

Zineb Aourach Icil

**Desarrollo de un nuevo producto alimentario:
Paté vegetal proteico.**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



**UNIVERSITAT DE
BARCELONA**

Trabajo de Fin de Máster

Tutora profesional: Marta Carreras Valdeperas

Tutor académico: Francesc Puiggròs Llavínés

Trabajo realizado en industria alimentaria.

Máster Nutrición y Metabolismo – Especialidad Alimentos Saludables

Universitat Rovira i Virgili – Universitat de Barcelona.

Tarragona – Septiembre 2025

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.	11
4.	METODOLOGÍA.....	12
4.1	Definición de los ingredientes.....	12
4.2	Propuesta de formulación.....	12
4.3	Prueba de cocina.....	13
4.4	Cata sensorial.....	14
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5.1	Propuesta formulación.....	15
5.2	Resultados de pruebas de cocina.....	16
5.3	Resultados cata sensorial.....	22
5.4	Discusión de los resultados de las pruebas de cocina.....	24
5.5	Limitaciones del estudio y propuestas de mejora.....	25
6.	CONCLUSIÓN.....	25
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	26
8.	ANEXOS.....	31
	Anexo 1. Base de datos para el cálculo de valores nutricionales.....	31
	Anexo 2. Estudio de mercado.....	32
	Anexo 3. Comparación patés de la empresa.....	35
	Anexo 4. Resultados prueba de cocina 1.....	35
	Anexo 5. Resultados prueba de cocina 2.....	35
	Anexo 6. Resultados prueba de cocina 3.....	35
	Anexo 7. Cata sensorial.....	36
	Anexo 8. Escandallo.....	37

1. RESUMEN

La industria alimentaria busca la adaptación continua a la demanda de productos con alto contenido en proteínas, este interés por los consumidores está asociado a sus beneficios en cuanto a la salud y envejecimiento. Los ingredientes de interés en el desarrollo de este producto fueron: la levadura nutricional (*Saccharomyces cerevisiae*), por su contenido en proteínas, fibra y b-glucanos; el brócoli, debido a su contenido en sulforafano y la importancia que tiene como anticancerígeno, y vitaminas con efectos antioxidantes; el aceite de oliva virgen extra, por su relación con la salud cardiovascular y su poder antioxidante; y finalmente la espirulina por su función como colorante. Debido al incremento de la demanda de productos proteicos en el mercado, el propósito del presente proyecto llevado a cabo en una empresa del sector alimentario es desarrollar un untado vegetal con la levadura nutricional como fuente de proteínas y que este cumpla con propiedades organolépticas destacando el sabor y aroma a queso. El proceso de desarrollo del paté ha seguido la siguiente metodología: estudio de mercado, investigación de recetas caseras, propuesta de formulación, elaboración del paté mediante pruebas de cocina y finalmente validación del producto final mediante análisis sensorial y microbiológico. Se ha conseguido el sabor, textura y aroma deseados mediante la mezcla del brócoli, levadura nutricional y aceite de oliva virgen extra, y tras la adición de la espirulina se ha conseguido el color deseado. Se ha visto también que la levadura nutricional es una buena fuente de proteínas apta para personas que sigan una dieta vegana. La formulación final elegida cumple con los requisitos del *Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo* para ser comercializada con la declaración nutricional de “*Alto contenido de proteínas*”, con lo que se han conseguido los objetivos propuestos para este Trabajo de Fin de Máster.

El presente documento es una versión adaptada del Trabajo de Fin de Máster original. Contiene partes modificadas o eliminadas respecto al documento original por motivos de confidencialidad.

2. INTRODUCCIÓN.

Uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la industria alimentaria es la continua adaptación a las necesidades de la población. En los últimos años se ha observado un aumento por el interés en los productos que afirman ser ricos en proteínas y en fibra, lo que ha llevado a la industria a aumentar el contenido de estos ingredientes para mencionarlos y destacar sus beneficios (1). El interés por el consumo de proteínas en los consumidores es por varias razones, entre ellas la energía, el desarrollo muscular y el envejecimiento saludable. Actualmente las bases de proteínas vistas en el mercado de consumidores europeos son principalmente a base de legumbres y cereales (2).

Objetivos nutricionales.

Según las diferentes etapas de la vida las necesidades nutricionales varían, por lo que las recomendaciones siguientes son basadas en los objetivos nutricionales confeccionados por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, estos han sido adaptados a partir de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud hacia la dieta seguida en España. Estos objetivos, van encaminados a la reducción de enfermedades degenerativas relacionadas con malos hábitos nutricionales (enfermedades cardiovasculares, la hipertensión o el cáncer). Los objetivos nutricionales que vamos a tratar se expresan como porcentaje sobre el valor energético total (VET). En relación con los **hidratos de carbono** (HC) ronda el 40-60% del VET, de los cuales los azúcares libres no deben superar el 10% del VET, priorizando los HC procedentes de alimentos como cereales (priorizando los integrales), legumbres, hortalizas y frutas, así se asegura un consumo suficiente de micronutrientes y de fibra dietética, que debe consumirse entre 20-35g al día. La ingesta de **proteínas** debe rondar el 15% del VET, priorizando las fuentes de proteína con alto valor biológico, que son las que contienen todos los aminoácidos esenciales para poder realizar la síntesis proteica en el organismo. El consumo de **lípidos** según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura de 2012, para la edad adulta recomienda una ingesta diaria de entre el 20-35% del VET. Dato que siguiendo los patrones alimenticios españoles puede aumentar hasta el 40% debido al consumo habitual del aceite de oliva y su contenido en ácidos grasos monoinsaturados. En cuanto a los ácidos grasos saturados, se recomienda que no se supere el 10% del VET para reducir el riesgo cardiovascular (3)(4)(5).

Levadura nutricional.

El interés principal del presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) se focaliza en la levadura nutricional, presentada en el mercado en formato de pequeños copos de tono amarillento trata de una levadura inactiva sin poder de fermentación producida mediante el cultivo del hongo *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) en cebada malteada, donde se separa tras la fermentación del mosto, se le retira el amargor y se seca. En cuanto a su perfil nutricional, es una fuente rica en proteínas y fibra (6), popular entre las personas que siguen una dieta vegana y utilizada como sazónador en diferentes platos, aportando un sabor a queso.

Fuera de su uso en cocina, se ha extendido también en la industria alimentaria gracias a sus características organolépticas, donde aporta un aroma y sabor a umami en diferentes productos (7). Además, es conocida también por sus propiedades emulsionantes proporcionadas principalmente por la estructura anfipática presente en la pared celular de la levadura, la cual está compuesta por β -glucanos y manoproteínas, que le otorgan la propiedad emulsionante (8) similar o incluso superior a otros emulsionantes usados como la goma arábica y la lecitina (9).

En cuanto a las propiedades relacionadas con la salud de este componente, encontramos los ya mencionados glucanos, un grupo de polisacáridos que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos. Son clasificados por α -glucanos y β -glucanos según el enlace que conecta sus monosacáridos (10), los β -glucanos forman parte de la estructura de la pared celular aunque también ejercen un papel de reservorio energético en bacterias, hongos, plantas y algas (11), siendo en la *S. cerevisiae* especialmente importante puesto que representa el 90% de su pared celular(12) y a su vez, dicha pared celular comprende entre el 15-25% del peso en seco de la célula (13). El β -glucano, ejerce varios efectos sobre la salud, como inmunomodulador activando la respuesta no específica de macrófagos y promoviendo la proliferación celular (10). En estudios llevados a cabo en ratones suplementados con hidrolizado de β -glucano hubo una mejora del perfil lipídico y aumento de la excreción de ácidos biliares, reduciendo el riesgo de enfermedad cardiovascular (14), hecho respaldado por la EFSA (European Food Safety Authority) que ha establecido una relación causal entre el consumo de al menos 3g al día de β -glucano de avena con la reducción de las concentraciones de colesterol LDL en sangre. Esta reducción a su vez puede disminuir el riesgo de cardiopatía coronaria(15).

Brócoli.

El brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*) es una verdura de la familia de las crucíferas, esta familia está compuesta por la coliflor, el repollo, las coles de Bruselas, el kale, entre otras. Esta verdura es ampliamente consumida en todo el mundo y una excelente fuente de vitaminas (C, A, E y K), minerales como el potasio, calcio y hierro y compuestos fenólicos (16). A esta composición se le debe la razón por la cual ejerce diversos beneficios, entre ellos de tipo anticancerígeno, antioxidante y de regulación del sistema inmunitario.

Se ha visto que los compuestos bioactivos del brócoli están implicados en la modulación de proteínas proinflamatorias, ya que el aumento de los compuestos del brócoli se relacionó significativamente con la disminución de los niveles de IL-6 y la proteína C reactiva, estos parámetros muestran el nivel de inflamación del organismo (17). Esto es especialmente relevante considerando que la inflamación es una respuesta natural del sistema inmunitario que sirve para proteger el organismo de lesiones e infecciones. En este sentido, la inflamación crónica de bajo grado puede traer problemas para la salud, contribuyendo a la aparición de enfermedades cardíacas, artritis o incluso ciertos tipos de cáncer (16). La inflamación crónica y el cáncer están estrechamente relacionados, como ejemplo tenemos la inflamación continuada del tracto gastrointestinal derivada de enfermedades inflamatorias del intestino que aumenta el riesgo de cáncer colorrectal, o la infección crónica causada por virus de la hepatitis B o C provocan la inflamación del hígado, aumentando el riesgo de cáncer de hígado.

El interés por el brócoli en el campo de investigación de cáncer se ha dado gracias al descubrimiento de sus propiedades anticancerígenas de sus compuestos, entre ellos encontramos los glucosinolatos, que contienen azufre y se encuentran en mayor cantidad en el brócoli, el glucosinolato principal de este vegetal es la glucorafanina. Cuando el brócoli es masticado o cortado, una enzima denominada mirosinasa rompe la molécula de glucorafanina y del producto de esta degradación se obtiene principalmente sulforafano (16) (18), que además de ser el compuesto que proporciona al producirse ese aroma a sulfuro de hidrógeno (19), ha sido de interés por su acción anticancerígena, ya que se ha visto que interfiere en las etapas de iniciación del cáncer modulando enzimas metabólicas, bloquea vías de señalización implicadas en la metástasis y promueve la apoptosis de células cancerígenas (20). De

ahí la relación del brócoli con las propiedades anticancerígenas, no obstante, es importante remarcar que la aparición de los distintos tipos de cáncer es multifactorial, ya que está influida por varios factores como pueden ser los genéticos, ambientales o dietéticos.

Al brócoli se le atribuye poder antioxidante que se debe a la vitamina C (ácido ascórbico) que contiene, con 110mg/100g en crudo, según la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA), sería el séptimo vegetal con mayor cantidad de vitamina C en crudo, hay que tener en cuenta, que al hervirlo la cantidad de esta vitamina pasa a ser de 44mg/100g, pero sigue estando entre los alimentos con mayor contenido de toda la BEDCA (21). Este poder antioxidante es importante en cuanto al estrés oxidativo, causado por radicales libres son los desencadenantes de la progresión de distintas enfermedades derivadas del envejecimiento. El estrés oxidativo está relacionado con la inflamación, ya que durante la respuesta inflamatoria, las células inflamatorias producen especies reactivas de oxígeno (ROS). Las ROS son subproductos naturales del metabolismo oxidativo celular, intervienen en funciones importantes en la regulación de la supervivencia celular, la diferenciación, la señalización y en la producción de factores relacionados con la inflamación (22). En los casos de inflamación y la producción excesiva de ROS pueden provocar estrés oxidativo, que mantiene la inflamación y esto contribuye a la aparición de diversas enfermedades (16). En este contexto, los compuestos antioxidantes juegan un papel fundamental, ya que interactúan con los radicales libres neutralizándolos, donándoles un electrón y estabilizándolos, de esta forma se reduce el daño celular y la progresión a otras enfermedades.

Aceite de oliva virgen extra.

Otro ingrediente de interés para el presente TFM ha sido el aceite de oliva virgen extra (AOVE), el cual ha sido utilizado por sus propiedades como emulsionante y como aporte de grasas saludables. La evidencia procedente de estudios observacionales y experimentales sugiere que en la población con un consumo habitual de AOVE se asocia con un perfil de salud más favorable. Entre sus beneficios, destacan la mejora sobre el estado oxidativo celular, el sistema cardiovascular, o con menor evidencia, la posible prevención de algunos tipos de cáncer (23). Los beneficios para la salud de este alimento se deben gracias a sus componentes, donde destacan los ácidos grasos monoinsaturados en forma de ácido oleico, que representa entre el 65-80% del AOVE (24). Los beneficios como antioxidante se atribuyen a su contenido en diversos compuestos fenólicos y vitamina E (25), siendo entre los aceites presentes en la base de datos BEDCA (26) el noveno con mayor cantidad de esta vitamina, con 18'34mg por 100g de AOVE. En cuanto a los polifenoles disponibles en el AOVE, la EFSA ha aprobado la declaración saludable de que *“El consumo de polifenoles del aceite de oliva contribuye a la protección de los lípidos sanguíneos frente al daño oxidativo”*, y para que esta afirmación se cumpla se deben consumir 5mg diarios de hidroxitirosol (polifenol), que serían 20g de AOVE (27).

Espirulina.

La espirulina (*Spirulina sp.*) es una cianobacteria microscópica y filamentosa, que adquiere su nombre por la forma helicoidal de sus filamentos, tiene tonos verdes y azules. Es comúnmente conocida como un alga y destaca su alto contenido en proteína que supone más de la mitad de su peso en seco. La espirulina lleva utilizándose desde el siglo XVI, aunque en los últimos años ha despertado un mayor interés en el mundo de la investigación científica. Varios estudios le atribuyen diversas propiedades saludables, entre las que destaca su poder antioxidante y antiinflamatorio atribuido uno de sus compuestos, la ficocianina que es el compuesto que aporta el pigmento proteico verde-azulado, se ha visto en estudios in vitro e in vivo, la capacidad de neutralizar las especies reactivas de oxígeno gracias a su estructura que le permite donar electrones o átomos de hidrógeno para estabilizar radicales libres, disminuyendo así el daño oxidativo y la consecuente inflamación (28) (29). En un estudio in vivo en ratas con daño cerebral fue el incremento significativo de enzimas

antioxidantes, lo que respalda su uso como suplemento nutricional para mitigar el envejecimiento y trastornos neurodegenerativos asociados al estrés oxidativo(30).

En su uso en la industria, se ha visto su uso por sus componentes bioactivos como es la ficocianina, carotenoides o ácidos grasos poliinsaturados para formular alimentos funcionales, donde se le atribuyen efectos como aumento del contenido de proteínas, mejora del índice glucémico o aumento del contenido en fibra. También es comercializada junto con otros componentes como pueden ser vitaminas o minerales en formato de polvo, comprimidos o tabletas (31). En este trabajo, nos centramos en su uso como colorante, ya que en las cantidades utilizadas, no se llegan a la recomendación diaria mínima para observar alguno de sus beneficios, ya que estos fueron reportados con una cantidad de 2-3g/día (32).

Situación actual.

Visto el aumento de la demanda de productos proteicos en el mercado y que en la industria se pueden aplicar ciertas declaraciones nutricionales referentes a la cantidad de proteína en el etiquetado o al publicitar su producto, estas declaraciones dependen del *Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades nutricionales en los alimentos*:

- *“Fuente de proteínas”: solamente podrá declararse que un alimento es fuente de proteínas, así como cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si las proteínas aportan como mínimo el 12% del valor energético total del alimento.*
- *“Alto contenido de proteínas”: solamente podrá declararse que un alimento posee un alto contenido de proteínas, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si las proteínas aportan como mínimo el 20% del valor energético total del alimento* (33).

Método de conservación.

Para que el paté sea seguro para el consumidor tiene que pasar por el proceso de esterilización, que consta en el tratamiento térmico a una temperatura entre 115-121°C y presión superior a la atmosférica en una autoclave, el producto es sumergido en agua para que la transmisión de la temperatura sea correcta en todo el producto. Esto asegura la eliminación de toda actividad microbiana, siempre y cuando se consiga un valor F_0 de 3 minutos, tiempo mínimo al que tiene que mantenerse el producto a una temperatura entre 115-121°C para asegurar la destrucción de *Clostridium botulinum* (bacteria que produce el botulismo, una enfermedad de transmisión alimentaria altamente mortal). Hay que destacar que este microorganismo crece en ambientes con un pH superior a 4'6 si no se someten a un proceso térmico. En el caso de aumentar el valor de F_0 nos aseguramos la destrucción de otros microorganismos y esporas más resistentes al calor que el *C. botulinum*, lo que proporciona un producto con una vida útil que puede llegar hasta los 2 años de estabilidad microbiológica, además de no necesitar la refrigeración hasta su apertura. El valor nutritivo del producto no se ve afectado en cuanto a carbohidratos, proteínas o lípidos, pero sí que se ven afectados los niveles de vitaminas termolábiles como la vitamina C o el ácido fólico (34). Otro de los cambios que puede sufrir el producto es en cuanto a la textura, que por las altas temperaturas puede ablandarse, el color también puede sufrir algún cambio en el caso de nuestro producto la clorofila se transforma en feofitina, lo que hace que el producto pase de verde a un tono más oscuro o marrón (35).

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

Visto el aumento del interés de la población por los alimentos con alto contenido proteico, la hipótesis es si la combinación del brócoli, levadura nutricional, AOVE y espirulina en formato de paté puede conducir al desarrollo de un producto apto para su consumo en el contexto de una dieta equilibrada.

El objetivo de este Trabajo de Fin de Máster es desarrollar un untable vegetal con la adición de levadura nutricional (*S. cerevisiae*) para aumentar su contenido proteico y poder poner la alegación de salud de “*Alto contenido en proteínas*”. Los objetivos secundarios son que se logre que el untable vegetal cumpla con propiedades organolépticas deseadas, las cuales son un correcto color verdoso, una textura untuosa y un sabor y aroma a queso.

4. METODOLOGÍA.

4.1 Definición de los ingredientes.

Para la elección de los ingredientes principales del paté se han seguido los siguientes puntos:

Estudio de los productos del mercado: Se ha llevado a cabo una investigación de los patés y pastas de vegetales en el mercado actual centrándonos en el estudio de mercado de Innova sobre los diferentes untables de brócoli (36), donde a partir de un Excel con los untables con brócoli dentro de la fórmula se tuvieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para observar el mercado actual europeo.

- Los criterios de inclusión fueron:
 - En la sub-categoría de: “Savory vegetable pastes/spreads” (pastas vegetales saladas para untar); “Dips” (untables); Sandwich Fillers/Spreads (rellenos/untables para sándwiches).
- Mientras que los criterios de exclusión fueron:
 - Productos que no sean vegetarianos; “Brocomoles” (guacamoles con brócoli); productos que antes de abrirse tienen que estar refrigerados; productos con legumbres.

Investigación de diferentes recetas caseras: se ha hecho una búsqueda en páginas de recetas para encontrar los sabores que complementan mejor el brócoli.

Estudio patés de la empresa: se ha buscado conseguir un producto con alguna mejora nutricional en comparación con el resto de los productos de la empresa. Se hizo una tabla con los patés disponibles en el momento dentro de la empresa, con sus respectivos valores nutricionales para comparar las distintas cantidades de proteína que tenía cada uno.

4.2 Propuesta de formulación.

La elección de ingredientes para la preparación de las diferentes formulaciones del paté se hizo partiendo de los ingredientes principales de interés, siendo estos el brócoli y la levadura nutricional, en cada prueba de cocina (PC) se han evaluado diferentes criterios, entre ellos encontramos: el color, sabor, aroma y textura del producto acabado, y la mejora de los diferentes valores nutricionales obtenidos en cada PC.

Determinación de la composición nutricional.

En cada PC se ha llevado a cabo el cálculo de los valores nutricionales siguiendo, para los productos disponibles en esta, la Base de Datos de Composición de Alimentos (BEDCA), y del resto de ingredientes a partir de las fichas técnicas de los productos, y de los valores nutricionales disponibles en el etiquetado de este, los valores tomados de las fuentes mencionadas fueron puestos en un Excel para realizar los cálculos de los valores nutricionales disponibles en el Anexo 1, Tabla 1. Para cada prueba de cocina se han medido los gramos y el porcentaje de proteínas por cada 100g de producto.

Los valores nutricionales que se tuvieron en cuenta para cambiar o no las formulaciones de una PC a otra fueron: el valor energético (Kcal), los hidratos de carbono (HC), las proteínas, las grasas totales, la grasa saturada, la fibra, y finalmente el contenido en sodio. Este último, se obtuvo a partir de la base de datos BEDCA y en el caso de solo conseguir el contenido en sal, se calculó el sodio con la siguiente fórmula:

$$= \text{g de sal} \times 393$$

4.3 Prueba de cocina.

Una vez definida la formulación inicial del paté, se han realizado cuatro PC, en las que se ha utilizado el siguiente material:

- Materias primas: brócoli, levadura nutricional y espirulina, adquiridos en el supermercado, y las especias, el aceite, el ácido y la fibra cítrica fueron utilizados directamente los disponibles en el obrador.
- Materiales de cocina: báscula (precisión 0'5g), cuchillos, tabla de cortar, placa de cocción, olla con tapa de, espátula de silicona, robot de cocina y manga pastelera.
- Otros materiales: envases de cristal de 110g de capacidad, medidor de pH, autoclave (110L).

Se han llevado a cabo en total cuatro pruebas de cocina (PC 1 – 4), en las que ha ido variando la receta según varios factores, los pasos generales seguidos han sido los siguientes:

1. Limpiar, cortar y pesar el brócoli.
2. Poner a hervir el brócoli durante 10-15 minutos.
3. Pesar y preparar el resto de los ingredientes.
4. Al cocinarse el brócoli sacar del agua y guardar parte de esta para su adición al robot de cocina.
5. Triturar el brócoli añadiendo el agua y el aceite hasta que se forme una pasta homogénea, y finalmente añadir la levadura junto con el resto de los ingredientes secos y triturarlos de nuevo.
6. Poner la mezcla en la manga pastelera y rellenar y tapar los envases.
7. Esterilización en la autoclave.

Análisis microbiológico.

Para asegurar la seguridad del producto de cara al consumidor, se tiene que realizar el análisis microbiológico del producto acabado a un laboratorio externo en el que se realiza el recuento de microorganismos, siendo el de nuestro interés en este caso el recuento de *Clorstridium*, siendo el valor seguro la cantidad de <10 unidades formadoras de colonias por gramo. Por lo que a partir de la última PC se envían al laboratorio 3 muestras del producto. Los parámetros que analizan son *Lactobacillus*, aerobios mesófilos, anaerobios mesófilos, *Clostridium*, *Listeria monocytogenes*, mohos y levaduras. Las muestras son dejadas 7 días a T° ambiente, 7 días a 37°C y 7 días a 56°C en medios de cultivo con un pH en torno a 7 (37).

4.4 Cata sensorial.

Se elaboró un documento para la realización de la cata sensorial del producto acabado, que consistió en una ficha (Anexo 7) en la que se valoraron parámetros como el color, el olor, el sabor y la textura del paté, mediante una escala hedónica de 9 puntos, en la que el número 1 sería “Me disgusta extremadamente” y el 9 “Me gusta extremadamente”. Esta escala suele utilizarse para determinar si existen diferencias entre muestras distintas de productos y la aceptación del consumidor, en cambio en este TFM se ha utilizado únicamente para evaluar la aceptación en general del producto final (38). La cata sensorial fue realizada por un panel de 4 participantes

pertenecientes al departamento de calidad y producción con experiencia y formación en catas sensoriales. Se llevó a cabo en una sala bien iluminada y sin olores ni ruidos. La muestra del paté se encontraba previamente refrigerada, y podían acompañarla con tostadas. Tras la recogida de las fichas completadas por los 4 participantes en la cata, se pasaron los datos a una hoja Excel y fueron resumidos en formato de gráfica de barras con la media de los valores atribuidos a cada parámetro.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Propuesta formulación.

Estudio de recetas.

A partir del estudio de recetas caseras realizado, se ha encontrado una serie de recetas, donde los ingredientes que más se repetían en las distintas páginas web encontradas, han sido: el aceite de oliva, verduras varias (zanahoria, puerro, cebolla, pimienta...), queso, salsa bechamel, beicon, bacalao, pollo y gambas. Como condimentos las más utilizadas son la pimienta, el ajo y el limón exprimido (39) (40) (41) (42). Las técnicas culinarias varían, ya que es una verdura muy versátil, y en este sentido se han descrito técnicas como salteado, al horno, hervido, así como su incorporación tanto en guisos o en crudo.

Estudio de untables del mercado y de la empresa.

En el estudio realizado en base al estudio de mercado de Innova (36) partiendo de 23 productos con brócoli y tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se ha realizado la tabla disponible en el Anexo 2, Tabla 1 han quedado 9 untables al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se ha visto que los untables de brócoli generalmente van acompañados de otras verduras, como la patata, zanahoria, espinacas, calabacín, entre otras. Solo en tres de los 9 productos, el porcentaje de brócoli supera el 50% del contenido total. En cuanto al sabor de los productos, se repite en algunos productos el sabor a almendra y a queso, de ahí el interés también por conseguir ese sabor a partir de la levadura nutricional, ya que en ninguno de los productos vistos, se ha utilizado este ingrediente para aportar ese sabor a la vez que mantendríamos su consumo apto para veganos. En cuanto al color, la mayoría adoptan un color entre marrón y verdoso. Con respecto al contenido en proteína, únicamente tres de los untables superan el 12% de proteína sobre el VET, y uno de estos el 20% de proteína sobre el VET.

Tras realizar la tabla disponible en el Anexo 3, Tabla 1 con los diferentes valores nutricionales de los patés vegetales de la empresa, se vio una media de 1'5 g de proteína en los 5 productos en total, por lo que se buscaba aumentar esa cantidad de proteína en total en el nuevo producto.

Ingredientes target.

En base a la investigación realizada, se han escogido los siguientes ingredientes para formular el producto. Partiendo del ingrediente principal, el **brócoli**, y siguiendo la formulación habitual de la empresa, se intenta conseguir entre un 70-90% de brócoli en el producto final. El ingrediente que nos aportará un sabor característico de queso será la **levadura nutricional** (*Saccharomyces cerevisiae*), ya que una de las recetas más típicas con el brócoli es horno con queso gratinado. Además del sabor, esta levadura nos aporta proteína a la fórmula, ya que como se ha comentado, por cada 100g, tiene un aporte proteico de casi el 50%. Como fuente de grasas, se utilizará **AOVE** por su contenido en ácidos grasos monoinsaturados y que junto con el agua y la levadura, nos aportará esa untuosidad que buscamos para el paté.

En el caso de la textura del producto, se añadió **fibra cítrica** durante el proceso, ya que lo que hace es retener el agua, y por otra parte ayuda a formar una emulsión con el aceite mejorando la untuosidad del paté, además de aumentar el aporte de fibra.

Para condimentar el paté, añadiremos especias como la **sal**, la **pimienta blanca** y el **ajo en polvo**. En las dos últimas pruebas, se ha optado por utilizar la **espirulina** como colorante, con una cantidad menor a la recomendada al día como suplemento (32).

Finalmente, como conservante se optó por utilizar **ácido cítrico**, para acidificar el producto e inhibir el crecimiento microbiano y así ayudar a alargar la vida del producto.

5.2 Resultados de pruebas de cocina.

Prueba de cocina 1.

En la primera PC (PC1) se prepararon 2 muestras diferentes, muestra 1 (PC1_M1) y muestra 2 (PC1_M2), donde se quiso evaluar los diferentes ingredientes seleccionados en base al estudio de recetas y a los propios patés de la empresa. Se optó por un paté donde se usó como grasa el aceite de oliva y un segundo usando pipas de girasol. Estas diferentes elecciones fueron por los siguientes factores:

- El uso de AOVE por sus propiedades tanto por su poder emulsionante, como por sus propiedades nutricionales.

- Como segunda opción se tuvo en cuenta el uso de las pipas de girasol, por abaratar los costes de producción. Otra de las razones de su uso es por su presencia en algunos de los diferentes patés y untables vegetales vistos en el estudio de mercado (Anexo 2, Tabla 1) ya que este aporta una textura granulada que dependiendo del nivel de triturado es agradable al paladar.

La formulación de esta primera prueba de cocina fue realizada, pesando el ingrediente inicial y restando el sobrante, ya que se iban añadiendo los ingredientes al robot de cocina en función de cómo se percibía el producto según textura, color y sabor. La medición exacta se obtuvo de los ingredientes de mayor interés, siendo estos el brócoli, el aceite de oliva, las pipas de girasol y la levadura nutricional. En el Anexo 4 tenemos las tablas con los valores nutricionales de la muestra 1 (Tabla 1), los de la muestra 2 (Tabla 2).

Fue medido el pH en ambas muestras, se obtuvo de la M1 un pH de 4'7 y de la M2 un pH de 4'43. Ambas fueron esterilizadas en la autoclave a una temperatura de 115° con un F0 de 6'5. En cuanto al pH tras la esterilización, se obtuvo un pH de 4'75 en la M1 y 4'76 en la M2. A continuación, las figuras del antes (Figura 1) y después (Figura 2) de la esterilización de la PC1_M1, y del antes (Figura 3) y después (Figura 4) de someterse al proceso de esterilización de la PC1_M2.



Figura 1 Muestra 1 antes del proceso de esterilización de la prueba de cocina 1.



Figura 2. Muestra 1 postesterilización de la prueba de cocina 1.



Figura 3. Muestra 2 antes del proceso de esterilización de la prueba de cocina 1.



Figura 4. Muestra 2 postesterilización de la prueba de cocina 1.

Se hizo una breve cata en ambas muestras en la que se vio que la PC1_M1 tenía más sabor a brócoli y en la PC1_M2 apenas podía reconocerse su sabor, además de que al paladar la textura PC1_M1 era más agradable. En cuanto a la parte visual, no se percibía la diferencia en cuanto al color de ambas muestras, pero sí que se veía la M2 con menor nivel de homogeneidad ya que este presentaba una apariencia más granulada por las pipas de girasol.

Tras esta primera prueba, se decidió descartar el uso de las pipas de girasol, ya que la textura no era lo que se buscaba en este paté, principalmente porque en la gama de patés de la empresa no era un ingrediente que usaran en la formulación de estos. A pesar de que abarata los costes de manera considerable, se optó por un producto menos económico, pero con mejores propiedades nutricionales y sensoriales, en este caso, el resto de las pruebas se realizarán con el AOVE como fuente de grasas. En cuanto al sabor, para que se notara más el sabor a queso, se optó por el aumento de la levadura nutricional en la PC2. Finalmente, en cuanto a la formulación obtenida en ambas muestras, se sacaron los valores nutricionales con los ingredientes principales pesados, y se obtuvieron los datos mostrados en la Tabla 3 del Anexo 4.

Prueba de cocina 2.

Para la segunda prueba de cocina PC2, se pesaron todos los ingredientes, siendo el porcentaje y cantidad que se preparó en esta prueba los mostrados en la Tabla 1 del Anexo 5. En esta prueba lo que se buscaba era asegurar los valores de cada ingrediente que no se pesaron en la PC1 y así tener una fórmula a partir de la cual poder realizar cambios más adelante si es necesario, se tomó el peso del brócoli adquirido ese día ya cocinado, y a partir de este, se fue ajustando el peso de los ingredientes para introducirlos en un Excel. Se obtuvieron 1050g de brócoli hervido, a partir de ahí, se obtuvo la cantidad de levadura nutricional que usaríamos para esta

prueba en relación con la cantidad de brócoli utilizado aumentándola ligeramente en comparación con la PC1.

A partir de esta PC, se calculó el valor nutricional del paté para ver si este aporta más del 12% de proteínas del valor energético total, esto se realizó multiplicando la cantidad de proteínas por 100g del producto por 4, y a partir de ahí hacer el cálculo siguiente para sacar el porcentaje de proteína que contiene esta PC y evaluar si sería necesario aumentar este nutriente:

$$\% \text{ de proteína} = (\text{Kcal aportadas de proteína} * 100) / \text{Kcal totales} \rightarrow (14'75 * 100) / 113'3$$

Resultando de este cálculo un 13% de proteína, por lo tanto, sí que sería posible declarar este producto como *“Fuente de proteínas”*.

Al probar durante la PC2 el sabor del paté, se vio un alto nivel de acidez, por lo que se decidió para la PC3 reducir el porcentaje del ácido cítrico, basándose en la formulación de los patés de la empresa, donde éste ronda el 0'1-0'2% mientras que en esta PC se utilizó un 0'69% de ácido cítrico.



Figura 5. Prueba de cocina 3 antes de esterilizar.



Figura 6. Prueba de cocina 3 postesterilización.

Tal y como se ven las diferencias de color entre la Figura 5 y la Figura 6, tras pasar por el proceso de esterilización, el color del paté no es el deseado, ya que adquiere una tonalidad marrón, por lo que se comenzó a investigar qué soluciones se podrían poner para conseguir un color verdoso que soporte el proceso de esterilización y que sea un producto sin número E, para seguir con los valores de la empresa. Por lo tanto, se consideró la utilización de la espirulina para la PC3, de forma que a la vez que solucionamos el nivel de acidez junto a alguna modificación del resto de los ingredientes, mejoramos el color del producto tras pasar por el proceso de esterilización.

Prueba de cocina 3.

En esta PC3, se quería evaluar la cantidad necesaria de espirulina para aportar un color verdoso y menos marrón al producto final esterilizado. Por lo tanto, siguieron los mismos pasos descritos en la metodología para la realización de las PC, separando antes de envasar el paté en tres muestras diferentes PC3_M1, PC3_M2, PC3_M3, y poder así comparar diferentes cantidades de espirulina, para poder seleccionar tras la esterilización la cantidad necesaria para conseguir los resultados del tono buscado. Hay que aclarar, que para la realización de esta y siguientes pruebas de cocina se utilizó espirulina adquirida en un supermercado (43) y esta viene en cápsulas junto con otros componentes, por lo que se tuvo en cuenta únicamente la cantidad de espirulina en cada cápsula.

Al obtener la mezcla inicial del brócoli junto con el resto de los ingredientes como en la PC2, se separó entre tres y se hicieron los cálculos, de forma que para cada muestra se añadieron los siguientes mg de espirulina:

Para la PC3_M1, se hizo el cálculo para 100 g de producto y se añadió espirulina, consiguiendo el color mostrado en la Figura 7 en la que se muestra el producto envasado antes del proceso de esterilización y la Figura 8 tras esterilizarlo.



Figura 7. PC3_Muestra 1 antes de esterilizar.



Figura 8. PC3_Muestra 1 postesterilización.

Para la PC3_M2, se duplicó la cantidad de espirulina por 100g de producto, en la Figura 9 se muestra el color obtenido antes de esterilizar y en la Figura 10 el color postesterilización.



Figura 9. PC3_Muestra 2 antes de esterilizar



Figura 10. PC3_Muestra 2 postesterilización.

PC3_M3, se triplicó la cantidad inicial, en las siguientes figuras (Figura 11 y Figura 12) vemos respectivamente el color obtenido antes y después de esterilizar.



Figura 11. PC3_Muestra 3 antes de esterilizar.



Figura 12. PC3_Muestra 3 postesterilización.

Al finalizar el proceso de esterilización, se seleccionó la cantidad de la PC3_M2 como la necesaria de espirulina para la siguiente prueba, ya que era el paté con la tonalidad más atractiva. En cuanto al porcentaje de proteína obtenido, al haber aumentado la cantidad de levadura nutricional, se hizo el cálculo de este porcentaje obteniendo un 15% de proteína sobre el valor energético total. En el Anexo 6, tenemos el cálculo de la formulación de esta PC (Tabla 1) y los valores nutricionales (Tabla 2), cabe señalar que la cantidad de espirulina no fue considerada en el cálculo de los valores nutricionales para esta PC.

Prueba de cocina 4.

Una vez reajustada la formulación de la PC3_M2 en cuanto al contenido de espirulina seleccionado, se obtuvo la formulación de la Tabla 1, se aumentó ligeramente el contenido en levadura nutricional, para aumentar el sabor a queso, y se redujo el contenido de AOVE, aunque dicha disminución no ha supuesto grandes cambios en cuanto a la textura del paté. En cambio, sí que se ha visto una disminución calórica, lo que ha supuesto el aumento del porcentaje de proteína sobre el VET. Se presentan los valores nutricionales en la Tabla 2 calculadas según la formulación de la Tabla 1.

TABLA1. Formulación Prueba de Cocina 4.

Eliminado en la versión adaptada.

Tabla 2. Valores nutricionales Prueba de Cocina 4.

PC4	100 g de producto
Energía (Kcal)	85'6
Hidratos de carbono (g)	3'1
Proteína (g)	4'1
Grasas (g)	6'1
Grasas saturadas (g)	1'0
Fibra (g)	2'2
Sodio (mg)	376'5

5.3 Resultados cata sensorial.

A partir de la PC4, se llevó a cabo la cata sensorial para determinar el nivel de aceptación del paté por parte de los participantes, los resultados obtenidos a partir de esta cata se encuentran en la ilustración 1 del Anexo 7, en cuanto al color la media fue de 7'5 sobre la escala de 9 puntos, el olor fue puntuado con un 6'8, el sabor con 7'3 y la textura con la mejor puntuación con 7'8. La percepción general era que sí que se percibía el gusto a brócoli con el toque umami que le aportaba la levadura nutricional.

Resultados análisis microbiológico.

La PC4 fue enviada al laboratorio externo para evaluar los parámetros mencionados anteriormente en materiales y métodos, siendo los resultados de esta favorables según las normas seguidas por este, la muestra enviada se ha comportado estable en las diferentes condiciones estudiadas a nivel microbiológico y no ha presentado alteraciones a nivel organoléptico (textura, color, aroma). Tampoco ha presentado variación del pH. Por lo que lo hace un producto seguro y apto para ser consumido hasta 2 años desde su fecha de producción, sin necesidad de ser refrigerado hasta el momento de su apertura.

Escalado industrial.

Proceso industrial.

Eliminado en la versión adaptada.

Escandallo.

La determinación de los costes de producción del paté se realizó a partir de dos fuentes, fue necesario obtener precios de referencia mediante una investigación de mercado en fuentes disponibles en internet para el brócoli, levadura nutricional y espirulina, ya que la empresa no contaba con proveedores de estos productos. Para el resto de los ingredientes, se utilizaron los costes proporcionados por la empresa. Esta metodología permitió realizar una estimación representativa de costes basada en la información sobre las materias primas, faltando para el coste final del producto los gastos como pueden ser el de la luz, el agua o la mano de obra. Se realizó una tabla con los precios por la cantidad utilizada en la elaboración de un envase y de la cantidad normalmente utilizada para la fabricación de un lote, se obtuvo el coste (Anexo 8, Tabla 1) por la producción de un envase, dato que se le administra a la empresa para valorar junto con el resto de los costes de producción la viabilidad de la salida al mercado de este producto.

5.4 Discusión de los resultados de las pruebas de cocina.

Al finalizar las 4 pruebas de cocina, se ha decidido utilizar definitivamente para el proceso industrial futuro la formulación de la PC4. Con los resultados de las distintas pruebas de cocina, se ha ido mejorando varios aspectos del paté como la textura, el color, el aroma, el sabor y los valores nutricionales. La elección definitiva de los ingredientes ha sido: brócoli, AOVE, levadura nutricional, sal, fibra cítrica, ajo en polvo, ácido cítrico, espirulina y pimienta blanca, en las cantidades mostradas en la Tabla 1. Consiguiendo a partir de la formulación de la PC4, un porcentaje de 22'32% de proteínas, lo cual encajaría con la normativa especificada en el *Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades nutricionales en los alimentos*, y en concreto, al acceso a una declaración nutricional del tipo “*Alto contenido en proteínas*”, puesto que el porcentaje proteico es superior al 20% del valor energético total. Siguiendo las declaraciones de este Reglamento, se puede poner la declaración de “*Fuente de fibra*” ya que se puede utilizar en el caso de tener como mínimo 1'5g de fibra por 100 Kcal.

5.5 Limitaciones del estudio y propuestas de mejora.

El presente proyecto de Trabajo de Fin de Máster ha presentado las limitaciones descritas a continuación. La elección de la formulación del paté se realizó mediante pruebas de cocina, que al emplear una menor cantidad de materias primas y debido a la precisión de las básculas, puede haber diferencias entre las muestras a causa del error de medición en el caso de los ingredientes de menor cantidad de la formulación. Otra de las limitaciones para tener en cuenta ha sido el tamaño del grupo de cata, ya que se realizó con una muestra pequeña de 4 personas, teniendo que ser alrededor de 8-12 personas entrenadas en las catas. Como propuestas de mejora, siguiendo los valores de la empresa sobre el aprovechamiento de las materias primas y evitar el desperdicio de comida, podría utilizarse el tallo del brócoli, ya que las pruebas de cocina realizadas fueron retirando esta parte de la verdura.

6. CONCLUSIÓN

El desarrollo de este nuevo producto satisface a las necesidades tanto del futuro consumidor como de la empresa, ya que además de las declaraciones de “*Alto contenido en proteínas*” y “*Fuente de fibra*”, este producto es vegano y sin gluten (siempre y cuando la levadura nutricional adquirida sea específicamente sin gluten, ya que muchas de las vistas en el mercado durante la realización del escandallo informaban que podían tener trazas de gluten), lo que lo hace un producto para una amplia variedad de consumidores. En comparación de los productos del mercado europeo, es un producto innovador en cuanto a los ingredientes que acompañan al brócoli, ya que no se ha encontrado en esta gama de productos ningún ejemplo en el que se utilice la levadura nutricional para aportar ese sabor a queso, además de utilizarlo como fuente de proteínas para el producto. Otra de las aportaciones innovadoras llevadas a cabo en la formulación de este producto, se ha conseguido un color más verdoso y atractivo para el consumidor gracias a la utilización de la espirulina. De manera que se han logrado de forma satisfactoria los objetivos planteados en este Trabajo de Fin de Máster.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Tendencias globales de ingredientes 2025. [Internet]. [citado 4 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.innovamarketinsights.com/es/tendencias/tendencias-globales-de-ingredientes-2025/>
2. Tendencias del mercado de las proteínas en Europa. [Internet]. [citado 13 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.innovamarketinsights.com/es/tendencias/tendencias-del-mercado-de-proteinas-en-europa/>
3. Eureka [Internet]. [citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/tratado-de-nutricion-tomo-4/452>
4. Necesidades y recomendaciones nutricionales - Nutrición y dietética clínica - ClinicalKey Student [Internet]. [citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www-clinicalkey-com.sabidi.urv.cat/student/content/book/3-s2.0-B9788413827292000013#hl0003693>
5. Eureka [Internet]. [citado 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/nutricion-clinica-y-salud-nutricional/21>
6. Yamada EA, Alvim ID, Santucci MCC, Sgarbieri VC. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. Revista de Nutrição [Internet]. 2003 [citado 30 de julio de 2025];16(4):423-32. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rn/a/3KRqWh5Fn7LpYRs8Tw5hfsD/?lang=pt>
7. Alim A, Song H, Zou T. Analysis of meaty aroma and umami taste in thermally treated yeast extract by means of sensory-guided screening. European Food Research and Technology [Internet]. 1 de octubre de 2020 [citado 30 de julio de 2025];246(10):2119-33. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-020-03561-5>
8. de Melo ANF, de Souza EL, da Silva Araujo VB, Magnani M. Stability, nutritional and sensory characteristics of French salad dressing made with mannoprotein from spent brewer's yeast. LWT - Food Science and Technology [Internet]. 1 de junio de 2015 [citado 30 de julio de 2025];62(1):771-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814004186?via=ihub>
9. McClements DJ, Bai L, Chung C. Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. Annu Rev Food Sci Technol [Internet]. 28 de febrero de 2017 [citado 30 de julio de 2025];8:205-36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28125353/>
10. Kang SH, Kim HR, Kim JH, Ahn BH, Kim TW, Lee JE. Identification of Wild Yeast Strains and Analysis of Their β -Glucan and Glutathione Levels for Use in Makgeolli Brewing.

- Mycobiology [Internet]. 2014 [citado 15 de agosto de 2025];42(4):361. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4298840/>
11. Stier H, Ebbeskotte V, Gruenwald J. Immune-modulatory effects of dietary Yeast Beta-1,3/1,6-D-glucan. Nutr J [Internet]. 28 de abril de 2014 [citado 14 de agosto de 2025];13(1):1-9. Disponible en: <https://link.springer.com/articles/10.1186/1475-2891-13-38>
 12. PARED CELULAR DE LEVADURA, VENTAJAS DE SU USO PARA MITIGAR EL EFECTO TÓXICO DE LAS MICOTOXINAS - Micotoxinas en alimentos para animales [Internet]. [citado 15 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.bionte.com/pared-celular-de-levadura-ventajas-de-su-uso-para-mitigar-el-efecto-toxico-de-las-micotoxinas-2/>
 13. Ciencia Arte M. Milenaria, Ciencia y Arte No. 19 [Internet]. Disponible en: <https://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/>
 14. Bae IY, Kim SM, Lee S, Lee HG. Effect of enzymatic hydrolysis on cholesterol-lowering activity of oat β -glucan. N Biotechnol [Internet]. 28 de febrero de 2010 [citado 15 de agosto de 2025];27(1):85-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678409012990>
 15. Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to oat beta glucan and lowering blood cholesterol and reduced risk of (coronary) heart disease pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006 [Internet]. [citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1885?getft_integrator=mendeley&src=getftr&utm_source=mendeley
 16. Garcia J, Syed RU, Moni SS, Khaled Bin Break M, Khojali WMA, Jafar M, et al. Broccoli: A Multi-Faceted Vegetable for Health: An In-Depth Review of Its Nutritional Attributes, Antimicrobial Abilities, and Anti-inflammatory Properties. Antibiotics 2023, Vol 12, Page 1157 [Internet]. 7 de julio de 2023 [citado 2 de agosto de 2025];12(7):1157. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/12/7/1157/htm>
 17. López-Chillón MT, Carazo-Díaz C, Prieto-Merino D, Zafrilla P, Moreno DA, Villaño D. Effects of long-term consumption of broccoli sprouts on inflammatory markers in overweight subjects. Clinical Nutrition [Internet]. 1 de abril de 2019 [citado 20 de agosto de 2025];38(2):745-52. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261561418301183>
 18. Kamal MM, Akter S, Lin CN, Nazzal S. Sulforaphane as an anticancer molecule: mechanisms of action, synergistic effects, enhancement of drug safety, and delivery

- systems. Arch Pharm Res [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 20 de agosto de 2025];43(4):371-84. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12272-020-01225-2>
19. Eureka [Internet]. [citado 21 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/tratado-de-nutricion-tomo-3/176>
 20. Matusheski N V., Jeffery EH. Comparison of the bioactivity of two glucoraphanin hydrolysis products found in broccoli, sulforaphane and sulforaphane nitrile. J Agric Food Chem [Internet]. 2001 [citado 20 de agosto de 2025];49(12):5743-9. Disponible en: [/doi/pdf/10.1021/jf010809a?ref=article_openPDF](https://doi/pdf/10.1021/jf010809a?ref=article_openPDF)
 21. Base de Datos BEDCA [Internet]. [citado 21 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>
 22. Dayem AA, Hossain MK, Lee S Bin, Kim K, Saha SK, Yang GM, et al. The Role of Reactive Oxygen Species (ROS) in the Biological Activities of Metallic Nanoparticles. International Journal of Molecular Sciences 2017, Vol 18, Page 120 [Internet]. 10 de enero de 2017 [citado 21 de agosto de 2025];18(1):120. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/1/120/htm>
 23. Eureka [Internet]. [citado 22 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/tratado-de-nutricion-tomo-4/419>
 24. Lu Y, Zhao J, Xin Q, Yuan R, Miao Y, Yang M, et al. Protective effects of oleic acid and polyphenols in extra virgin olive oil on cardiovascular diseases. Food Science and Human Wellness [Internet]. 1 de marzo de 2024 [citado 21 de agosto de 2025];13(2):529-40. Disponible en: <https://www.sciopen.com/article/10.26599/FSHW.2022.9250047>
 25. Eureka [Internet]. [citado 22 de agosto de 2025]. p. 417-9. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/tratado-de-nutricion-tomo-4/419>
 26. Base de Datos BEDCA [Internet]. [citado 22 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>
 27. Polyphenols in olive related health claims | EFSA [Internet]. [citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2033>
 28. Romay C, Armesto J, Ramirez D, González R, Ledon N, García I. Antioxidant and anti-inflammatory properties of C-phycocyanin from blue-green algae. Inflammation Research [Internet]. 1998 [citado 25 de agosto de 2025];47(1):36-41. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s000110050256>

29. Aceptabilidad La Población De San Miguel De Tucumán SE. Composición química y valor nutricional del polvo de espirulina (Arthrospira (Spirulina) máxima). Su consumo, nivel de conocimiento y evaluación de su aceptabilidad en la población de San Miguel de Tucumán [Internet]. Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. Facultad de Ciencias de la Salud; 2014 [citado 17 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.unsta.edu.ar:4000/handle/123456789/652>
30. Agrawal M, Bansal S, Chopra • Kanwaljit. Evaluation of the in vitro and in vivo antioxidant potentials of food grade Phycocyanin. [citado 25 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04922-4>
31. Lafarga T, Fernández-Sevilla JM, González-López C, Acién-Fernández FG. Spirulina for the food and functional food industries. Food Research International [Internet]. 1 de noviembre de 2020 [citado 25 de agosto de 2025];137:109356. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920303811>
32. Janda-Milczarek K, Szymczykowski K, Jakubczyk K, Kupnicka P, Skonieczna-Żydecka K, Pilarczyk B, et al. Spirulina Supplements as a Source of Mineral Nutrients in the Daily Diet. Applied Sciences (Switzerland) [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 17 de agosto de 2025];13(2):1011. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/2/1011/htm>
33. L_2007012ES.01000301.xml [Internet]. [citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006R1924R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006R1924R(01))
34. Isabel Ramirez Acero R. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA CONTENIDO DIDACTICO DEL CURSO: 301107-TECNOLOGIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA PROGRAMA INGENIERIA DE ALIMENTOS 301107-TECNOLOGIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS.
35. Eureka [Internet]. [citado 28 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://mieureka-medicapanamericana-com.sabidi.urv.cat/viewer/tratado-de-nutricion-tomo-3/194>
36. Broccoli vegetable spreads WE.
37. NORMAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS Y ASIMILADOS (superficies, aguas diferentes de consumo, subproductos) Y OTROS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS SANITARIO Actualizada a 1 ABRIL de 2022. [citado 28 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/12/09/1086>
38. (PDF) Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor [Internet]. [citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor

39. Receta de brócoli al horno con queso - Aceites de Oliva de España [Internet]. [citado 19 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.aceitesdeolivadeespana.com/recetas/receta-de-brocoli-al-horno-con-queso/>
40. 39 Recetas con Brócoli | Recetas Gallina Blanca [Internet]. [citado 19 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.gallinablanca.es/recetas/brocoli/>
41. Brócoli al horno, receta sana y casera [Internet]. [citado 19 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://recetasdecocina.elmundo.es/2024/10/brocoli-al-horno-receta-sana-casera.html>
42. Recetas con brócoli - Paulina Cocina [Internet]. [citado 19 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.paulinacocina.net/ingrediente/brocoli>
43. Cápsulas Spirulina + vitamina B12 Deliplus | Mercadona compra online [Internet]. [citado 3 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://tienda.mercadona.es/product/35991/capsulas-spirulina-vitamina-b12-deliplus-caja>

8. ANEXOS

Anexo 1. Base de datos para el cálculo de valores nutricionales.

Tabla 1. Valores nutricionales utilizados para el cálculo de los valores nutricionales del paté.

	Kcal	Hidratos de carbono (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Grasas saturadas (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)
Levadura	349	39	47	5	1	20	98'25
Brócoli	26	2'4	3	0'4	0'2	3	-
AOVE	888	-	-	100	14'21	-	-
Ácido cítrico	-	4	1'5	0'3	-	10'6	-
Fibra cítrica	168	0'1	5	0'1	-	75	-
Sal	-	-	-	-	-	-	39300
Pipas girasol	574	20	27	43	5'63	2'7	3
Pimienta blanca	232	42'4	10'4	2'1	0'63	26'2	5
Espirulina	294	14'6	55'6	1'6	-	17'6	-
Ajo en polvo	371	72'73	16'55	0'73	0'249	9	60

Anexo 2. Estudio de mercado.

Tabla 1. Estudio de untables vegetales del mercado europeo.

Nombre del producto	Imagen	Descripción del producto	Declaraciones nutricionales/ características/sabor	Ingredientes	Valor energético (Kcal/100g)	CH (g por 100g)	Proteína (g por 100g) (%)	Grasa (g por 100g)
Mills Gronnsak: Vegetable Pate		Paté elaborado con garbanzos, brócoli, zanahoria y boniato. Viene en una tina de plástico de 175g.	-	Agua, garbanzos (14%), aceite de colza y girasol (13,5%), zanahoria (12%), brócoli (7%), judías cannellini (5%), boniato (5%), tomates (2'5%), almidón (maíz), cebolla, proteína de leche, fibra (trigo), dextrosa, pimentón, sal, especias, extracto de especias, conservante (ácido sórbico), antioxidante (ácido ascórbico), corrector de acidez (ácido cítrico, cloruro cálcico).	200	10	4 (8%)	15
L Epicurien Delices De Phuket Legumes Verts, Curry Vert Tartinable Artisanal: Artisanal Spreadable Phuket Delights Green Vegetables And Green Curry		Preparación culinaria a base de verduras y pasta de curry verde, en un tarro de cristal de 100g.	Artesanal. Envases reciclables. Hortalizas: Originario de la UE. Sabor curry verde	Brócoli 32%, guisantes 19%, espinacas 12%, patata, leche de coco (leche de coco deshidratada 90%, maltodextrinas, caseinatos de sodio (leche)), aceite de oliva virgen extra, ajo, caldo de verduras (apio), hierbas, pasta de curry verde 1'5% (chile verde fresco 33%, hierba de limón, ajo, chalota, sal, galanga, comino, semillas de cilantro) (origen no comunitario), zumo de limón concentrado, sal, hoja de lima kaffir, antioxidante: extracto de romero.	144	7	3'8 (10'5%)	11
Bio Today Veggie Spread: Spinach Parsley		Untable con espinacas y perejil, en un frasco de vidrio de 235 g.	Fuente de fibra. Certificado orgánico. Apto para veganos. Envases reciclables.	Espinacas orgánicas (ORG) 27%, zanahoria ORG, aceite de colza ORG, agua, brócoli ORG, semillas de sésamo ORG, semillas de girasol ORG, linaza ORG, harina de arroz ORG, sal, perejil ORG, eneldo ORG, ajo ORG, chile ORG.	218	4'3	3'8 (6'9%)	20

Nombre del producto	Imagen	Descripción del producto	Declaraciones nutricionales/ características/sabor	Ingredientes	Valor energético (Kcal/100g)	CH (g por 100g)	Proteína (g por 100g) (%)	Grasa (g por 100g)
Allos Hof-Gemuese Bernds Brokkoli Mandel Brotaufstrich: Vegetable Spread With Broccoli And Almonds		Crema de verduras con brócoli y almendras, en un tarro de cristal de 135g.	Certificado orgánico. 65% verduras. Apto para veganos. Sin gluten. Sabor almendra	44% brócoli ORG, 13% calabacín ORG, semilla de girasol ORG, aceite de girasol ORG, 5% cebolla ORG, jugo espeso de agava ORG, 3% almendra ORG, 3% papa ORG, concentrado de jugo de limón ORG, almidón de papa ORG, cebolla ORG en polvo, espinaca ORG en polvo, pimienta blanca ORG, nuez moscada ORG, sal marina, espesante: goma de garrofin ORG.	190	8'3	3'8 (8%)	15
Bio Solidale Pate De Brocoli: Broccoli Pate		Paté de brócoli en un tarro de cristal de 190g.	100% vegano. Certificado orgánico.	Brócoli ECO (97%), aceite de oliva virgen extra ECO, ajo ECO, sal vinagre de vino ECO, crema de guindilla ECO (guindilla ECO (90%), aceite de oliva virgen extra ECO, sal, vinagre de vino ECO).	187	2	2'8 (5'9%)	18
Conserveries Des Sept Collines Creme De Brocolis Au Pecorino Et Amandes: Broccoli Cream Spread With Pecorino And Almonds		Una crema untuosa de color verde hecha de un 90% de verduras, rodajas de almendra y un poco de queso de oveja: para untar en pan y disfrutar sin moderación.	Sin colorantes, conservantes ni aditivos. Sabor almendra y queso pecorino	Brócoli de Francia (77%), pecorino (8%), almendras (4%), cebollas, nata fresca (3%), aceite de girasol, pimienta chlli, sal de Guerande.	110	3	4'9 (17'8%)	8'2
Karine And Jeff Mousseline De Brocoli: Broccoli Mousseline		Mousse de brócoli ecológico en tarro de cristal de 350g.	Naturalmente libre de gluten. Certificado orgánico. Apto para veganos. 100% vegetal a excepción de la sal.	Brócoli ecológico (87,8%), agua pura del parque regional de Haut Langedoc, aceite de oliva virgen ecológico de primera presión en frío, sal marina sin refinar.	28	1'5	2'5 (35'7%)	0'8

Nombre del producto	Imagen	Descripción del producto	Declaraciones nutricionales/ características/sabor	Ingredientes	Valor energético (Kcal/100g)	CH (g por 100g)	Proteína (g por 100g) (%)	Grasa (g por 100g)
Simplement Bon Et Bio Tartinable De Legumes Bio Epinard Et Persil: Organic Spinach And Parsley Vegetable Spread		Untable de verduras orgánicas de espinaca y perejil	Certificado orgánico. Logotipo vegano. Nutriscore B. Tarro de vidrio reciclable y tapa metálica.	Espinacas (cultivado orgánicamente (ORG)) 27%, zanahorias (ORG), aceite de colza (ORG), brócoli (ORG), agua, semillas de girasol (ORG), semillas de sésamo (ORG), semillas de lino (ORG), sal, harina de arroz (ORG), perejil (ORG) 1%, chile (ORG), eneldo (ORG), ajo (ORG).	218	4'3	3'3 (13'2%)	20
Allos Hof Gemuese Brigittas Brokkoli Mandel: Vegetable Spread With Brigittas Broccoli Almond		Crema de verduras con brócoli y almendras, en un tarro de cristal de 135g.	Certificado orgánico. 65% verduras. Apto para veganos. Sin gluten. Contiene almendra. Sabor almendra	Brócoli (procedente de la agricultura ECO) (44%), calabacín (ECO)(13%), semillas de girasol (ECO), aceite de girasol (ECO), cebolla (ECO)(5%), sirope de agave (ECO), almendras (ECO)(3%), patatas (ECO)(3%), concentrado de zumo de limón (ECO), fécula de patata (ECO), cebolla en polvo (ECO), Espinaca en polvo (ECO), pimienta blanca (ECO), nuez moscada (ECO), sal marina, espesante: goma garrofin (ECO).	190	8'3	3'8 (8%)	15

Anexo 3. Comparación patés de la empresa

Tabla 1. Comparación de los diferentes patés de la empresa.

Eliminado en la versión adaptada

Anexo 4. Resultados prueba de cocina 1.

Tabla 1. Valores nutricionales de la muestra 1 de la prueba de cocina 1.

Eliminado en la versión adaptada.

Tabla 2. Valores nutricionales de la muestra 2 de la prueba de cocina 1.

Eliminado en la versión adaptada.

Tabla 3. Formulación (A)PC1_M1 y (B)PC1_M2.

Eliminado en la versión adaptada.

Anexo 5. Resultados prueba de cocina 2.

Tabla 1. Formulación Prueba de Cocina 2.

Eliminado en la versión adaptada.

Tabla 2. Valores nutricionales Prueba de Cocina 2.

Eliminado en la versión adaptada.

Anexo 6. Resultados prueba de cocina 3.

Tabla 1. Formulación Prueba de Cocina 3.

Eliminado en la versión adaptada.

Tabla 2. Valores nutricionales Prueba de Cocina 3.

Eliminado en la versión adaptada.

Anexo 7. Cata sensorial.

Nombre:

Fecha:

Instrucciones

Frente a usted se presenta una muestra del paté. Por favor, observe y pruebe la muestra. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada atributo de esta, de acuerdo con la nota/categoría, escribiendo el número correspondiente para cada atributo.

Nota	Categoría	Nota	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

Calificación para cada atributo			
Color	Olor	Sabor	Textura

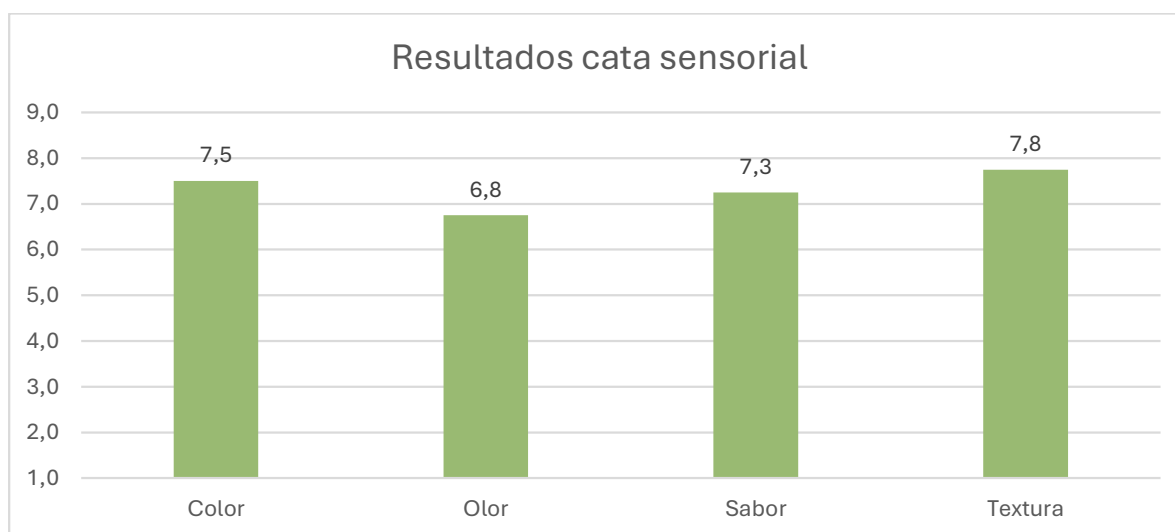


Figura 1. Resultado cata sensorial PC4.

Anexo 8. Escandallo.

Tabla 1. Precio de materias primas.

Eliminado en la versión adaptada.