas prácticas.	-	-	-	-	No
	Biológico	Proliferación de microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados en etapas posteriores (almacenaje)	Envasado defectuoso	1	1	1	NS	Plan de mantenimiento. Control visual durante el envasado.	-	-	-	-	No
<b>Encajado</b>	Peligros no encontrados en esta etapa								-	-	-	-	No
<b>Paletizado</b>	Peligros no encontrados en esta etapa								-	-	-	-	No
<b>Almacenaje producto final</b>	Peligros no encontrados en esta etapa								-	-	-	-	No
<b>Expedición</b>	Biológico	Contaminación por microorg. indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados	Condiciones higiénicas del transporte deficientes	1	1	1	NS	Plan de control de proveedores.	-	-	-	-	No

Fuente: elaboración propia

## 8. CONCLUSIONES

En este proceso productivo se deben de aplicar la legislación vigente en cuanto a la seguridad alimentaria y el Sistema de APPCC formado por los planes de Prerrequisitos y el Plan de APPCC.

Los planes de prerrequisitos necesarios son:

- Plan de control del agua
- Plan de limpieza y desinfección.
- Plan de control de plagas
- Plan de formación y capacitación del personal.
- Plan de control de proveedores
- Plan de trazabilidad
- Plan de control de alérgenos.
- Plan de mantenimiento de los equipos
- Manual de buenas prácticas.
- Plan de control de superficies.
- Plan de control de residuos

En el Plan de APPCC se han detectado algunos peligros que, atendiendo a su probabilidad de incidencia y su gravedad, resultan significativos en dos etapas del proceso productivo:

- Recepción de materias primas:
  - Contaminación en origen por cuerpos extraños: vidrios, piedras, metales, plásticos
  - Presencia de alérgenos no contemplados en la receta
  - Presencia de moho
  - Presencia de micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, Desoxinivalenol, Zearalenona)
- Horneado:
  - Presencia de acrilamidas por encima de los límites aceptables
  - Supervivencia de microorganismos indicadores y/o patógenos por encima de los límites legales o recomendados

Gracias a las medidas preventivas aplicadas en este Sistema de APPCC no se consideran Puntos de Control Críticos (PCC).

No obstante, en aplicación de los principios del Sistema de APPCC, debe de vigilarse la correcta aplicación del plan, comprobar que el sistema es correcto y aplicar las medidas correctoras que sean necesarias para que se siga garantizando la seguridad del producto elaborado, la granola con salvado de arroz.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**Anejo 7: Residuos**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	194
2. Identificación de los residuos.....	194
3. Almacén de residuos.....	196
4. Tratamiento de los residuos.....	197
4.1. Tratamiento de los restos de producto y materias primas.....	197
4.2. Tratamiento del plástico.....	198
4.3. Tratamiento del cartón.....	200

## 1. OBJETO

El objeto de este documento es determinar los residuos generados en el proceso de elaboración de granola con salvado de arroz y el tratamiento que deben de seguir los residuos mencionados.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

En el proceso de producción de la granola con salvado de arroz se van generando distintos tipos de residuos tal como se describe en la Tabla 103.

En la **recepción** de materias primas y materiales auxiliares pueden generar plásticos, papel, cartones y palets, correspondientes a los envases y embalajes de estas mercancías.

En el **almacén de materias primas** no se prevén residuos, no obstante, ocasionalmente puede generarse residuos inorgánicos no reciclables y envases correspondientes a los productos de limpieza.

En la **zona de pesado** se generan residuos correspondientes a envases de las materias primas, cartón, restos de materias primas de los envases, o no aptas y envases de productos de limpieza.

En la **zona de mezclado y del horno** los residuos serán los restos de producto que pudiera quedar adherida en la mezcladora o a la cinta transportadora del horno, o producto procesado no apto y envases de productos de limpieza.

En la **zona de envasado** se pueden generar residuos de producto no apto envasado o no envasado, cartón, plástico procedente de los *doypacks* defectuosos, además de envases de productos de limpieza.

En el **almacén de producto terminado** se concentrarán las devoluciones de producto no apto o con consumo preferente sobrepasado, plástico, papel y cartón.

En la **zona de expedición** se generarán residuos como plástico, papel, palets.

En la **zona de calidad** se generarán restos laminocultivos que se desinfectan mediante autoclave y se depositan en la basura (rechazo).

En la **zona de mantenimiento** se generan plásticos, cartón, papel, filtros.

En las **zonas generales** se generan todo tipo de residuos como materia orgánica (restos de comida), papel (oficina), cartón (oficina), plástico (oficina), tóner, además de envases de los productos de limpieza.

En todas las fases de producción y de la industria puede generarse residuos inorgánicos no reciclables.

Tal y como ya se describe en la Tabla 103, cada tipo de residuo se depositará en una bolsa del color según su destino y se lleva al lugar indicado, el almacén de residuos del establecimiento.

**Tabla 103 Residuos generados en cada etapa productiva**

RESIDUO	PRODUCCIÓN								NO PROD.			FLUJO DE ALMACENAMIENTO	
	RECEPCIÓN	ALMACÉN MP	PESADO MP	MEZCLA	HORNEADO	ENVASADO	ENCAJADO	ALMACÉN PT	EXPEDICIÓN	CALIDAD	MANTEN.		GENERAL
Devoluciones no aptas y productos con consumo preferente sobrepasado								x					Entran a almacén y se almacenan a producto no apto. El producto con consumo preferente sobrepasado se revisa y se deposita en bolsas NARANJAS, se lleva diariamente al contenedor del mismo color.
Materia prima no apta y productos con procesado incorrecto			x	x	x	x	x						El envasado o no se deposita en bolsas NARANJAS, se lleva diariamente al contenedor del mismo color.
Plástico	x		x			x		x	x	x	x	x	Se deposita en contenedores de bolsa AMARILLA. Diariamente se recoge y se lleva a almacén. El de fuera de zona de producción, se lleva a almacén diariamente. PLÁSTICO.
Cristal													x Se puede generar ocasionalmente. VERDE.
Papel	x							x	x	x			x Se deposita en contenedores de bolsa AZUL. Diariamente se saca y recoge y se lleva a almacén. PAPEL Y CARTÓN.
Cartón	x		x			x	x	x				x	x Se deposita en contenedores de bolsa AZUL o no según tamaño por separado. Diariamente se saca y recoge y se lleva a almacén. PAPEL Y CARTÓN.
Palets	x								x				Se llevan al almacén de materiales auxiliares para ser reutilizados.
Residuos inorgánicos no reciclables	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Se deposita en contenedores de bolsa GRIS. Diariamente se recoge y se lleva a almacén. RECHAZO.
Materia orgánica													x El producto sin envase de deposita en bolsa BLANCA y va a MATERIA ORGÁNICA
Tóner													x Se puede generar ocasionalmente. Se depositan en una caja de tóner. en contenedores de bolsa NEGRO. Se lleva a almacén. TÓNER.
Envases de productos de limpieza		x	x	x	x	x							x Se deposita en contenedores de bolsa AMARILLA. Diariamente se saca y recoge y se lleva a almacén.
Restos laminocultivos										x			Se descontaminan mediante autoclave y se tiran al contenedor de bolsa GRIS. Diariamente se saca y recoge y se lleva a almacén RECHAZO.

Fuente: elaboración propia

### 3. ALMACÉN DE RESIDUOS

En el almacén residuos hay contenedores de distintos colores según el tipo de fracción de residuo tal como muestra la Tabla 103:

- En el contenedor MARRÓN se depositarán las bolsas blancas biodegradables, contendrán restos de materia orgánica que no corresponde al producto elaborado, con lo que procederá de fuera de la zona de producción (restos de comida).
- En el contenedor NARANJA se depositarán las bolsas naranjas, contendrán restos de materia orgánica del proceso productivo, materias primas y producto no apto, envasados o no.
- En el contenedor AMARILLO se depositarán los ENVASES de los productos de limpieza, *doypacks* vacíos.
- En el contenedor VERDE se depositará el CRISTAL. En caso de ser necesaria una bolsa se utilizará de color VERDE.
- En el contenedor AZUL se depositará el PAPEL Y CARTÓN en bolsas azules. Material procedente del proceso productivo, pero también de oficinas.
- En la caja TÓNER se depositará el TÓNER generado ocasionalmente.
- En el contenedor GRIS se depositará la Basura no clasificable, RECHAZO.

**Tabla 104** Contenedores en el almacén de residuos

MATERIA ORGÁNICA Restos comida	MATERIA ORGÁNICA M.P, producto	ENVASES	CRISTAL	PAPEL Y CARTÓN	TÓNER	RECHAZO
MARRÓN 	NARANJA 	AMARILLO 	VERDE 	AZUL 	TÓNER 	GRIS 
BLANCA 	NARANJA 	AMARILLA 	VERDE 	AZUL 	NEGRA 	GRIS 

Fuente: elaboración propia

## 4. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Todos los residuos son recogidos y gestionados por la empresa gestora contratada. No obstante, la materia orgánica procedente de la producción, es decir, restos de producto y materias primas no aptos (contenedor naranja), será recogido y gestionado por otra empresa que se dedica a elaborar harinas para pienso.

De los residuos generados se observa que serán más cuantiosos y voluminosos los plásticos, cartón y restos de producto y materias primas no aptos. En este capítulo explicamos el tratamiento que seguirán estos residuos.

El cristal y restos de residuos no orgánicos serán gestionados por una empresa certificada para el transporte y tratamiento de residuos.

Los cartuchos tóner serán recogidos por la misma empresa suministradora de la tinta.

### 4.1. Tratamiento de los restos de producto y materias primas

Los restos de materia orgánica procedente de la elaboración del producto (subproductos) corresponde a las materias primas no aptas, restos de envases, producto elaborado que no cumple los estándares de calidad, polvo de granola, avena, frutos secos y otros ingredientes, devoluciones de producto (fecha de consumo preferente sobrepasada), etc.

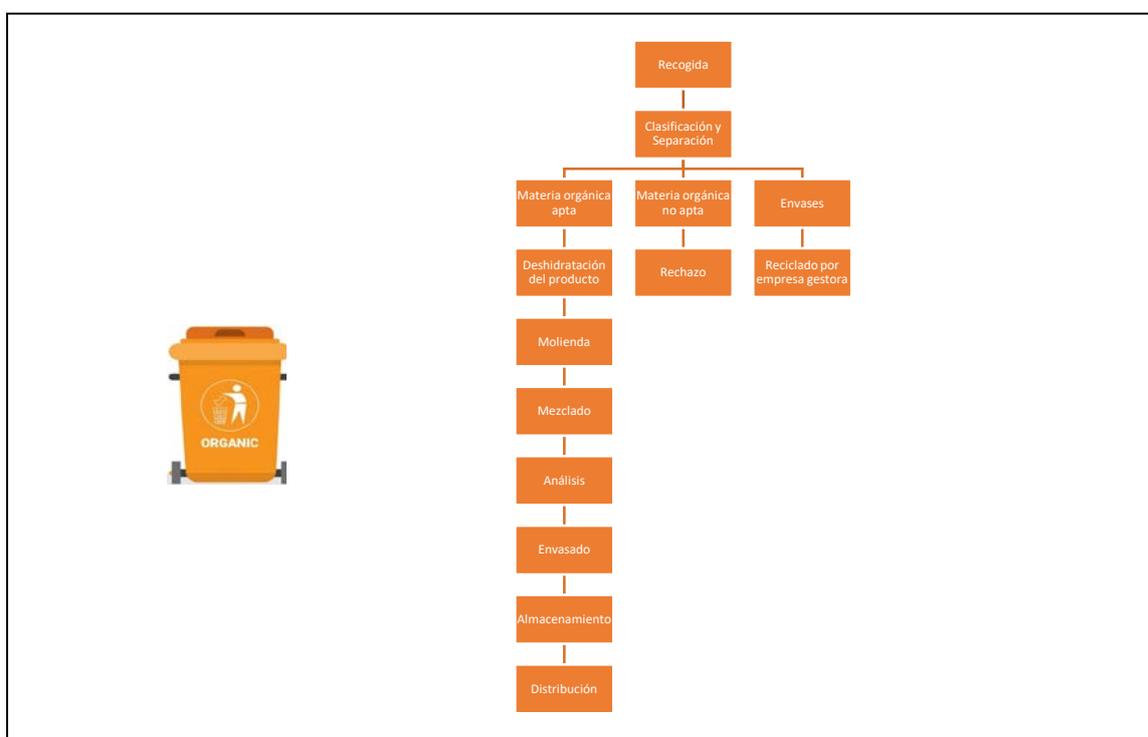
La industria ha contratado los servicios de una empresa elaboradora de harina para piensos que recoge este residuo para elaborar la harina. El proceso del tratamiento se muestra gráficamente en la Figura 45 y se describe a continuación.

La empresa contratada recoge los subproductos generados de materias primas y granola depositadas en el contenedor naranja. Los traslada a la industria elaboradora de harina para pienso.

Las fases de la transformación en harina son:

- Separación y clasificación: Se separa la materia orgánica apta, de la no apta para la elaboración de la harina y de los envoltorios. Se clasifican y separan los subproductos en función de su composición y calidad. Esto es importante para asegurar que la harina resultante tenga una composición nutritiva adecuada y esté libre de contaminantes.
- Molienda: Los subproductos se muelen inicialmente en una máquina de molienda gruesa para reducir su tamaño, posteriormente se pasan por una molienda fina para obtener una harina de textura uniforme. Este proceso puede incluir varios pasos de molienda y tamizado para asegurar que la harina tenga la consistencia deseada.
- Deshidratación del producto: la harina resultante se somete a un tratamiento térmico para disminuir el porcentaje de humedad de la harina.
- Mezclado de ingredientes: La harina de granola puede mezclarse con otros ingredientes para equilibrar su perfil nutricional según las necesidades específicas

- del pienso animal. Esto puede incluir la adición de otras harinas, suplementos vitamínicos y minerales.
- **Análisis nutricional:** Se realizan análisis de laboratorio para determinar el contenido nutricional de la harina, asegurando que cumple con los estándares requeridos para el pienso animal. También se llevan a cabo pruebas de calidad para detectar posibles contaminantes y garantizar que el producto sea seguro para el consumo animal. Esto puede incluir pruebas microbiológicas y de contaminantes químicos.
  - **Envasado:** La harina de pienso se envasa en sacos o contenedores adecuados para su transporte y almacenamiento. El envasado debe proteger el producto de la humedad y la contaminación.
  - **Almacenamiento:** Se almacena en condiciones adecuadas, controlando la temperatura y la humedad para prevenir el deterioro.
  - **Distribución:** Finalmente, la harina de pienso se distribuye a los consumidores, que pueden ser granjas, fábricas de alimento para animales, o distribuidores de productos agropecuarios.



**Figura 45** Esquema del proceso de reciclaje de la materia orgánica procedente de la producción

Fuente: Elaboración propia

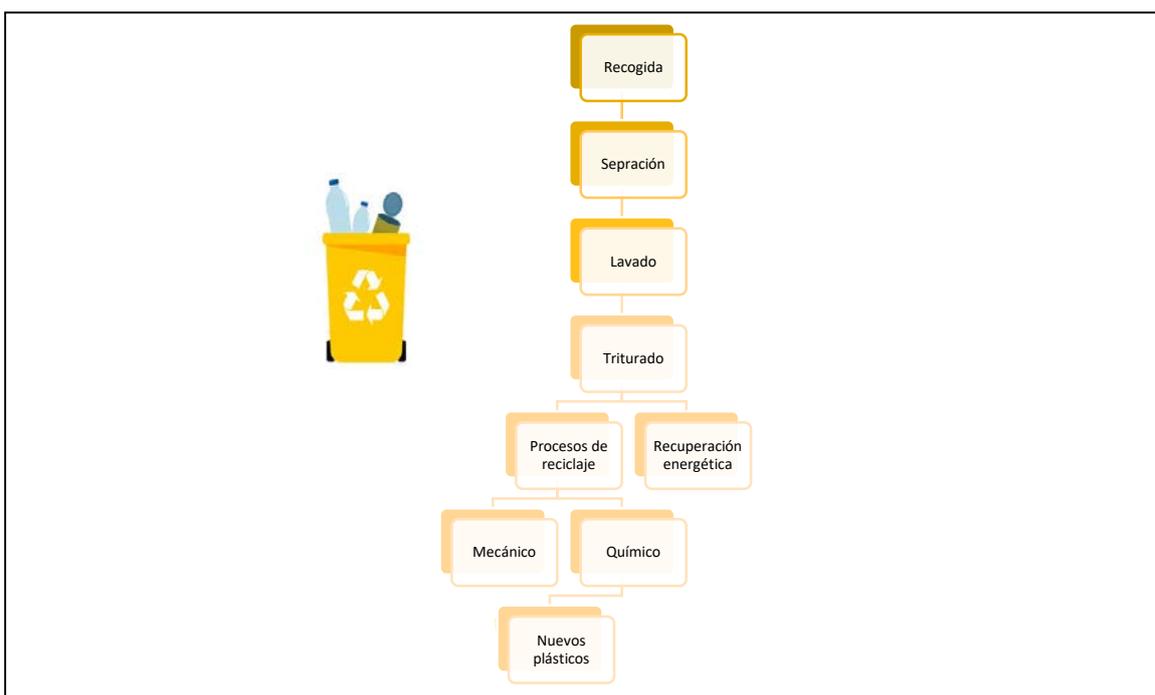
## 4.2. Tratamiento del plástico

Los plásticos generados en la industria son básicamente envases de los ingredientes, envases de las materias primas y *doypack* defectuosos.

Estos residuos son recogidos por la empresa gestora de residuos contratada por la empresa. Recoge el contenido del contenedor AMARILLO y lo traslada a las instalaciones de reciclaje.

El proceso de reciclaje sigue la siguiente secuencia de fases:

- Separación: Debe de separarse el plástico según el tipo de polímero (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, etc.) y el color. Esta separación puede ser manual o mediante tecnologías automatizadas como la clasificación óptica.
- Lavado: El plástico se lava para eliminar contaminantes como etiquetas, adhesivos, residuos de alimentos, y otros desechos.
- Triturado: El plástico limpio se tritura en pequeñas partículas o escamas para facilitar el procesamiento posterior.
- Procesos de reciclaje:
  - o Mecánico: Las escamas de plástico se funden y se moldean en pellets o gránulos. Los pellets se funden nuevamente y se moldean mediante procesos como la inyección, extrusión, soplado y termoformado para crear productos finales.
  - o Reciclaje Químico: Los plásticos se descomponen químicamente en sus monómeros originales o en otros productos químicos básicos mediante procesos como el pirólisis, la gasificación o la hidrólisis. Los monómeros recuperados se purifican y se utilizan para sintetizar nuevos polímeros, cerrando el ciclo de vida del plástico.
- Recuperación energética: Los residuos plásticos no reciclables se queman en instalaciones de incineración controlada para generar energía eléctrica y térmica.



**Figura 46** Esquema de reciclaje de envases y plástico  
*Fuente: Elaboración propia*

Los plásticos reciclados se utilizan para fabricar una amplia variedad de productos, incluyendo envases, componentes automotrices, productos textiles, mobiliario urbano, y muchos otros, pero también en materiales innovadores. Se está investigando para el

desarrollo de nuevos materiales plásticos sostenibles, fáciles de reciclar, como bioplásticos y polímeros diseñados para un reciclaje eficiente.

### 4.3. Tratamiento del cartón

El tratamiento del cartón es un proceso que implica varias etapas para gestionar, reciclar y reutilizar este material de manera eficiente y sostenible.

El cartón separado de otros tipos de residuos de la industria (contenedor AZUL) lo recoge la empresa gestora de residuos contratada por la empresa.



**Figura 47** Esquema de reciclaje del papel y cartón

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se transportan a instalaciones de reciclaje donde se realiza el proceso siguiente:

- Desmenuzado: El cartón se tritura en pequeñas piezas para facilitar el procesamiento posterior.
- Depuración: Se eliminan los contaminantes no deseados como grapas, cintas adhesivas, y plásticos.
- Pulpeo: consiste en la hidratación del cartón triturado en agua con el objeto de descomponer las fibras de celulosa. Esto produce una pasta o pulpa de papel. Posteriormente la pulpa se pasa a través de varios sistemas de limpieza para eliminar impurezas y contaminantes residuales.
- Refinamiento: La pulpa se refina para mejorar la calidad y la resistencia de las fibras.

- Blanqueo (opcional): En algunos casos, la pulpa se blanquea para eliminar el color y producir cartón reciclado más claro.
- Formado: La pulpa se extiende sobre una malla para formar una hoja continua. El agua se drena a través de la malla, dejando atrás la hoja de papel.
- Prensado y Secado: La hoja se prensa para eliminar el exceso de agua y luego se seca utilizando cilindros calentados o sistemas de secado al aire.
- Corte y Enrollado: El cartón seco se corta a las dimensiones deseadas y se enrolla para su uso en la fabricación de nuevos productos.
- Acabado: El cartón puede someterse a tratamientos adicionales como recubrimientos, laminados, y estucados para mejorar sus propiedades y adecuarlo a diferentes aplicaciones.
- Producción de Nuevos Productos: se utiliza para fabricar nuevos productos de cartón como cajas, embalajes, y otros artículos de papel.



---

# **Universidad de Valladolid**

## **Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

## **DOCUMENTO II: PLANOS**

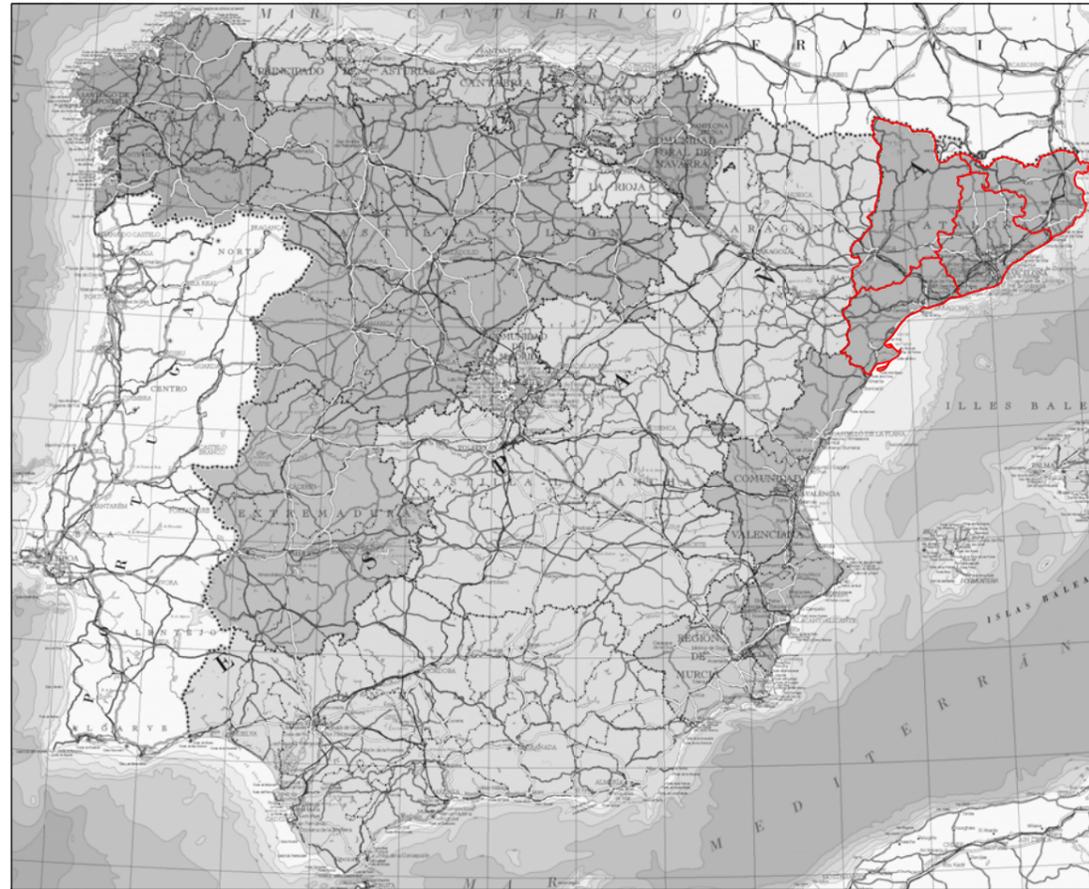
Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

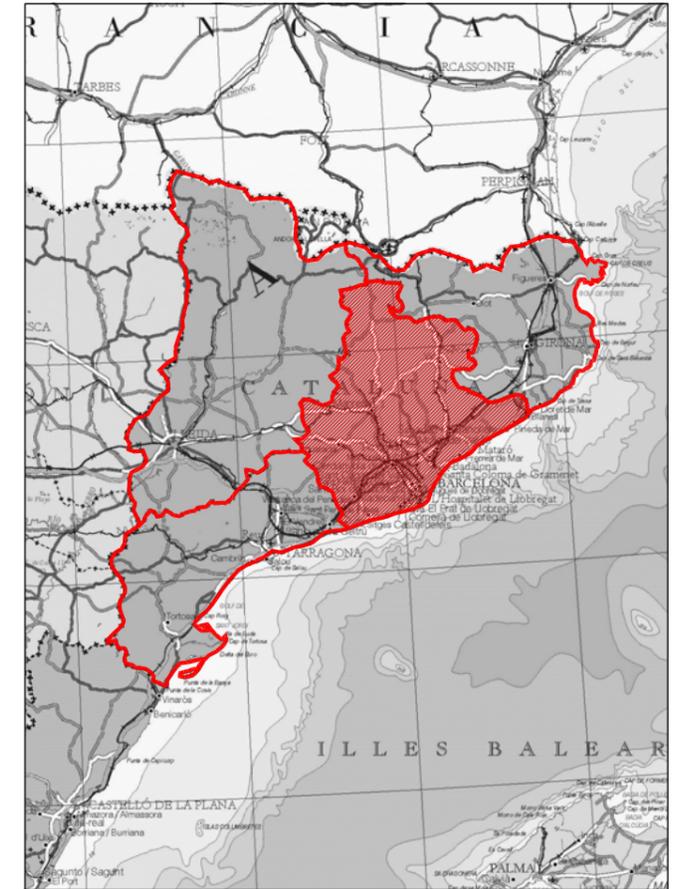
Plano 1. Localización y situación .....	204
Plano 2. Emplazamiento .....	205
Plano 3. Planta de distribución.....	206
Plano 4. Maquinaria y organización industrial .....	207
Plano 5. Flujo del proceso productivo .....	208



Escala 1:50.000.000



Escala 1:7.000.000

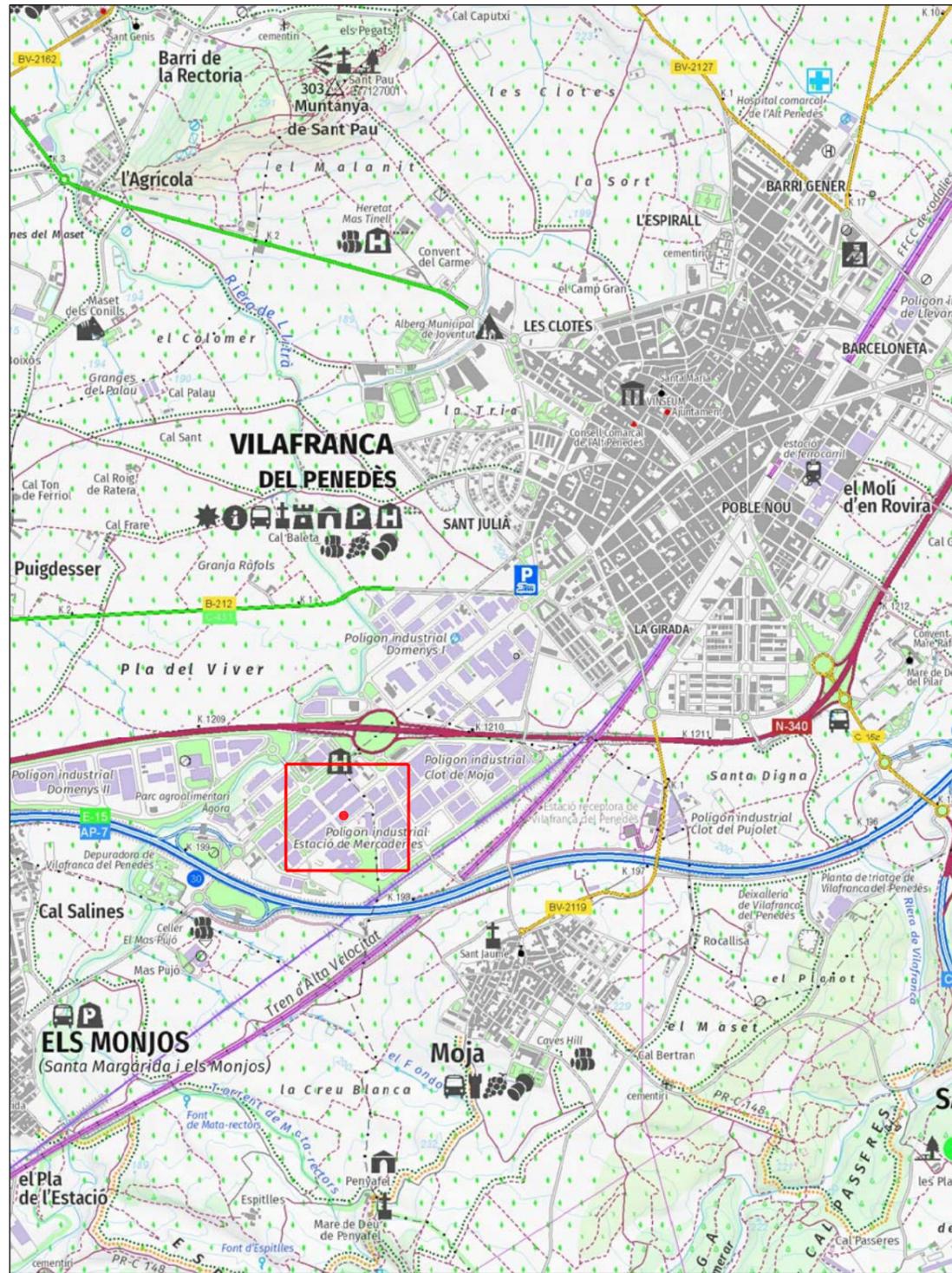


Escala 1:3.500.000



Escala 1:1.000.000

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
<b>PROYECTO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO          FUNCIONAL ELABORADO CON SALVADO DE ARROZ</b>		
TÍTULO DEL PROYECTO		
MIREIA CARINYENA SAMIT		Varias Escalas
PROMOTOR		<b>01</b>
		ESCALA
LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN		ALUMNO/A:
TÍTULO DEL PLANO		
GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS		FECHA: 14/06/2024
TITULACIÓN		FIRMA

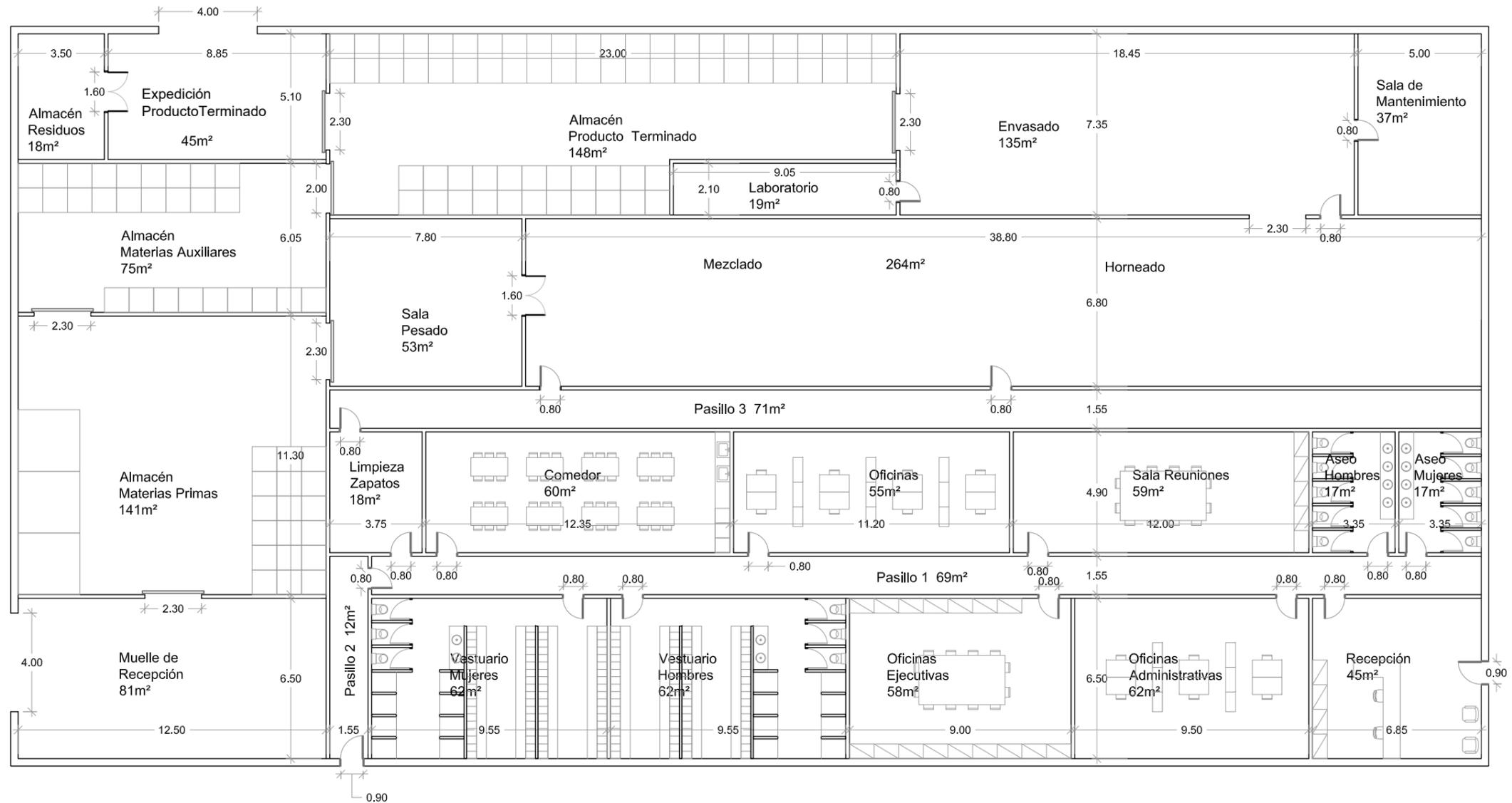


Escala 1:25.000



Escala 1:5.000

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	<b>PROYECTO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO</b> <b>FUNCIONAL ELABORADO CON SALVADO DE ARROZ</b>		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
PROMOTOR <b>MIREIA CARINYENA SAMIT</b>		ESCALA <b>Varias Escalas</b>	Nº PLANO <b>02</b>
EMPLAZAMIENTO _____		ALUMNO/A: _____	
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: <b>14/06/2024</b>	
GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS		FIRMA 	
TITULACIÓN _____			



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



**PROYECTO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO**  
**FUNCIONAL ELABORADO CON SALVADO DE ARROZ**

TÍTULO DEL PROYECTO

MIREIA CARINYENA SAMIT

Escala 1:200

**03**

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

ALUMNO/A:

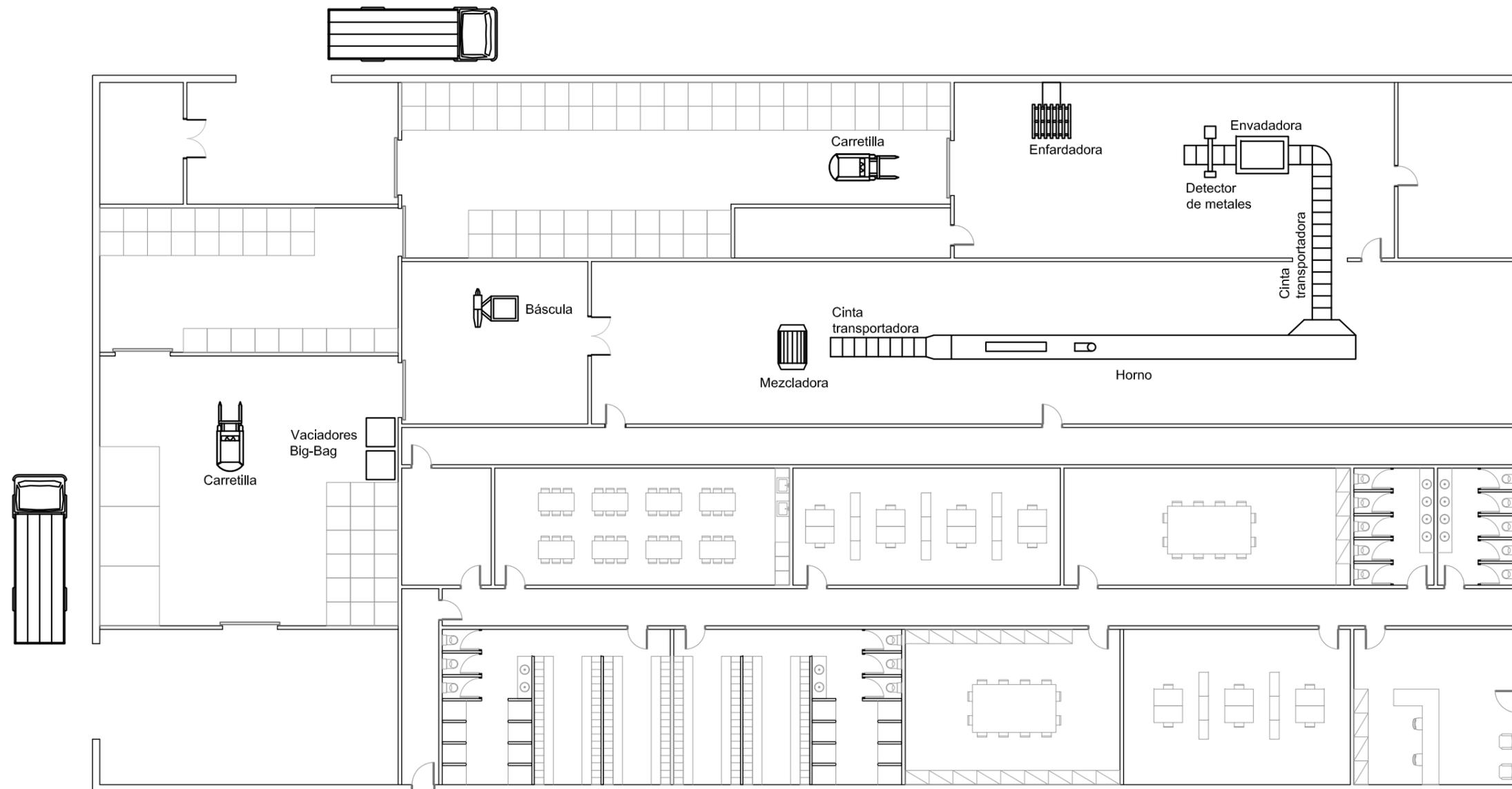
TÍTULO DEL PLANO

FECHA: 14/06/2024

GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

FIRMA



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



**PROYECTO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO**  
**FUNCIONAL ELABORADO CON SALVADO DE ARROZ**

TÍTULO DEL PROYECTO

MIREIA CARINYENA SAMIT

PROMOTOR

Escala 1:200

ESCALA

**04**

Nº PLANO

MAQUINARIA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

TÍTULO DEL PLANO

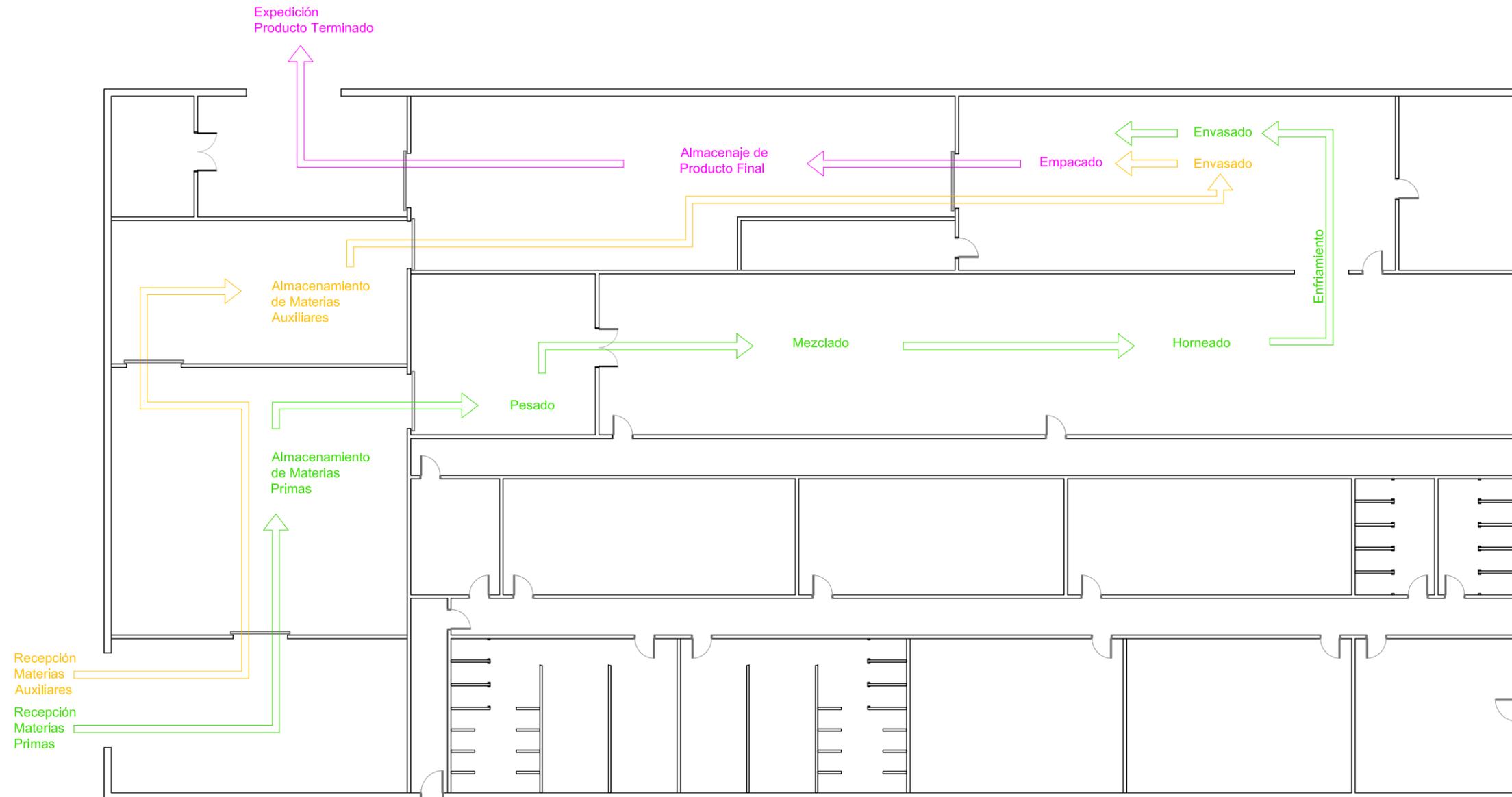
ALUMNO/A:

GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

FECHA: 14/06/2024

FIRMA




**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**


**PROYECTO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO  
 FUNCIONAL ELABORADO CON SALVADO DE ARROZ**

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

PROMOTOR <u>MIREIA CARINYENA SAMIT</u>	Escala 1:200 ESCALA _____	<b>05</b> Nº PLANO _____
--	------------------------------	-----------------------------

**FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO**  
 TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

ALUMNO/A: \_\_\_\_\_

  
 FIRMA \_\_\_\_\_

FECHA: 14/06/2024

GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS  
 TITULACIÓN \_\_\_\_\_



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO  
CON SALVADO DE ARROZ

**DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**

Alumna: Mireia Cariñena Samit  
Tutor: Pedro Antonio Caballero Calvo

## ÍNDICE

1. Objeto.....	211
2. Condicionantes para el desarrollo del producto .....	211
2.1. Definición de alimento funcional .....	211
2.2. Conclusiones.....	212
2.3. Salvado de arroz como ingrediente .....	212
2.4. Producto orientado a desayunos o meriendas.....	213
3. Nombre del producto .....	213
4. Descripción del producto .....	214
4.1. Ingredientes del producto .....	214
4.2. Composición nutricional del producto .....	215
5. Parámetros fisicoquímicos del producto .....	215
6. Parámetros microbiológicos y contaminantes del producto.....	216
7. Proceso de fabricación del producto.....	217
8. Verificación del pliego de condiciones .....	217
9. Etiquetado del producto.....	218
10. Condicionantes legislativos .....	220
BIBLIOGRAFÍA.....	221

## 1. OBJETO

El objeto de este documento es el producto alimenticio funcional objeto de este proyecto en base a los condicionantes principales. También se relacionan los condicionantes técnicos y legislativos relacionados para la producción industrial del mismo.

## 2. CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DEL PRODUCTO

Este proyecto debe desarrollar un producto alimenticio que sea que cumpla con los condicionantes:

- Debe de ser un alimento funcional
- Ha de contener salvado de arroz en sus ingredientes
- Debe de ser un producto relacionado con el mercado de desayunos y meriendas

### 2.1. Definición de alimento funcional

Han aparecido una gran variedad de términos en todo el mundo como *nutracéuticos*, *alimentos medicinales*, *alimentos vitamínicos* y otros más tradicionales como los *complementos dietéticos* y *alimentos enriquecidos*. Sin embargo, el término de los *alimentos funcionales* es el predominante a pesar de que varias organizaciones han tratado de diferenciar esta categoría de alimentos emergentes. (Alvídrez-Morales et al., 2002). Todos los alimentos son funcionales en algún nivel fisiológico, pero en la actualidad, no existe un término universalmente aceptado para los alimentos funcionales, no obstante, en este capítulo intentamos recoger algunas definiciones aceptadas.

#### European Food Information Council (EUFIC)

Se consideran como los alimentos que están destinados a ser consumidos como parte de la dieta normal y contienen componentes biológicamente activos que mejoran potencialmente la salud o reducen el riesgo de la enfermedad. Algunos ejemplos de alimentos funcionales destacan los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, los alimentos con adición de sustancias biológicamente activas, como los fitoquímicos u otros antioxidantes y probióticos que tienen cultivos vivos beneficiosos (EUFIC, 2006)

#### European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe (FUFOSE)

Debido al interés creciente en el concepto de "alimentos funcionales" y "declaraciones de propiedades saludables", la Unión Europea estableció el *European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe* (FUFOSE). El programa fue coordinado por el *International Life Sciences Institute* (ILSI), Europa y el objetivo era desarrollar y establecer las bases científicas que pudieran determinar las evidencias necesarias para apoyar el desarrollo de los productos alimenticios que pueden tener un efecto beneficioso sobre una función fisiológica el cuerpo, que puede mejorar el estado de un individuo de la salud y el bienestar y/o reducir el riesgo de la enfermedad (EUFIC, 2006). En el proyecto FUFOSE: Un alimento puede ser considerado *funcional* si se demuestra satisfactoriamente que afecta beneficiosamente una o más funciones

objetivo en el cuerpo, más allá de los efectos nutricionales adecuados, de una manera que sea relevante tanto a un mejor estado de salud y el bienestar y prevención o reducción del riesgo de la enfermedad. Los alimentos funcionales deben seguir siendo alimentos y deben demostrar sus efectos en las cantidades que normalmente se espera que sean consumidos en la dieta: no son las pastillas o cápsulas, sino parte de un patrón alimentario normal.

Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se ha añadido un componente, o un alimento del que se ha eliminado un componente por medios tecnológicos o biotecnológicos. También puede ser un alimento en la naturaleza de uno o más componentes se ha modificado, o un alimento en el que la biodisponibilidad de uno o más componentes se ha modificado, o cualquier combinación de estas posibilidades. Un alimento funcional puede ser funcional para todos los miembros de una población o para determinados grupos de la población, que podría definirse, por ejemplo, la edad o la constitución genética. (EUFIC, 2006)

### Comisión Europea

En la Unión Europea no existe ninguna definición legal de “alimento funcional”, con lo cual este tipo de alimentos no están cubiertos por ninguna normativa europea, sin embargo, sí que existe normativa reguladora de las “Declaraciones de propiedades saludables” de los alimentos, la y como se explicará en el siguiente capítulo.

La Comisión Europea, a pesar de no tener una definición “legal” del alimento “funcional” entiende que es el alimento que puede consumirse habitualmente en una dieta equilibrada y normal, constituido de ingredientes naturales, presentes o no en el alimento original con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que se considere funcional o saludable.

## **2.2. Conclusiones**

En general todas las definiciones son parecidas, aunque unas inciden más en algunos aspectos que otras. Se pueden destacar los siguientes puntos en la mayoría de ellas:

- Deben de ser alimentos, no pastillas o cápsulas.
- Los efectos deben de conseguirse con el consumo de una cantidad normal del alimento.
- Puede ser un alimento normal al que se le ha añadido o quitado algún componente.
- Demostración de los efectos beneficiosos.
- Efectos de mejora de salud, prevención o reducción de riesgo de una enfermedad.
- Los efectos pueden estar dirigidos a la población en general o bien a un grupo reducido.

## **2.3. Salvado de arroz como ingrediente**

En el *Anejo 1 Antecedentes y situación actual* de este proyecto se ha revisado diversos aspectos del salvado de arroz. Su composición química presenta un alto contenido en fibra (aproximadamente el 21%) y proteína (13,4%). Pero también son de interés otros

componentes de inferior proporción, pero de gran importancia como son los fitosteroles, tocotrienoles,  $\gamma$ -orizanol y vitamina E.

El salvado de arroz puede consumirse directamente, pero su textura y sabor pueden no ser muy atractivos para algunas personas, de modo que este proyecto desarrolla un producto alimenticio en el cual el salvado de arroz sea uno de sus ingredientes.

Numerosos estudios intentan demostrar los beneficios en la salud de animales, pero también en humanos, del consumo de este subproducto como es la reducción de colesterol, gracias a su contenido de ácidos grasos y la fibra dietética.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomienda un consumo diario de 25 gramos de fibra dietética en adultos para el normal funcionamiento del intestino grueso. Además, la evidencia muestra que en adultos hay otros beneficios asociados a un elevado consumo de fibra dietética (ej: se reduce el riesgo de enfermedades de corazón, diabetes tipo 2 y se facilita el control de peso).

La adición de este subproducto como ingrediente en un producto alimenticio, según los estudios consultados, afecta en las características sensoriales del producto final. En proporciones elevadas disminuye la aceptación por parte del consumidor. En general se observan buenos resultados en aplicaciones entre el 10 y 20% en distintos productos de panadería como son las galletas. Aspecto importante que considerar en el desarrollo del producto.

## 2.4. Producto orientado a desayunos o meriendas

El promotor de este proyecto tiene una industria de galletas e intenta diversificar sus productos dirigidos a desayunos y meriendas, de modo que impone que el producto a desarrollar cumpla con este condicionante.

En el Anejo 2 Alternativas se realiza un estudio del producto a desarrollar. Las propuestas son:

- Galletas
- Granola
- Muffin

Valoradas cada una de ellas, la propuesta ganadora es la granola con salvado de arroz. Este producto ha sido elegido por su larga vida útil (caducidad), es un producto novedoso en nuestro país, permite al promotor ampliar de forma diferenciada la oferta de productos orientados a desayunos y meriendas y también ampliar el “target” objetivo, ya que pretende atraer al público no consumidor habitual, pero con interés en consumir productos saludables.

## 3. NOMBRE DEL PRODUCTO

El producto objeto de este proyecto es una granola que incluye el salvado de arroz como ingrediente.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La granola es un alimento compuesto principalmente por avena, endulzado con miel o jarabe de arce y mezclado con otros ingredientes como frutos secos, semillas y frutas deshidratadas. Por lo general, se hornea hasta que esté crujiente.

Es una opción popular para el desayuno o como snack debido a su contenido de fibra, proteínas y grasas saludables. La granola se puede comer sola, con leche, yogur o frutas frescas, y también se puede usar como ingrediente en barras energéticas o en la preparación de recetas como galletas o crujientes.

### 4.1. Ingredientes del producto

Los ingredientes de la granola se describen en la Tabla 105. El ingrediente principal es la avena, ya que ofrece la textura y el sabor propio de una granola, pero se añade un cierto contenido de salvado de arroz con el fin de aumentar la fibra dietética y aportar propiedades funcionales y saludables al producto alimenticio.

**Tabla 105 Ingredientes de 100g de granola**

	g/ml	Unidad
Avena copos	21,01	g
Salvado de arroz	15,41	g
Nueces picadas	16,81	g
Semillas de calabaza	8,40	g
Semillas de girasol	8,40	g
Suero de leche	8,40	g
Aceite de coco	7,70	g
Miel	12,61	g
Extracto de vainilla	0,84	g
Canela	0,28	g
Sal	0,14	g
	100,00	

*Fuente: elaboración propia*

En el *Anejo 2 Estudio de Alternativas*, se han valorado distintas propuestas para el endulzante (jarabe de arce, miel y agave) y la proteína (suero de leche y proteína de soja). Finalmente, los ingredientes seleccionados han sido la miel como edulcorante, y el suero de leche en polvo (proteína). El criterio que más peso ha otorgado en la decisión ha sido el precio de las materias primas, ya que los ingredientes elegidos son los más económicos de las alternativas presentadas.

## 4.2. Composición nutricional del producto

La composición nutricional del producto se detalla en la Tabla 106 se ha calculado a partir de las tablas de composición de alimentos publicadas por USDA.

**Tabla 106 Composición nutricional de 100g de granola**

	Calorías Kcal	Grasas		Carbohidratos g	Azúcares g	Fibra g	Proteínas g
		Grasas g	saturadas g				
Avena copos	78,78	1,47	0,27	12,39	0,23	2,10	2,94
Salvado de arroz	48,68	3,20	0,64	7,66	0,14	3,24	2,06
Nueces picadas	109,92	10,96	1,03	2,30	0,44	1,13	2,55
Semillas de calabaza	43,28	3,36	0,74	1,57	0,08	0,43	2,51
Semillas de girasol	49,08	4,33	0,37	1,68	0,22	0,72	1,75
Suero de leche	32,52	0,49	0,30	4,12	4,12	0,00	2,88
Aceite de coco	64,17	7,63	6,36	0,06	0,00	0,00	0,00
Miel	38,32	0,01	0,00	10,39	10,35	0,03	0,04
Extracto de vainilla	2,42	0,00	0,00	0,11	0,11	0,00	0,00
Canela	0,69	0,00	0,00	0,23	0,01	0,15	0,01
Sal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	467,85	31,45	9,72	40,51	15,69	7,79	14,75

Fuente: elaboración propia

## 5. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO

La granola cumplirá con los siguientes parámetros fisicoquímicos:

**Tabla 107 Características fisicoquímicas de la granola**

Humedad	<6%
Actividad de agua (aW)	<0,55
pH	<6
Calorías	Kcal 467,85
carbohidratos	g 40,51
Proteínas	g 14,75
Grasas	g 9,72
Fibra	g 7,79

Fuente: elaboración propia

## 6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y CONTAMINANTES DEL PRODUCTO

La granola no tiene normativa sanitaria específica, por lo que se le aplican los requisitos microbiológicos y contaminantes generales para alimentos.

A falta de regulación normativa específica para este producto, se han aplicado los límites establecidos para alimentos similares: *cereales transformados, cereales de desayuno, aperitivos de cereales, productos de panadería, galletas*. Aplicando el límite más restrictivo.

Legislación aplicada:

- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005.- Relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (consolidado)
- Reglamento (UE) nº 2017/2158 de la Comisión de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos.
- Real Decreto 1094/1987, de 26 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Cereales en Copos o Expandidos. (Los límites microbiológicos fueron derogados, pero los elegimos como referencia).
- Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)

El producto final debe de cumplir con los siguientes parámetros:

**Tabla 108 Parámetros microbiológicos y contaminantes del producto**

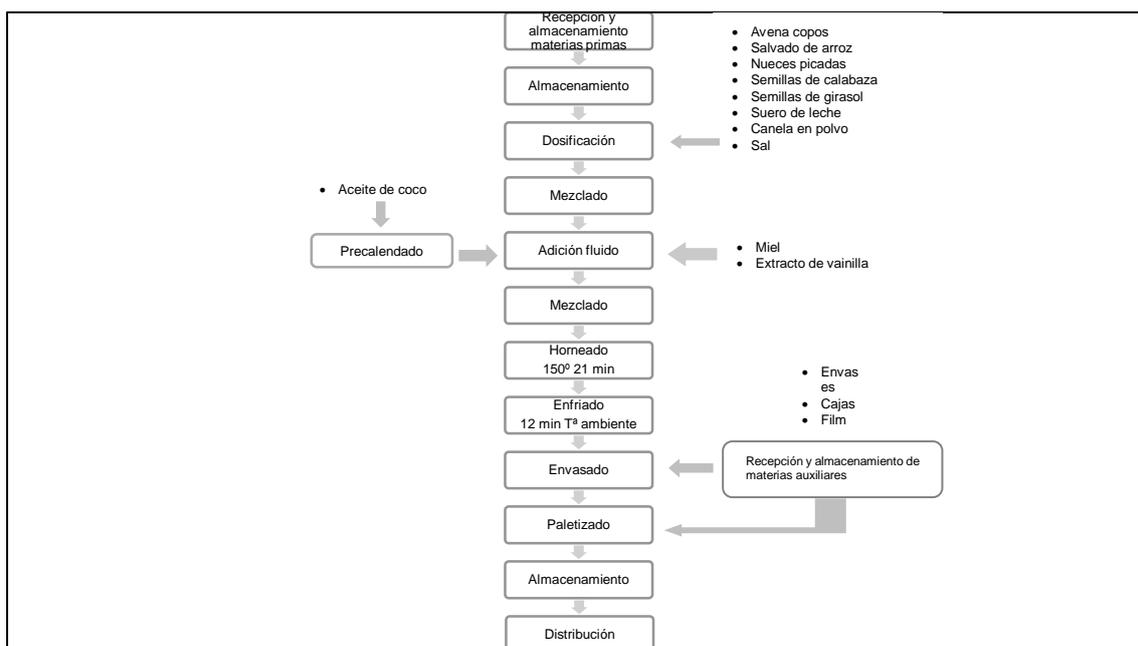
<i>Aerobios mesófilos</i>	< 10 <sup>4</sup> unidades formadoras de colonias/g (ufc/g)
<i>Enterobacterias coliformes</i>	ausencia/g
<i>Escherichia coli</i>	ausencia/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	ausencia/g
<i>Salmonella</i>	ausencia/25g
Mohos y levaduras	10 <sup>2</sup> ufc/g
<i>Bacillus cereus</i>	ausencia/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	100 ufc/g
Aflatoxinas B1	<2 µg/kg
Suma Aflatoxinas B1,B2, G1 y G2	<4 µg/kg
Ocratoxina A	3 µg/kg
Desoxinivalenol	500 µg/kg
Zearalenona	50 µg/kg
Arsénico	0,3 mg/kg
Acilamidas	≤150 µg/kg

Fuente: elaboración propia

Además, el producto debe de estar libre de parásitos, insectos, microorganismos patógenos o sus toxinas.

## 7. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

El proceso de fabricación la granola consiste en esencialmente en el mezclado de las materias primas y el horneado/tostado. Durante el horneado debe de removerse el producto para asegurar que el granulado quede suelto. Se describe en la Figura 48.



**Figura 48** Diagrama de flujo del proceso productivo de la granola  
Fuente: elaboración propia

## 8. VERIFICACIÓN DEL PLIEGO DE CONDICIONES

Verificaciones para realizar de conformidad a este pliego de condiciones:

- Control de materias primas, el cumplimiento de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, mediante muestras en la recepción de estas y controles durante su vida útil.
- Control del producto terminado, el cumplimiento de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, mediante muestras en el fin de línea y durante el almacenado.

- Control del proceso de fabricación en relación a las condiciones previamente establecidas.

## 9. ETIQUETADO DEL PRODUCTO

La etiqueta del producto resultante debe de contener la siguiente información atendiendo el Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor:

- La denominación del alimento;
- La lista de ingredientes;
- La cantidad neta del alimento;
- La fecha de duración mínima o la fecha de caducidad;
- Las condiciones especiales de conservación y/o las condiciones de utilización;
- El nombre o la razón social y la dirección del operador de la empresa alimentaria
- El país de origen o lugar de procedencia
- La información nutricional.

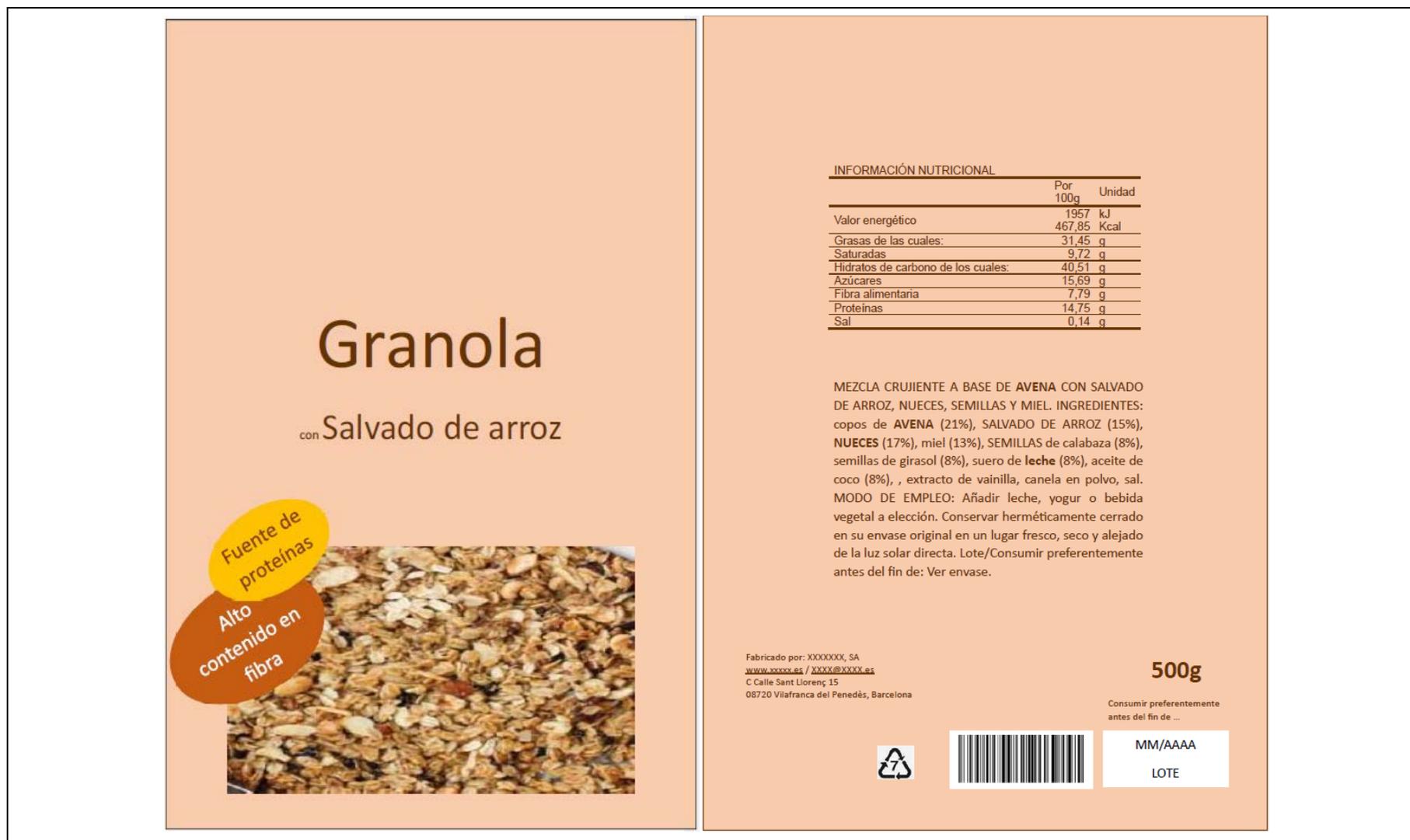
Además, este producto cumple con la declaración nutricional “Alto contenido en fibra” y “Fuente de proteínas” incluida en el Reglamento (CE) N°1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

Las declaraciones de propiedades saludables deben de estar autorizadas según el Reglamento (CE) N°1924/2006.

Actualmente la Comisión **no** se ha autorizado ninguna *Declaración de propiedad saludable* aplicable a este producto, aunque sí existen similares para otros cereales como, por ejemplo: “La fibra de salvado de trigo/avena/cebada contribuye a que aumente el volumen de las heces”.

Tampoco ninguna *Declaración de propiedad saludable que contemple la reducción del riesgo de una enfermedad*.

En la Figura 49 se visualiza la presentación del producto, la imagen de anverso y reverso del paquete de granola.



**Figura 49** Presentación del producto (anverso y reverso del paquete)

Fuente: Elaboración propia

## 10. CONDICIONANTES LEGISLATIVOS

En la elaboración de este producto se aplican condicionantes establecidos en las normativas siguientes:

- Reglamento (CE) N°852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 2003, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) N°2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, 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.
- 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.
- Reglamento (CE) N°1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.
- Reglamento (CE) n° 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005.- Relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (consolidado)
- Reglamento (UE) n° 2017/2158 de la Comisión de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos.
- Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n° 1881/2006 (Texto pertinente a efectos del EEE)
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios (Derogado a excepción del artículo 12 relativo al lote y el artículo 18 referido a la lengua del etiquetado)
- Real Decreto 1808/1991, de 13 de diciembre, por el que se regulan las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio.
- Real Decreto 1094/1987, de 26 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Cereales en Copos o Expandidos. (Los límites microbiológicos fueron derogados, pero los elegimos como referencia).

## BIBLIOGRAFÍA

- ACSA Agència Catalana de Seguretat Alimentària. (2005). El autocontrol en los establecimientos alimentarios - Guía para la aplicación del autocontrol basado en el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico. *Generalitat de Catalunya*.
- Abaide, E. R., Tres, M. V., Zobot, G. L., & Mazutti, M. A. (2019). Reasons for processing of rice coproducts: Reality and expectations. *Biomass and Bioenergy*, 120, 240-256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.11.032>
- AESAN. (2024, enero 31). *Arsénico*. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/ampliacion/arsenico.htm#:~:text=El%20nivel%20de%20ars%C3%A9nico%20en,Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la%20Salud](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/ampliacion/arsenico.htm#:~:text=El%20nivel%20de%20ars%C3%A9nico%20en,Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la%20Salud).
- Al Maruf, A., Lip, H., Wong, H., & O'brien, P. J. (2014). *Protective effects of ferulic acid and related polyphenols against glyoxal-or methylglyoxal-induced cytotoxicity and oxidative stress in isolated rat hepatocytes*. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2014.11.007>
- Alcubilla, P. (2023, septiembre 19). Informe 2023 del sector de galletas en España. *Alimarket N° 385*, 426-447.
- Al-Fatlawi, A. A., Rizvi, M. M. A., & Ahmad, A. (2014). Anticarcinogenic activity of rice bran phytic acid against human breast cancer cell line (MCF-7). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(SUPPL. 2), 151-155. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84903366105&partnerID=40&md5=d64bc35517060cfd2cdd35f561162aeb>
- Al-Okbi, S. Y., Mohamed ID, D. A., Hamed ID, T. E., & Al-Siedy ID, E. S. (2020). Rice bran as source of nutraceuticals for management of cardiovascular diseases, cardio-renal syndrome and hepatic cancer. *Journal of Herbmed Pharmacology J Herbmed Pharmacol*, 9(1), 68-74. <https://doi.org/10.15171/jhp.2020.10>
- Alvídrez-Morales, A., Edelia González-Martínez, B., & Jiménez-Salas, Z. (2002). *Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales*. [www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2002/spn023g.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2002/spn023g.pdf)
- Anderson, J. W., Jones, A. E., & Riddell-Mason, S. (1994). Ten Different Dietary Fibers Have Significantly Different Effects on Serum and Liver Lipids of Cholesterol-Fed Rats1. *The Journal of Nutrition*, 124(1), 78-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jn/124.1.78>
- Bartaburu, D., & Montes, E. (2024, febrero 26). *Utilización de la paja de arroz en alimentación animal*. [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90\\_34.htm](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_34.htm).
- Beliya, E., Tiwari, S., Jadhav, S., & Tiwari, K. (2013). De-oiled rice bran as a source of bioethanol. *Energy Exploration and Exploitation*, 31(5), 771-782. <https://doi.org/10.1260/0144-5987.31.5.771>
- Callejo, M. J. (2002). Industrias de cereales y derivados. *Madrid: AMV-Mundi-Prensa*.

- Carbonell-Barrachina, Á. A., Wu, X., Ramírez-Gandolfo, A., Norton, G. J., Burló, F., Deacon, C., & Meharg, A. A. (2012). Inorganic arsenic contents in rice-based infant foods from Spain, UK, China and USA. *Environmental Pollution*, 163, 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.12.036>
- Castillo, M. (2023, enero 19). El Foco en Cereales de Desayuno. *Alimarket*, Nº 378, 10-17.
- Chae, B. J., Lee, K. H., & Lee, S. K. (2002). Effects of feeding rancid rice bran on growth performance and chicken meat quality in broiler chicks. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 15(2), 266-273.
- Charunuch, C., Limsangouan, N., Prasert, W., & Wongkrajang, K. (2014). Optimization of extrusion conditions for ready-to-eat breakfast cereal enhanced with defatted rice bran. *International Food Research Journal*, 21(2), 713-722. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/optimization-extrusion-conditions-ready-eat/docview/1519781089/se-2?accountid=14778>
- Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., Jeong, J.-Y., Paik, H.-D., & Kim, C.-J. (2008). Effect of adding levels of rice bran fiber on the quality characteristics of ground pork meat product. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 28(3), 319-326. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2008.28.3.319>
- Choi, Y.-S., Jeong, J.-Y., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Shim, S.-Y., Paik, H.-D., & Kim, C.-J. (2007). Quality characteristics of meat batters containing dietary fiber extracted from rice bran. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 27(2), 228-234. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2007.27.2.228>
- Collivignarelli, M. C., Sorlini, S., Milanese, C., Illankoon, W. A. M. A. N., Caccamo, F. M., & Calatroni, S. (2022). Rice Industry By-Products as Adsorbent Materials for Removing Fluoride and Arsenic from Drinking Water—A Review. *Applied Sciences*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/app12063166>
- da Silva, M. A., Sanches, C., & Amante, E. R. (2006). Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. *Journal of Food Engineering*, 75(4), 487-491. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.066>
- Dadang, R. (2006). *Effects of rice bran and phytase supplementation on egg laying performance and egg quality of laying hens*. Universiti Putra Malaysia.
- Datacomex. (2022). <https://datacomex.comercio.es/Data>
- De Delahaye, E. P., Jiménez, P., & Pérez, E. (2005). Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. *Journal of Food Engineering*, 68(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.048>
- Durán, E. (2022, abril 24). Informe 2022 sobre Alimentación Saludable. *Alimarket - Gran consumo* Nº 370, 82-117.
- Ersin Samli, H., Senkoylu, N., Akyurek, H., & Agma, A. (2006). Using rice bran in laying hen diets. *Journal of Central European Agriculture*, 7(1), 135-140.
- Escamilla Castillo, B., Varela Montellano, R., Sánchez Tovar, S. A., Solís Fuentes, J. A., & Durán de Bazúa, C. (2005). Extrusion deactivation of rice bran enzymes by pH modification. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(12), 871-876.

- EUFIC - Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación. (2006). *Alimentos funcionales*. <https://www.eufic.org/es/produccion-de-alimentos/articulo/alimentos-funcionales>
- Faccin, G. L., Miotto, L. A., Vieira, L. do N., Barreto, P. L. M., & Amante, E. R. (2009). Chemical, Sensorial and Rheological Properties of a New Organic Rice Bran Beverage. *Rice Science*, 16(3), 226-234. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(08\)60083-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1672-6308(08)60083-9)
- Fan, L., Huang, R., Wu, C., Cao, Y., Du, T., Pu, G., Wang, H., Zhou, W., Li, P., & Kim, S. W. (2020). *Defatted Rice Bran Supplementation in Diets of Finishing Pigs: Effects on Physiological, Intestinal Barrier, and Oxidative Stress Parameters*. 10, 449. <https://doi.org/10.3390/ani10030449>
- FAO - Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- FEDNA - Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición. (2024). *Salvado de arroz blanco (14% EE)*. Animal. [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/salvado-de-arroz-blanco-14-ee](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/salvado-de-arroz-blanco-14-ee)
- Fuh, W.-S., & Chiang, B.-H. (2001). Dephytinisation of rice bran and manufacturing a new food ingredient. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(15), 1419-1425. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.962>
- G. Annison, P. J. M., & Thomas, D. V. (1995). Nutritive activity of soluble rice bran arabinoxylans in broiler diets. *British Poultry Science*, 36(3), 479-488. <https://doi.org/10.1080/00071669508417793>
- Gallinger, C. I., Suárez, D. M., & Irazusta, A. (2004). Effects of Rice Bran Inclusion on Performance and Bone Mineralization in Broiler Chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(2), 183-190. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/japr/13.2.183>
- Garcia, M. C., Lobato, L. P., Benassi, M. T., & Soares, M. S. (2012). Application of roasted rice bran in cereal bars | Aplicação de farelo de arroz torrado em barras de cereais. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 32(4), 718-724. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000096>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gerhardt, A. L., & Gallo, N. B. (1998). Full-Fat Rice Bran and Oat Bran Similarly Reduce Hypercholesterolemia in Humans<sup>12</sup>. *The Journal of Nutrition*, 128(5), 865-869. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jn/128.5.865>
- Ghatak, S. B., & Panchal, S. S. (2012). Anti-diabetic activity of oryzanol and its relationship with the anti-oxidant property. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, 32(4), 185-192. <https://doi.org/10.1007/s13410-012-0086-y>
- Granola Market is on Track for Substantial Expansion at*. (2023, agosto 28). Acumen Research and Consulting. <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/08/28/2732816/0/en/Granola-Market-is-on-Track-for-Substantial-Expansion-at-CAGR-4-5-Value-to-Reach-USD-12-6-Billion-by-2032.html>

- Graves, A. M., Hettiarachchy, N., Rayaprolu, S., Li, R., Horax, R., & Seo, H. S. (2016). Bioactivity of a Rice Bran–Derived Peptide and Its Sensory Evaluation and Storage Stability in Orange Juice. *Journal of Food Science*, 81(4), H1010-H1015. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13245>
- Gul, K., Yousuf, B., Singh, A. K., Singh, P., & Wani, A. A. (2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6(1), 24-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.06.002>
- Ha, T.-Y., Han, S., Kim, S.-R., Kim, I.-H., Lee, H.-Y., & Kim, H.-K. (2005). Bioactive components in rice bran oil improve lipid profiles in rats fed a high-cholesterol diet. *Nutrition Research*, 25(6), 597-606. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nutres.2005.05.003>
- Hammond, N. (1994). Functional and nutritional characteristics of rice bran extracts. *Cereal foods world*, 39.
- Hasani, S., Khodadadi, I., & Heshmati, A. (2016). Viability of *Lactobacillus acidophilus* in rice bran-enriched stirred yoghurt and the physicochemical and sensory characteristics of product during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2485-2492. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13230>
- Haskito, A. E. P., & Kurniasari, A. R. (2020). Renal histopathology of type 1 diabetes mellitus model balb/c mice treated with goat milk yoghurt fortified by black rice bran flour. *Veterinary Practitioner*, 21(2), 359-363.
- Hernandez, N., Rodriguez-Alegría, M. E., Gonzalez, F., & Lopez-Munguia, A. (2000). Enzymatic treatment of rice bran to improve processing. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(2), 177-180. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0028-2>
- Hoseney, R. Carl. (1991). *Principios de ciencia y tecnologia de los cereales* [Book]. Acribia.
- Hundemer, J. K., Nabar, S. P., Shriver, B. J., & Forman, L. P. (1991). Dietary Fiber Sources Lower Blood Cholesterol In C57BL/6 Mice. *The Journal of Nutrition*, 121(9), 1360-1365. <https://doi.org/10.1093/JN/121.9.1360>
- Hussien, A. M. S., Abbas, H. M., Bayoumi, H. M., & El-Aziz, M. A. (2017). Properties of full fat rice bran and yoghurt fortified with it. *International Journal of Dairy Science*, 12(3), 170-176. <https://doi.org/10.3923/ijds.2017.170.176>
- iHerb*. (s. f.). Recuperado 11 de abril de 2024, de [https://es.iherb.com/pr/now-foods-real-food-stabilized-rice-bran-20-oz-567-g/11047?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCCQjwIN6wBhCcARIsAKZvD5jeT\\_7YuwNnsJaD3VIC1SHPFwKnDC7QWa1qs3t1tiuj6xovFpSp67waAmQMEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://es.iherb.com/pr/now-foods-real-food-stabilized-rice-bran-20-oz-567-g/11047?gad_source=1&gclid=Cj0KCCQjwIN6wBhCcARIsAKZvD5jeT_7YuwNnsJaD3VIC1SHPFwKnDC7QWa1qs3t1tiuj6xovFpSp67waAmQMEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)
- Illankoon, W. A. M. A. N., Milanese, C., Collivignarelli, M. C., & Sorlini, S. (2023). Value Chain Analysis of Rice Industry by Products in a Circular Economy Context: A Review. *Waste*, 1(2), 333-369. <https://doi.org/10.3390/waste1020022>
- Issara, U., & Rawdkuen, S. (2016). Rice bran: A potential of main ingredient in healthy beverage. *International Food Research Journal*, 23(6), 2306-2318.
- Jiang, R., Xiao, Z., Huo, J., Wang, H., Li, H., Su, S., Duan, Y., & Gao, Y. (2022). Effects of rice bran content on plant-based simulated meat: From the aspects of apparent

- properties and structural characteristics. *Food Chemistry*, 380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131842>
- Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, M. C., & Piu, L. (2005). Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *International Journal of Pharmaceutics*, 299, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2005.05.018>
- Justo, M. L., Rodriguez-Rodriguez, R., Claro, C. M., Alvarez De Sotomayor, M., Parrado, J., & Herrera, M. D. (2013). Water-soluble rice bran enzymatic extract attenuates dyslipidemia, hypertension and insulin resistance in obese Zucker rats. *European Journal of Nutrition*, 52, 789-797. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0385-6>
- Kahlon, T. S., Chow, F. I., Sayre, R. N., & Betschart, A. A. (1992). Cholesterol-Lowering in Hamsters Fed Rice Bran at Various Levels, Defatted Rice Bran and Rice Bran Oil1,2. *The Journal of Nutrition*, 122(3), 513-519. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jn/122.3.513>
- Kaid Nasser Al-Shorgani, N., Sahaid Kalil, M., & Mohtar Wan Yusoff, W. (s. f.). *Biobutanol production from rice bran and de-oiled rice bran by Clostridium saccharoperbutylacetonicum N1-4*. <https://doi.org/10.1007/s00449-011-0664-2>
- Kennedy, L. L., Chung, H. Y., & Hegsted, M. (1996). New food products developed from rice bran fractions. *IFT Book of Abstracts. IFT Annual Meeting: Book of Abst*, 56.
- Keoboulapheth, C., & Mikled, C. (2003). Growth performance of indigenous pigs fed with *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 as replacement for rice bran. *Livestock Research for Rural Development*, 15(9), 63. <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd15/9/chan159.htm>
- Kratzer, F. H., & Payne, C. G. (1977). Effect of autoclaving, hot-water treating, parboiling and addition of ethoxy-quin on the value of rice bran as a dietary ingredient for chickens. *British Poultry Science*, 18(4), 475-482. <https://doi.org/10.1080/00071667708416387>
- Kurtys, E., Eisel, U. L. M., Hageman, R. J. J., Verkuyl, J. M., Broersen, L. M., Dierckx, R. A. J. O., & de Vries, E. F. J. (2018). Anti-inflammatory effects of rice bran components. *Nutrition Reviews*, 76(5), 372-379. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy011>
- Lai, P. Y., Cottingham, K. L., Steinmaus, C., Karagas, M. R., & Miller, M. D. (2015). Arsenic and Rice: Translating Research to Address Health Care Providers' Needs. *Journal of The Pediatric*, 167(4), 797-803. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.07.003>
- Laokuldilok, T., & Rattanathanan, Y. (2014). Protease Treatment for the Stabilization of Rice Bran: Effects on Lipase Activity, Antioxidants, and Lipid Stability. *Cereal Chemistry*, 91(6), 560-565. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/CCHEM-02-14-0022-R>
- Lawal, O. S., Adebawale, K. O., & Adebawale, Y. A. (2007). Functional properties of native and chemically modified protein concentrates from bambarra groundnut. *Food Research International*, 40(8), 1003-1011. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.05.011>
- Lee, S. K., Jang, I. S., Kim, K. M., Park, S. K., Lee, W. Y., Youn, K. S., & Bae, D. H. (2004). Changes in Functional Properties of Rice Bran and Sesame Meal Proteins

- through Chemical Modifications. *Food Science and Biotechnology*, 13(5), 555-560. <https://www.earticle.net/Article/A86599>
- Lekule, F. P., Sarwatt, S. V., & Munisi, W. G. (2001). Effect of supplementation of rice bran on growth performance and carcass quality of growing-finishing pigs. *TSAP Proceedings*, 28.
- Liao, S. F., Hasan, M. S., Yang, Z., Stevens, A. W., Brett, J., & Peng, Z. (2020). Feeding arsenic-containing rice bran to growing pigs: Growth performance, arsenic tissue distribution, and arsenic excretion. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228530>
- Liu, Z., Liu, X., Ma, Z., & Guan, T. (2023). *Phytosterols in rice bran and their health benefits*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1287405>
- Lloyd, B. J., Siebenmorgen, T. J., & Beers, K. W. (2000). Effects of Commercial Processing on Antioxidants in Rice Bran. *Cereal Chemistry*, 77(5), 551-555. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/CCHEM.2000.77.5.551>
- Manzoor, A., Pandey, V. K., Dar, A. H., Fayaz, U., Dash, K. K., Shams, R., Ahmad, S., Bashir, I., Fayaz, J., Singh, P., Khan, S. A., & Ganaie, T. A. (2023). Rice bran: Nutritional, phytochemical, and pharmacological profile and its contribution to human health promotion. *Food Chemistry Advances*, 2, 100296. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2023.100296>
- MAPA - Ministerio de Agricultura, P. y A. (2019). *Cereales-grano arroz cáscara: Análisis provincial de rendimiento y producción*. [https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2020/TABLAS%20PDF/CAPITULO07/pdfc07\\_7.1.7.3.pdf](https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2020/TABLAS%20PDF/CAPITULO07/pdfc07_7.1.7.3.pdf)
- MAPA -Ministerio de Agricultura, P. y A. (2023). *Informe del consumo de alimentación en España 2022*. [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-2022-baja-res\\_tcm30-655390.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-2022-baja-res_tcm30-655390.pdf)
- Marsono, S., Clarke, R O D N E, E. M., & Topping, D. L. (1993). Plasma lipids and large bowel volatile fatty acids in pigs fed on white rice, brown rice and rice bran. *British Journal of Nutrition*, 70, 503-508. <https://doi.org/10.1079/BJN19930144>
- Meharg, A. A., & Zhao, F.-J. (2012a). Arsenic in Rice Grain. En A. A. Meharg & F.-J. Zhao (Eds.), *Arsenic & Rice* (pp. 11-30). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2947-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2947-6_2)
- Meharg, A. A., & Zhao, F.-J. (2012b). Strategies for Producing Low Arsenic Rice. En A. A. Meharg & F.-J. Zhao (Eds.), *Arsenic & Rice* (pp. 139-151). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2947-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2947-6_7)
- Most, M. M., Tulley, R., Morales, S., & Lefevre, M. (2005). Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 64-68. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.64>
- Mujahid, A., Asif, M., ul Haq, I., Abdullah, M., & Gilani, A. H. (2003). Nutrient digestibility of broiler feeds containing different levels of variously processed rice bran stored for different periods. *Poultry Science*, 82(9), 1438-1443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ps/82.9.1438>

- Mujahid, A., ul Haq, I., Asif, M., & Gilani, A. H. (2005). Effect of various processing techniques and different levels of antioxidant on stability of rice bran during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 847-852.
- Mukprasirt, A., Domrongpakkaphan, V., Akkarachaneeyakorn, S., & Sumonsiri, N. (2023). Effect of particle size and concentration of defatted rice bran supplemented in tomato salad dressing. *Food Science and Technology (Brazil)*, 43. <https://doi.org/10.1590/fst.063422>
- Nagendra, M. N., Sanjay, K. R., Shravya Khatokar, M., Vismaya, M. N., & Nanjunda Swamy, S. (2011). Health benefits of rice bran-a review. *J Nutr Food Sci*, 1(3), 1-7.
- Ohara, K., Uchida, A., Nagasaka, R., Ushio, H., & Ohshima, T. (2009). The effects of hydroxycinnamic acid derivatives on adiponectin secretion. *Phytomedicine*, 16(2), 130-137. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.09.012>
- Orthofer, F. T., & Eastman, J. (2005). Rice bran oil. *Bailey's industrial oil and fat products*, 2(7), 465-489. [https://web.archive.org/web/20170313044434id\\_/http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/uqu.edu.sa/ContentPages/114077305.pdf](https://web.archive.org/web/20170313044434id_/http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/uqu.edu.sa/ContentPages/114077305.pdf)
- Özdestan, Ö., Erol, T., & Acar, B. (2014). *Phytosterols in rice bran and usage of rice bran in food industry*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:36338830>
- Paredes C., M. B. V. , V. ; D. Ñ. , G. (2001). *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020. Tomo I. Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 40*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68050>
- Park, H. Y., Yoon, T. J., Lee, W., Kim, Y., & Choi, H. D. (2017). Antimetastatic effect of glycoprotein isolated from rice bran on colon 26-M3.1 cell line. *Journal of Functional Foods*, 32, 278-284. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2017.03.014>
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Parrado, J., Miramontes, E., Jover, M., Gutierrez, J. F., Collantes de Terán, L., & Bautista, J. (2006). Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. *Food Chemistry*, 98(4), 742-748. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.016>
- Patil, S. S., Kar, A., & Mohapatra, D. (2016). Stabilization of rice bran using microwave: Process optimization and storage studies. *Food and Bioproducts Processing*, 99, 204-211. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2016.05.002>
- Pujol, M. (1998). *Cultius herbacis per a indústries agroalimentàries* [Book].
- Qureshi, A. A., Sami, S. A., & Khan, F. A. (2002). Effects of stabilized rice bran, its soluble and fiber fractions on blood glucose levels and serum lipid parameters in humans with diabetes mellitus Types I and II. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(3), 175-187. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(01\)00211-X](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(01)00211-X)
- Qureshi, A. A., Sami, S. A., Salser, W. A., & Khan, F. A. (2002). Dose-dependent suppression of serum cholesterol by tocotrienol-rich fraction (TRF 25 ) of rice bran in hypercholesterolemic humans. *Atherosclerosis*, 161, 199-207. [www.elsevier.com/locate/atherosclerosis](http://www.elsevier.com/locate/atherosclerosis)

- Rafe, A., Mousavi, S. S., & Shahidi, S.-A. (2014). Dynamic rheological behavior of rice bran protein (RBP): Effects of concentration and temperature. *Journal of Cereal Science*, 60(3), 514-519. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.09.002>
- Ramezanzadeh, F. M., Rao, R. M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W. E., & Windhauser, M. (2000). Effects of Microwave Heat, Packaging, and Storage Temperature on Fatty Acid and Proximate Compositions in Rice Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2), 464-467. <https://doi.org/10.1021/jf9909609>
- Renoldi, N., Peighambardoust, S. H., & Peressini, D. (2021). The effect of rice bran on physicochemical, textural and glycaemic properties of ready-to-eat extruded corn snacks. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(7), 3235-3244. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ijfs.14939>
- Rohrer, C. A., & Siebenmorgen, T. J. (2004). Nutraceutical Concentrations within the Bran of Various Rice Kernel Thickness Fractions. *Biosystems Engineering*, 88(4), 453-460. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.04.009>
- Ruangwises, S., Saipan, P., & Ruangwises, N. (2014). Inorganic Arsenic in Rice and Rice Bran: Health Implications. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, 393-399. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-401716-0.00030-1>
- Sadawarte, S. K., Sawate, A. R., Pawar, V. D., & Machewad, G. M. (2007). Enrichment of bread with rice bran protein concentrate. *Journal of Food Science and Technology*, 44(2), 195-197. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33947709290&partnerID=40&md5=2cc28fe745a0c86083a8bfe4c0a7e93c>
- Samli, h. E., senkoylu, n., akyurek, h., & agma, a. (2006). Using rice bran in laying hen diets. *Journal of Central European Agriculture*, 7(1).
- Schrenk, D., Bignami, M., Bodin, L., Chipman, J. K., del Mazo, J., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Hoogenboom, L., Leblanc, J. C., Nebbia, C. S., Nielsen, E., Ntzani, E., Petersen, A., Sand, S., Vleminckx, C., Wallace, H., Barregård, L., Benford, D., Broberg, K., ... Schwerdtle, T. (2024). Update of the risk assessment of inorganic arsenic in food. *EFSA Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2024.8488>
- Sekhon, K. S., Dhillon, S. S., Singh, N., & Singh, B. (1997). Functional suitability of commercially milled rice bran in India for use in different food products. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50(2), 127-140. <https://doi.org/10.1007/BF02436032>
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Khan, S. H. (2014). Rice Bran: A Novel Functional Ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(6), 807-816. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608586>
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Nawaz, H. (2009). Preparation of Fiber and Mineral Enriched Defatted Rice Bran Supplemented Cookies. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(5), 571-577.
- Sivamaruthi, B., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2018). A comprehensive review on anti-diabetic property of rice bran. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(1), 79-84. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.221142>
- Sohail, M., Rakha, A., Butt, S., Jawad, M., Iqbal, M. J., & Rashid, S. (2017). *Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1164120>

- Son, M. J., Rico, C. W., Nam, S. H., & Kang, M. Y. (2011). Effect of Oryzanol and Ferulic Acid on the Glucose Metabolism of Mice Fed with a High-Fat Diet. *Journal of Food Science*, 76(1), H7-H10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01907.x>
- Spektrum. (s. f.). Recuperado 11 de abril de 2024, de <https://www.ediblericebran.com/shop>
- Statista. (2023). Orús, Abigail. <https://es.statista.com/>
- Sun, G.-X., Williams, P. N., Carey, A.-M., Zhu, Y.-G., Deacon, C., Raab, A., Feldmann, J., Islam, R. M., & Meharg, A. A. (2008). Inorganic Arsenic in Rice Bran and Its Products Are an Order of Magnitude Higher than in Bulk Grain. *Environmental Science & Technology*, 42(19), 7542-7546. <https://doi.org/10.1021/es801238p>
- Suwannachot, P., Thawornchinsombut, S., Jongjareonrak, A., Sringam, P., & Senaphan, K. (2023). Supplementation with rice bran hydrolysates reduces oxidative stress and improves lipid profiles in adult dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 85(7), 727-734. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0513>
- Tinarelli, A. (1989). *El arroz* [Book]. Mundi-Prensa Libros.
- Tscheuschner, H. D. (2001). *Fundamentos de tecnología de los alimentos* (H. D. Tscheuschner, Ed.) [Unknown]. Acribia.
- Universidad Politécnica de Valencia (UPV). (2002). *El arroz en Valencia: Museo del Arroz de la Ciudad de Valencia* (ISBN: 9788497052047).
- Uraipong, C., & Zhao, J. (2016). Rice bran protein hydrolysates exhibit strong in vitro  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -glucosidase and ACE-inhibition activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(4), 1101-1110. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.7182>
- U.S. Department of Agriculture. (2024, febrero 28). *Food DataCentral; Rice bran, crude*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169713/nutrients>
- Wancura, J. H. C., Brondani, M., Vezaro, F. D., Martins-Vieira, J. C., Moreira, B. P., dos Santos, M. S. N., Abaide, E. R., de Castilhos, F., & Mayer, F. D. (2023). Motivations to produce biofuels from rice bran: An overview involving a recent panorama. *Industrial Crops and Products*, 203, 117170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117170>
- Wang, L., Duan, W., Zhou, S., Qian, H., Zhang, H., & Qi, X. (2018). Effect of rice bran fibre on the quality of rice pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 81-87. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13556>
- Wang, M., Hettiarachchy, N. S., Qi, M., Burks, W., & Siebenmorgen, T. (1999). Preparation and Functional Properties of Rice Bran Protein Isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2), 411-416. <https://doi.org/10.1021/jf9806964>
- Wang, N., Cui, X., Duan, Y., Yang, S., Wang, P., Saleh, A. S. M., & Xiao, Z. (2023a). Potential health benefits and food applications of rice bran protein: research advances and challenges. *Food Reviews International*, 39(6), 3578-3601. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2013253>
- Wang, N., Cui, X., Duan, Y., Yang, S., Wang, P., Saleh, A. S. M., & Xiao, Z. (2023b). Potential health benefits and food applications of rice bran protein: research

- advances and challenges. *Food Reviews International*, 39(6), 3578-3601. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2013253>
- Wang, P., Yin, N., Cai, X., Du, H., Li, Y., Sun, G., & Cui, Y. (2020). Comparison of bioaccessibility and relative bioavailability of arsenic in rice bran: The in vitro with PBET/SHIME and in vivo with mice model. *Chemosphere*, 259, 127443. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2020.127443>
- Warren, B. E., & Farrell, D. J. (1990). The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. *Animal Feed Science and Technology*, 27(3), 219-228. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90084-L](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-8401(90)90084-L)
- Wautelet, T. (2018). *Exploring the role of independent retailers in the circular economy: a case study approach*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17085.15847>
- Wei, F., Lu, M., Li, J., Xiao, J., Rogers, M. A., Cao, Y., & Lan, Y. (2022). Construction of foam-templated oleogels based on rice bran protein. *Food Hydrocolloids*, 124, 107245. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107245>
- Wilson, T. A., Nicolosi, R. J., Woolfrey, B., & Kritchevsky, D. (2007). Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid in hypercholesterolemic hamsters. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(2), 105-112. <https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2006.03.006>
- Xu, Z., Hua, N., & Samuel Godber, J. (2001). Antioxidant Activity of Tocopherols, Tocotrienols, and  $\gamma$ -Oryzanol Components from Rice Bran against Cholesterol Oxidation Accelerated by 2,2'-Azobis(2-methylpropionamidine) Dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 2077-2081. <https://doi.org/10.1021/jf0012852>
- Yeom, H.-J., Lee, E.-H., Ha, M.-S., Ha, S.-D., & Bae, D.-H. (2010). Production and physicochemical properties of rice bran protein isolates prepared with autoclaving and enzymatic hydrolysis. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 53(1), 62-70. <https://doi.org/10.3839/jksabc.2010.011>
- Yin, N., Wang, P., Li, Y., Du, H., Chen, X., Sun, G., & Cui, Y. (2019). Arsenic in Rice Bran Products: In Vitro Oral Bioaccessibility, Arsenic Transformation by Human Gut Microbiota, and Human Health Risk Assessment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(17), 4987-4994. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02008>
- Yılmaz Tuncel, N. (2023). Stabilization of Rice Bran: A Review. En *Foods* (Vol. 12, Número 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods12091924>
- Yılmaz Tuncel, N., & Yılmaz Korkmaz, F. (2021). Comparison of lipid degradation in raw and infrared stabilized rice bran and rice bran oil: matrix effect. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 1057-1067. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00709-5>
- Yu, C.-W., Hu, Q., Wang, H., & Deng, Z. (2020). Comparison of 11 rice bran stabilization methods by analyzing lipase activities. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14370>
- Yu, Y., Zhang, J., Wang, J., & Sun, B. (2019). *The anti-cancer activity and potential clinical application of rice bran extracts and fermentation products*. <https://doi.org/10.1039/c9ra02439e>

- Zaidel, D. N. A., Muhamad, I. I., Daud, N. S. M., Muttalib, N. A. A., Khairuddin, N., & Lazim, N. A. M. (2019). Production of biodiesel from rice bran oil. *Biomass, Biopolymer-Based Materials, and Bioenergy: Construction, Biomedical, and other Industrial Applications*, 409-447. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102426-3.00018-7>
- Zhang, H.-J., Zhang, H., Wang, L., & Guo, X.-N. (2012). Preparation and functional properties of rice bran proteins from heat-stabilized defatted rice bran. *Food Research International*, 47(2), 359-363. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.08.014>
- Zhu, Y.-G., Williams, P. N., & Meharg, A. A. (2008). Exposure to inorganic arsenic from rice: A global health issue? *Environmental Pollution*, 154(2), 169-171. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.03.015>