

INFORME TÉCNICO FINAL

PROGRAMA ASTURIAS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE I+D+i

Referencia proyecto	IDI/2021/000298		
Acrónimo	<i>InSnackIn</i>		
Título del Proyecto	Investigación en el desarrollo de Snacks saludables estimulantes del sistema Inmunitario a partir de ingredientes con funcionalidad inmunológica		
Periodo de Justificación	Desde:	01/01/2022	Hasta: 31/12/2023

En Noreña , a 27 de febrero de 2024

1. MEMORIA TÉCNICA

Explique **DETALLADAMENTE** las actividades realizadas, incluyendo la descripción de la metodología empleada, con referencia expresa a los hitos, tareas y plan de trabajo de la solicitud.

H.1. ALIMENTOS EN INGREDIENTES CON FUNCIONALIDAD INMUNITARIA

T.1.1. Búsqueda, identificación y selección de posibles alimentos e ingredientes

A través de las siguientes herramientas bibliográficas y bibliografía científico-técnica, se evaluaron posibles ingredientes y alimentos, capaces de influir en el sistema inmunológico.

Posteriormente, una vez consultada la bibliografía se recurrió a diferentes herramientas técnicas en materia de nutrición para correlacionar la información identificada en la bibliografía consultada con la composición nutricional de los posibles ingredientes y alimentos a testar.

A continuación, se muestra la bibliografía consultada:

- Hegoi Seguro Gurrutxaga, Guillermo Cárdenas Lagranja y Rosa Burgos Peláez. Nutrientes e inmunidad. Nutrición clínica en medicina. Vol. X - Número 1 – 2016, pp. 1-19.
- Ortega RM, Navia B, López-Sobaler AM, Aparicio A. Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española. Departamento de Nutrición, Universidad Complutense, Madrid;2014.
- SANTANA, Adriana Beatriz Pedreáñez, et al. Análisis del papel de la vitamina D en la defensa inmunitaria contra la COVID-19 en los adultos mayores. Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna, 2021, p. 76-88.
- Bermejo López, Laura María et al. Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche y sus componentes naturales. Nutr. Hosp. [online]. 2021, vol.38, n.spe2 [citado 2021-12-22], pp.17-22.
- Castellano Puerto, Edelis. La nutrición, su relación con la respuesta inmunitaria y el estrés oxidativo. *Rev haban cienc méd* [online]. 2008, vol.7, n.4 [citado 2021-12-22]
- Rayman M. The importance of Selenium to human health. *The Lancet*. 2000;356:233-41
- Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A review of micronutrients and the immune system—working in harmony to reduce the risk of infection. *Nutrients* 2020;12:236. DOI:10.3390/nu12010236
- López Plaza, Bricia; Bermejo López, Laura María Nutrición y trastornos del sistema inmune Nutrición Hospitalaria, vol. 34, núm. 4, 2017, pp. 68-72 Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral Madrid, España.
- Zamora S., Juan Diego Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud Revista Chilena de Nutrición, vol. 34, núm. 1, marzo, 2007, p. 0 Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología Santiago, Chile.
- Pascal. G y Collet-Ribbing. C. Las perspectivas europeas sobre los alimentos funcionales.

- Arruda de Souza Monnerat J, Ribeiro de Souza P, Monteiro da Fonseca Cardoso L, Dario Mattos J, de Souza Rocha G, Frauches Medeiros R. Micronutrients and bioactive compounds in the immunological pathways related to SARS-CoV-2 (adults and elderly). *Eur J Nutr* 2021;60(2):559-79. DOI:10.1007/s00394-020-02410-1
- Bendish A. Antioxidants nutrients and immune functions introduction. *Advance in experimental medicine and biology*. 1990;262:1-12.
- Soyano. A, Gómez. M. Participación del hierro en la inmunidad y su relación con las infecciones / Role of iron immunity and infection. *Arch. latinoam. nutr* ; 49(3,supl.2): 40S-46S, sept. 1999..
- NOVA, E., et al. La estrecha relación entre la nutrición y el sistema inmunitario. Soporte Nutricional en el Paciente Oncológico. Gómez Candela C, Sastre Gallego A (eds). Barcelona: Glosa, 2004, p. 9-21.
- CHEVALIER, Philippe. Impacto de las intervenciones con zinc efecto del zinc sobre la función inmunitaria. *DIAGNOSTICO*, 1993, vol. 32, no 1-2, p. 3.
- PÉREZ, Alicia Velázquez; DUERTO, Orelvis Pérez; DE LOS REYES, Juan Rafael Pino. El zinc, micronutriente importante en la salud humana. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 2014, vol. 39, no 8.
- MAURO-MARTÍN, San, et al. Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 2015, vol. 19, no 4, p. 238-245.
- Reglamento

A continuación, se muestran las herramientas nutricionales empleadas:

- Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Requejo AM, Aparicio A, Molinero LM. 2013. Programa DIAL para valoración de dietas y cálculos de alimentación. (Software propiedad con Licencia válida para ASINCAR).
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2003). Tablas de composición de alimentos. Pirámide.
- Mataix Verdú, J., Mañas Almendros, M., Llopis González, J., & Martínez de Victoria Muñoz, E. (1995). Tabla de composición de alimentos españoles.
- BEDCA, R. (2019). Base de Datos Española de Composición de Alimentos.
- Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.
- Reglamento (UE) 432/2012 de la Comisión, de 16 de mayo de 2012, por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos distintas de las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y la salud de los niños.
- Reglamento 1924 (UE) 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.

Una vez estudiada toda la documentación necesaria se seleccionaron finalmente los potenciales ingredientes a testar:

Ingrediente	Fuente de: (previsión bibliográfica)	Posible subproducto a valorizar
Garbanzo	Cu, Zn, Vit B9	Sí, a partir del destrío
Lenteja roja	Fe, Zn, Vit B9	Se desconoce
Amaranto	Fe	No
Teff	Fe, Zn	No
Alubia (Faba)	Cu, Zn, Vit B9	Si, a partir del destrío
Alubia verdina (Faba verdina)	Cu, Vit B9	Sí, a partir del destrío
Quinoa	Cu, Zn Vit B9	No
Maíz	Se	No
Sémola de maíz	Se	No
Acerola	Vit C	No
Zanahoria	Vit A	Si, a partir del destrío
Semillas de sésamo	Cu	No
Crema de cacahuete	Vit B9	No
Cúrcuma	Cu	No
Carne de vacuno mayor	Fe, Vit B12	Sí, a partir de las piezas no nobles
Descartes de pechuga de pollo	Fe, Vit B3	Sí, a partir de los descartes

Tabla 1: selección de los potenciales ingredientes con características nutricionales óptimas como fuente de nutrientes involucrados en el mantenimiento y refuerzo del sistema inmunitario.

Destacar que los ingredientes garbanzo, lenteja roja, teff, amaranto, quinoa y maíz se trabajaron en su forma acondicionada en forma de harina, debido a la facilidad de manejo y procesado.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Se categorizaron las herramientas de búsqueda de los posibles ingredientes en función de herramientas bibliográficas, guías o herramientas informáticas, así como los ingredientes y alimentos en función de su previsible composición en micronutrientes.

T.1.2. Caracterización analítica físico-química cuantitativa de micronutrientes

Inicialmente, a través del software informático *DIAL* (Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Requejo AM, Aparicio A, Molinero LM. 2013. Programa *DIAL* para valoración de dietas y cálculos de alimentación), del que ASINCAR dispone de una licencia, se evaluó el posible contenido de los nutrientes de interés, para posteriormente corroborarlo a través de las correspondientes analíticas a nivel de laboratorio.

Asimismo, se consultaron tanto el repositorio de la *BEDCA* (*Base de datos Española de Composición de Alimentos*), como las tablas de composición de alimentos *Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2003). Tablas de composición de alimentos. Pirámide* y *Mataix Verdú, J., Mañas Almendros, M., Llopis González, J., & Martínez de Victoria Muñoz, E. (1995). Tabla de composición de alimentos españoles.*

DIAL
Archivo Alimentos Platos CDR Valoración Informes Editar Ventana Configurar Utilidades ?

JUDIA BLANCA
20104 NOMBRE: JUDIA BLANCA

Grupo: Legumbres Subgrupo: Legumbres secas Porción comestible por g.: 1

Aporte por 100 g de porción comestible		Vitaminas		Minerales	
Energía [kcal]	284 kJ = 1188	B1 Tiamina [mg]	0,5	Calcio [mg]	113
Agua [g]	15,5	B2 Riboflavina [mg]	0,12	Hierro [mg]	6,2
Alcohol [g]	0	Niacina * [mg]	5,3	Yodo [µg]	1,8
Proteínas [g]	21,1	B6 Piridoxina [mg]	0,41	Magnesio [mg]	140
H.de carbono disponibles [g]	34,7	B12 Cianocobalamina [µg]	0	Zinc [mg]	2,6
Simples [g]	2	Acido fólico * [µg]	388	Sodio ** [mg]	15
Almidón [g]	32,7	C Acido ascórbico [mg]	2,5	Potasio [mg]	1337
Fibra [g]	23,2	A * [µg]	67	Fósforo [mg]	426
Fibra soluble [g]	5,2	Retinol [µg]	0	Selenio [µg]	12,8
Fibra insoluble [g]	18	Eq. Carotenoides [µg]	400	Cobre [mg]	0,98
Grasas [g]	1,6	D [µg]	0	Cromo [µg]	20
AGS [g]	0,43	E Tocoferoles * [mg]	0,21	Níquel [µg]	183
AGM [g]	0,14	K [µg]	19	Cloro [mg]	47
AGP [g]	0,69	Ac. Pantoténico [mg]	0,87	Flúor [µg]	95
Colesterol [mg]	0	Biotina [µg]	—	Manganeseo [mg]	1,6
AGP/AGS	1,6	(AGM+AGP)/AGS	1,9	Calcio/Fósforo	0,27
				Calcio/Proteínas [mg/g]	5,4

* Equivale a g de sal = 0,038

Imagen 1: Ejemplo de vista detalle del software *DIAL*, de la matriz alubia blanca

A nivel analítico se determinaron los micronutrientes que la bibliografía y las herramientas técnicas empleadas manifestaban una concentración representativa, con los siguientes resultados, cotejándolos con la Ingesta Diaria de Referencia y su Valor de Referencia de Nutriente (VRN) reflejado en el Reglamento 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

Caracterización analítica: micronutrientes por 100 g					
Valor de Referencia de Nutriente	Cu (mg)	Fe (mg)	Se (µg)	Zn (mg)	Vit B9 (µg)
VRN	1	14	55	10	200
15 % VRN	0,15	2,1	8,25	1,5	30
Ingrediente	Concentración / 100 g				
Harina garbanzo	0,89		<5	3,40	<5
Harina lenteja roja		5,80	<5	4,10	5,90
Harina de amaranto		7,40			
Harina de teff		6,20		3,20	
Harina de alubia	0,77			2,70	<5
Harina de quinoa	0,67		<5	2,20	7,10
Harina semolosa de maíz			8,20	0,54	
Sémola de maíz			11,00		

Tabla 2: Resultados analíticos de la caracterización micronutrientes

Macronutrientes: g por 100 g								
	Harina de garbanzo	Harina de lenteja roja	Harina de amaranto	Harina de teff	Harina de alubia	Harina de quinoa	Harina semolosa de maíz	Sémola de maíz
Hidratos de carbono	63,0	63,0	65,2	73,0	60,3	52,0	66,3	65,4
Almidón	58,4	60,8	63,5	71,2	58,2	48,7	66,3	65,4
Azúcares	4,6	2,2	1,7	1,8	2,1	3,3	Trazas	Trazas
Proteína	20	24	13,6	13	23,4	16	8,3	7,9
Grasas	6,0	1,9	7,0	2,4	0,9	7,1	2,8	2,5
Saturadas	0,6	0,4	1,5	0,5	0,2	0,7	0,3	0,3
Monoinsat	1,4	0,5	1,7	0,6	0,07	2,5	0,9	0,8
Poliinsat	2,7	1,0	2,8	1,1	0,4	3,9	1,4	1,2

Tabla 3: Resultados analíticos de la caracterización macronutrientes

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Se realizó un compendio de los resultados analíticos obtenidos de los micronutrientes con actividad inmunomoduladora y de los macronutrientes.

T.1.3. Imaginario conceptual de posibles nuevos tipos de snacks saludables

Aunque el consumo de snacks tradicionales tiene un fuerte arraigo en los consumidores, desde hace tiempo se está poniendo de manifiesto la tendencia de un mayor consumo de snacks con algún tipo de atributo saludable, sin embargo el aspecto de hedónico asociado a un componente de indulgencia, sigue de manifiesto, surgiendo un nuevo concepto de snack, el “híbrido”, en el que se muestra un equilibrio entre el aspecto indulgente y el aspecto saludable, abordando de esta manera el binomio ocio-salud.

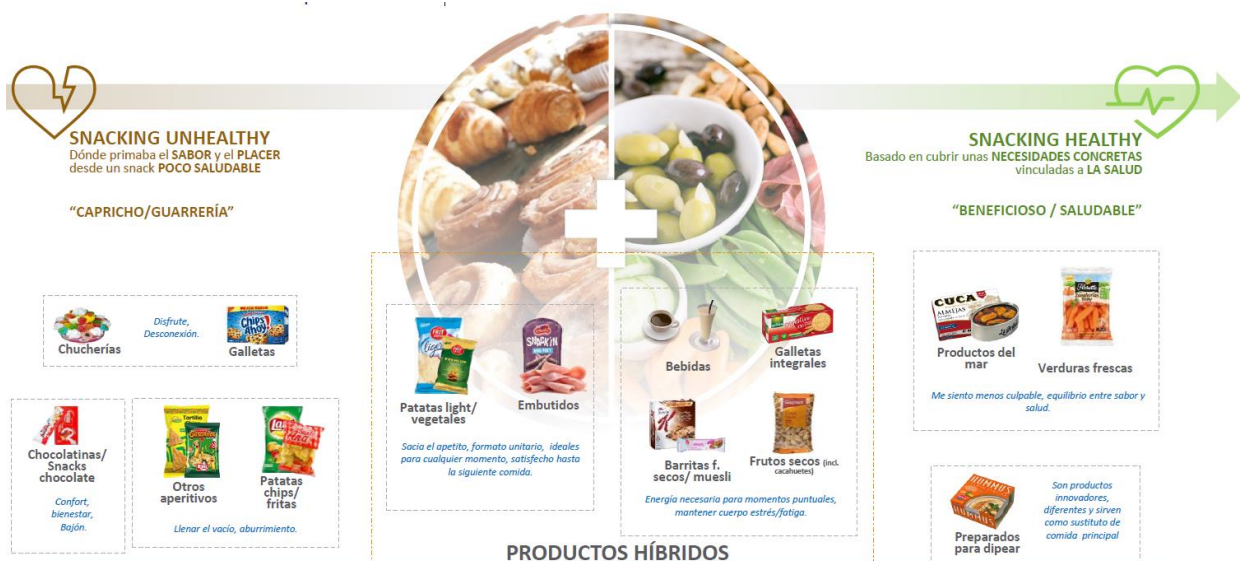


Imagen 2: Oferta actual de snacks (Fuente AEOC Shopperview 2019. Oportunidades de crecimiento en el momento snacking)

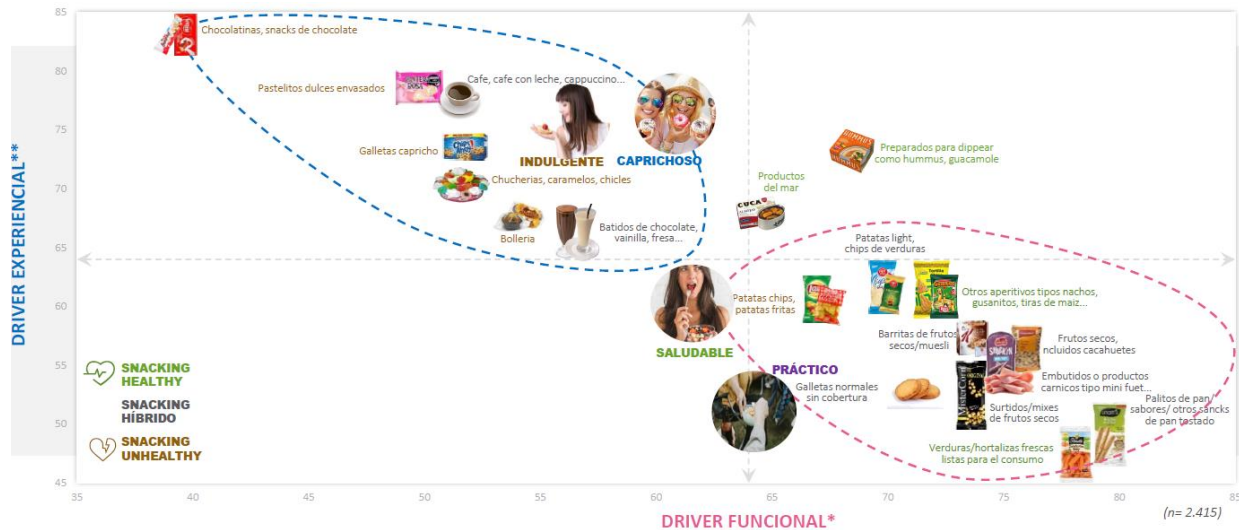


Imagen 3: Consumo de categorías. Drivers del momento por categorías (Fuente AECOC Shopperview 2019. Oportunidades de crecimiento en el momento snacking)

- AECOC Shopperview 2019. Oportunidades de crecimiento en el momento snacking
- Innovation opportunities in snacks. Innova Market Insight
- Top_10_Trends_2021_Sweet_& Snacks”. Innova Market Insights
- Snacks fortificados. FoodTech 2022
- Alimentación en España 2022. Mercasa
- XV seminario aperitivos 2022. Asociación de Snacks
- Las cinco tendencias en el consumo de snacks. Mintel 2020
- The future of salty snacks 2022. Mintel

A raíz del trabajo realizado en cuanto a diseño del concepto de snack innovador se obtuvieron una serie de *drivers* de consumo:

- **Transparencia:** El “*clean label*” se convierte en “*transparency label*”. Tener una etiqueta con una lista de ingredientes corta, limpia y saludable es necesario, pero no suficiente; las empresas hablan en sus productos de la sostenibilidad de su cadena de valor, de sus trabajadores, de la comunidad a la que ayudan, del marketing social (Ej: Nucao, 1 barrita, 1 árbol).
- **Plant based:** tendencia imparable, con nuevas fuentes de proteína, rol de la indulgencia, una segunda vida para vegetales (upcycled). Este target está justamente alineado con uno de los objetivos del proyecto *InSnackIn* en cuanto al desarrollo de snacks *plant-based*.
- **Personalización:** En función del estilo de vida, de la dieta, de un reto propuesto (una maratón, por ejemplo)
 - <https://wearetribe.co/training/how-to-fuel-your-marathon-training#>
 - <https://www.myair.ai/>
- **Omnicanal:** Si se tiene un producto diferenciador que la gente demanda. Canal delivery.
 - Ejemplo cadena de cines holandesa cerrada por covid. Delivery de palomitas con salsa especial <https://www.pathe.nl/delivery>

- **Inmunidad:** Ingredientes botánicos, mensajes sobre protección de la microbiota: <https://malua.com/>
- **Nutrition Hackers:** Si el beneficio nutricional es superior y diferenciador, el consumidor está abierto a patentes y desarrollos con un importante componente de I+D; ejemplo: marca que reduce el 25% de carbohidratos en unos “nachos”, además de comunicar “el agua que ahorran en el proceso de producción”: <https://kazoosnacks.com/>
- **Mindfuleating:** Snacks para el bienestar emocional: <https://www.amazon.com/-/es/Ashapops-Semillas-gluten-vegano-nueces/dp/B07HWTQDCD>
- **Sabores, texturas y “modern nostalgia”:** a través de cobrandings sorprendentes, desarrollos nuevos o recuperar sabores locales. Hay ejemplos en países orientales mayoritariamente: <https://nestle.jp/brand/kit/snax/>

En cuanto al contexto del snack “ideal”, los ingredientes empleados y en consecuencia el etiquetado del producto cobra importancia ante el consumidor fijándose tanto en el aporte saludable, como en la omisión de los productos menos saludables. En este sentido, aspectos como el uso de ingredientes naturales, bajos niveles de azúcar y sal, la fibra o las proteínas son aspecto demandados y de gran calado en el consumidor.

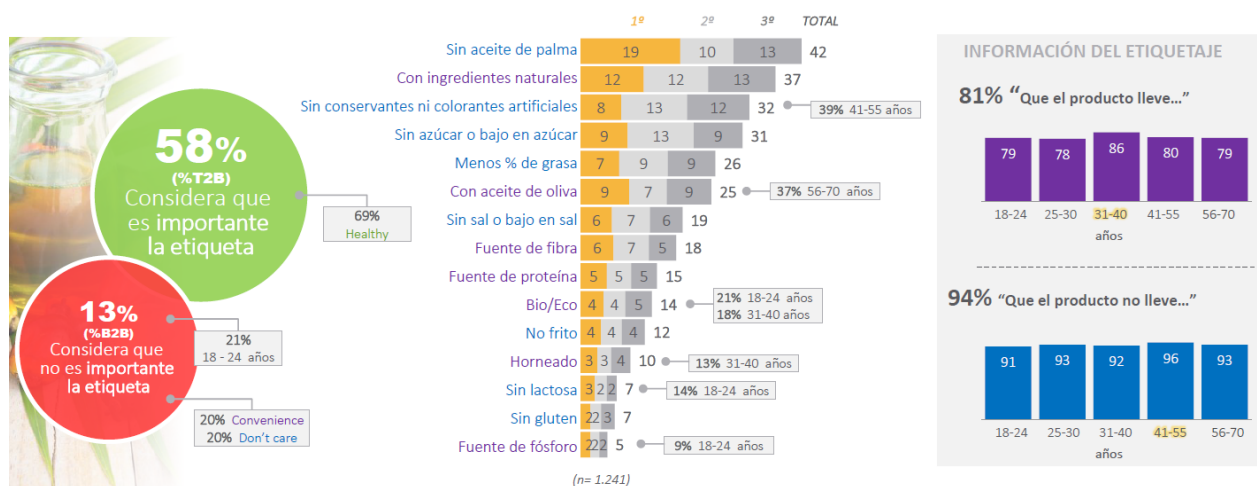


Imagen 4: Contexto y snack ideal; etiquetado (Fuente AECOC Shopperview 2019. Oportunidades de crecimiento en el momento snacking)

Finalmente, el concepto de snacks alineado con las tendencias y demandas arrojó una serie de características en las que trabajar a lo largo del desarrollo:

- Uso de aceite de oliva en lugar de otro tipo de aceite.
- Uso de legumbres como fuente de proteínas.
- Potenciar el contenido inherente en cuanto a micronutrientes capaces de refuerzo del sistema inmunitario.
- Textura crujiente, no tan alveolada, pero sí crujiente
- Uso de subproductos como concepto de sostenibilidad (magaya, destríos y piezas cárnicas de menor valor: vacuno mayor).

- Uso de harinas diferenciadoras garbanzo, alubia, teff, amaranto, etc.)
- Producto sin aditivos y con un procesamiento respetuosos: extrusión, deshidratación.
- Uso de materias primas locales: sostenibilidad.

A modo esquemático, de acuerdo con las tendencias y drivers de consumo, se puede resumir el concepto de snack a desarrollar de la siguiente manera:

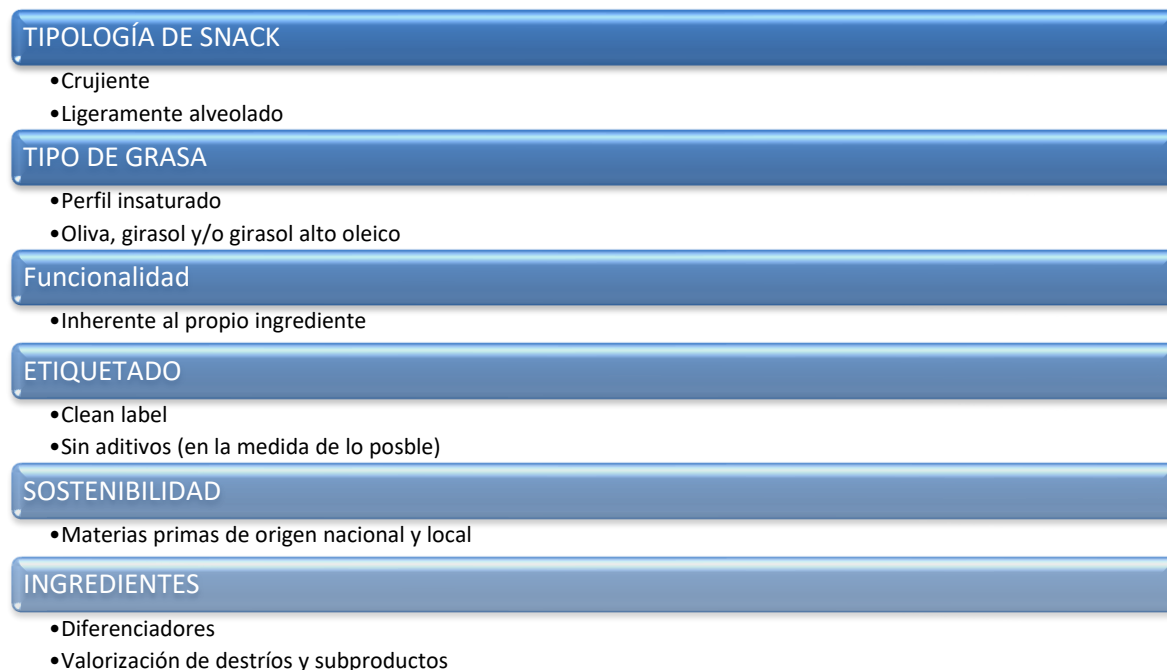


Figura 1: Esquema conceptual de la tipología de snacks a desarrollar

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Relación entre los ingredientes seleccionados y su composición en micronutrientes con las posibles tipologías de snacks a desarrollar en cuanto a sus atributos sensoriales.

ENTREGABLE HITO 1: Listado de ingredientes identificados y sus especificaciones analíticas caracterizadas y esquema conceptual de las posibles tipologías de snacks.

H.2.PROTOTIPADO EXPERIMENTAL

T.2.1. Diseño de las formulaciones y estrategias de procesamiento tecnológico a escala de laboratorio

A partir de los potenciales ingredientes identificados y del trabajo realizado en cuanto a la definición del imaginario de tipología de snack de acuerdo a las demandas y tendencias se comenzó con el diseño de las formulaciones de cara a su procesamiento en entorno de laboratorio, con el objetivo de evaluar el sentido de la combinación de ingredientes y su adecuación a una posible tecnología de

procesado que permitiera obtener las características sensoriales buscadas y los resultados analíticos buscados para lograr funcionalidad inmunitaria.

A continuación se muestran las formulaciones trabajadas en cuanto a sinergia de ingredientes formulados con el objetivo de lograr un producto organolépticamente óptimo con funcionalidad de refuerzo del sistema inmunitario, a la par de contener esos *inputs* identificados en cuanto al concepto de snack de acuerdo con las tendencias y demandas actuales y futuras.

Formulaciones snack <i>plant-based</i> en fase de laboratorio																											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25		
HG	X						X						X		X		X		X	X	X						
HLR		X						X																			
HA			X						X																		
HT				X						X																	
HF					X						X			X		X			X					X			
HV																									X	X	
HQ						X						X															
HSM	X	X	X	X	X	X							X	X			X		X								
SM							X	X	X	X	X	X			X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	
SAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MAG													X	X			X	X	X			X	X				
CC															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
ViD																				X	X						
ViB12																						X	X			X	

Tabla 4: Formulaciones trabajadas para el desarrollo snack *plant-based*

Formulaciones snack <i>meat-based</i> en fase de laboratorio													
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13 (P04)
VM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
PP												X	X
H2O									X	X	X	X	X
NO2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
PO4				X				X	X	X	X	X	X
ASC			X	X				X	X	X	X		X
MD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aroma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espicias	X	X	X	X	X	X	X			X			
AM					X		X	X	X	X	X	X	X
FP						X	X		X	X			
FAB											X		

Tabla 5: Formulaciones trabajadas para el desarrollo snack *meat-based*

Para las formulaciones trabajadas en los snacks *plant-based* se evaluaron las tecnologías de extrusión, de secado por infrarrojo lejano (FIR) y deshidratación térmica convectiva, destacando la tecnología de extrusión como la más apropiada en función del tipo de snack a obtener en cuanto a características organolépticas, funcionalidad obtenida y tendencias de consumo. La tecnología de deshidratación térmica con convección no arrojó resultados satisfactorios y aunque la tecnología por FIR se comportó de manera aceptable no alcanzó los niveles de aceptación de los resultados obtenidos con la extrusión con cocción directa.

El equipo de extrusión empleado fue una extrusora monohusillo, marca Brabender, modelo KE19-25, mientras que para la tecnología de deshidratación por FIR se empleó un deshidratador IRComfort modelo IRCDi3.

Para las formulaciones trabajadas en los snacks *meat-based* se evaluaron las tecnologías de deshidratación por FIR y mediante liofilización, resultando la tecnología por FIR como la más adecuada, ya no solo en cuanto al concepto de snack obtenido a nivel organoléptico y de mantenimiento de la funcionalidad, sino en términos de tiempo de producción y de coste de producción, ya que la liofilización requiere de tiempo mínimos de 24 h de procesado, con el consiguiente gasto energético durante ese tiempo, mientras que para la tecnología por FIR esos tiempos rondan entre las 4 y las 6 horas de proceso, con el consiguiente ahorro energético durante el tiempo de procesado.



Imagen 5: extrusora Brabender KE19/25

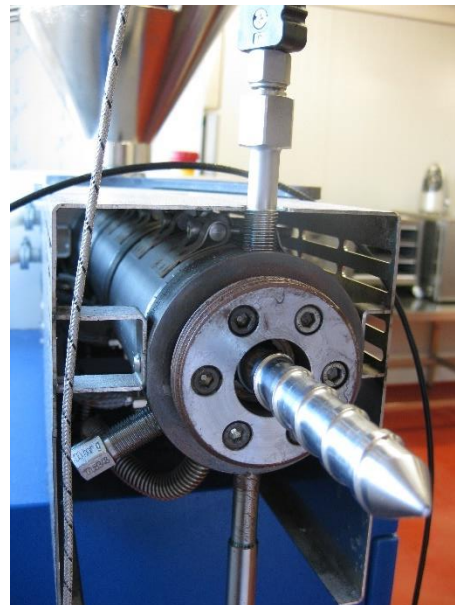


Imagen 6: detalle del monohusillo ratio compresión 1:3



Imagen 7: Deshidratador FIR ICDi3



Imagen 8: Horno de secado por convección térmica



Imagen 9: Liofilizador Telstar Lyoquest -85 Plus Eco

Para los snacks *plante-based*, se ensayaron las formulaciones descritas en la tabla 4, todas ellas empleando como soporte una base de harina de maíz/harina semolosa de maíz o sémola de maíz, a la que se fue incorporando diferentes fracciones de harina de garbanzo, harina de lenteja roja, harina de amaranto, harina de faba, harina de teff, harina de quinoa, harina de verdina y magaya (proveniente del prensado de la manzana para la producción de sidra, la cual previamente se tuvo que acondicionar y estabilizar) y completadas las formulaciones con diferentes coadyuvantes tecnológicos, aditivos y/o ingredientes como aglutinantes.

Para las formulaciones que mejores resultados arrojaron en cuanto a la validación organoléptica (descrita en la T 3.1), y la validación físico-química (descrita en la T3.2) en cuanto al contenido propio e inherente de micronutrientes (minerales) de las harinas e ingredientes añadidos, se completaron las formulaciones cualitativas y cuantitativas con la incorporación exógena de vitaminas. En este sentido, se optó por la funcionalización exógena a través de las vitaminas D y B12.

Destacar que se optó por estas vitaminas concretas debido a que su fuente natural para adquirirlas a través de la dieta son los alimentos de origen animal, pudiendo de esta manera proporcionar un snack *plant-based* equilibrado en cuanto a nutrientes no propios de los alimentos vegetales. Asimismo, hay un elevado porcentaje de la población que presenta niveles insuficientes de vitamina D, tanto en población joven sana, y que no se relaciona con las horas de insolación ni con el factor de protección solar, así ni como por la escasa ingesta de alimentos ricos en vitamina D y la ausencia de alimentos enriquecidos, ni junto con la escasa insolación efectiva en este grupo de edad, como en población menor y mayor de 65 de años¹²³. En cuanto a la vitamina B12, es una vitamina que la población vegana y vegetariana presenta deficiencia⁴ (debido a que únicamente se puede adquirir a través de la ingesta de alimentos de origen animal) y de esta manera, incorporándola a un snack *plant-based*, con un concepto “saludable” y de consumo “*on the go*” se podía cubrir esa particularidad.

La tecnología de extrusión supuso un gran reto a la hora del procesado tecnológico a escala de laboratorio, debido a la necesidad de ajustar diversas variables hasta lograr resultados satisfactorios. En la descripción de los trabajos realizados en la T2.3 se detallará en qué consistió esa optimización de las variables, pero a grandes rasgos, destacar que a lo largo del desarrollo experimental se trabajó en:

- Acondicionamiento y estandarización del grado de humedad de las materias primas.
- Acondicionamiento del equipo de extrusión y estabilización del mismo hasta lograr el régimen de trabajo.
- Acondicionamiento de los subproductos (magaya y destrío de faba) para su incorporación en las formulaciones.
- Estandarización de la humedad de los snacks obtenidos tras el proceso de extrusión.
- Estandarización de las características organolépticas finales de los snacks tras el proceso de extrusión.
- Definición del rango de presión aceptable en función de la formulación
- Definición del par de torque máximo de trabajo del husillo en función de la formulación
- Definición del perfil de temperaturas en las tres zonas del barril de extrusión
- Definición del caudal de alimentación
- Definición de las rpm del husillo

En cuanto al snack *meat-based*, se ensayaron las formulaciones descritas en la tabla 4, destacando la tecnología de deshidratación por FIR como la más prometedoras. De igual manera, en este caso se trabajó en el acondicionamiento de las materias primas y los parámetros de procesado para la deshidratación, aspectos que, aunque se detallarán en la T2.3, se adelanta que se trabajó en:

¹ Rodríguez-Rodríguez, E., Aparicio, A., Sánchez-Rodríguez, P., Lorenzo-Mora, A. M., López-Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2019). Deficiencia en vitamina D de la población española. Importancia del huevo en la mejora nutricional. *Nutr. hosp*, 3-7.

² Calatayud, M., Jódar, E., Sánchez, R., Guadalix, S., & Hawkins, F. (2009). Prevalencia de concentraciones deficientes e insuficientes de vitamina D en una población joven y sana. *Endocrinología y Nutrición*, 56(4), 164-169

³ Bennasar, A. B., Vizoso, A. B., del Castillo, P. A., García, M. P., Guerrero, M. Á. E., & García, D. M. (2020). Niveles de vitamina D en la Población Balear. *Medicina balear*, 35(3), 11-15.

⁴ Martínez-Biarge, M. (2022). Factibilidad de la dieta vegetariana y vegana en la infancia y la adolescencia. ¿Cómo prescribirla correctamente?. *FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 29(3), 110-118.

- Acondicionamiento de las carnes
- Ajuste de los parámetros de temperatura y tiempo de deshidratación
- Ajuste del formato de envasado transitorio para la posterior deshidratación
- Ajuste de los parámetros de estabilización del producto intermedio previo a la deshidratación.
- Preparación preliminar de ciertos ingredientes (por ejemplo los aireantes y los emulgentes)
- Definición de la necesidad de un tratamiento térmico posterior a la deshidratación para potenciar el efecto de ciertos ingredientes (por ejemplo los aireantes)



Imagen 10: magaya fresca



Imagen 11: magaya estabilizada

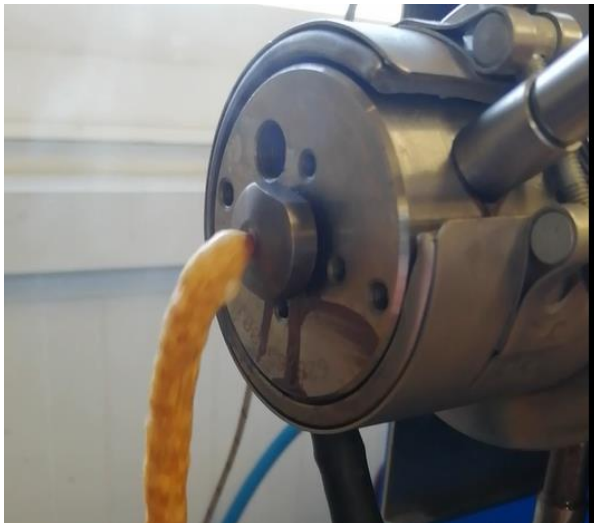


Imagen 12: Detalle del proceso de extrusión a la salida de la boquilla para una de las pruebas del snack *plant-based*



Imagen 13: Vista de la extrusora durante el proceso de extrusión para una de las pruebas del snack *plant-based*



Imagen 14: acondicionamiento materias primas



Imagen 15: Loncheado/porcionado previo a la deshidratación



Imagen 16: detalle del proceso de deshidratación



Imagen 17: horneado tras el proceso de deshidratación como variante de proceso para mejora organoléptica



Imagen 18: ejemplo de una de las pruebas de snacks *meat-base* de vacuno mayor



Imagen 19: ejemplo de diferentes pruebas de snacks *meat-base* de descartes de pechuga de pollo

En el caso de los snacks *meat-based* no se optó por la estrategia de funcionalización exógena al ser un alimento de origen de animal y por ende, la riqueza en vitaminas del grupo B, D y en hierro se ve prácticamente asegurada.

Para definir la concentración de vitaminas exógenas a añadir (D y B12) se consultó y estudió de manera exhaustiva el Reglamento 1169/2011 y más concretamente el Anexo XIII con las ingestas de referencia y los valores de referencia de nutriente (VRN), para poder establecer las concentraciones óptimas de acuerdo a la cantidad diaria recomendada (CDR). Asimismo se consultaron y estudiaron la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA), el Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) de revisión y actualización de las Recomendaciones Dietéticas para la población española, así como diferentes fuentes bibliográficas en materia de nutrición y dietética.

Además se trabajó activamente con el software de nutrición “DIAL”⁵, que posee ASINCAR, para equilibrar las formulaciones y que las concentraciones de micronutrientes fueran los más adecuadas en función de los requerimientos nutricionales.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Desarrollo de las formulaciones cuali- y cuantitativas y de la tecnología más apropiada para cada tipología de snack.

T.2.2. Desarrollo experimental a escala de planta piloto

Para los *snacks plant-based*, se repitieron las formulaciones F1, F5, F7, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18 Y 20 junto con las formulaciones funcionalizadas con la incorporación de vitamina D y B12, correspondientes a F20, F21, F22 Y F23, para posteriormente poder comprobar si se percibía alteración organoléptica tras los cambios y las modificaciones realizadas en las formulaciones derivadas de la funcionalización a través de la incorporación de vitaminas añadidas (incorporación de Vitamina D y de Vitamina B12), potenciando de esta manera la sinergia entre la funcionalidad inherente a la materia prima (los minerales propios que contienen las materias primas) y la funcionalidad adquirida a través de la incorporación de vitaminas. A mayores se trabajó en el desarrollo de dos formulaciones a base de harina de verdina, correspondientes a las formulaciones F24 y F25.

Del trabajo desarrollado en la T2.1 en cuanto al diseño de las formulaciones y las potenciales estrategias de procesado, y en función de los resultados que arrojaron conclusiones prometedoras, se comenzó a “escalar” el desarrollo del entorno de laboratorio a un entorno de planta piloto.

Para los *snacks plant-based* la tecnología que mejores resultados organolépticos produjeron fue la tecnología de extrusión con cocción directa. Para ello se empleó una extrusora monohusillo, marca

⁵ Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Requejo AM, Aparicio A, Molinero LM. DIAL software for assessing diets and food calculations. Departamento de Nutrición (UCM) and Alce Ingeniería SA Madrid, 2004

Brabender, modelo KE19/25, trabajando en la optimización de las variables, tal y como se detallará en la siguiente tarea T2.3, a medida que se fue trabajando en los desarrollos y prestando especial atención a los desarrollos con harina de faba (a partir del destrío de la faba) y harina de garbanzo, empleando una fracción de magaya estabilizada previamente y todo sobre un soporte amiláceo a base de sémola de maíz y/o harina semolosa de maíz. También se ensayaron dos nuevas formulaciones a base de harina de verdina.

Concretamente, las formulaciones en base harina de garbanzo + sémola de maíz, harina de faba + sémola de maíz y sémola de maíz + magaya, se funcionalizaron mediante la incorporación de vitamina D (en forma de vitamina D3) y Vitamina B12, potenciando de esta manera la sinergia entre la funcionalidad inherente a las materias primas (minerales) y la obtenida mediante la incorporación de las vitaminas.

Para los **snacks meat-based**, la tecnología de deshidratación por FIR fue la que mejores resultados proporcionó, empleando en esta tarea y en esta fase del desarrollo un equipo a nivel de planta piloto marca IrConfort, modelo IRCDi10-A.

Destacar que se amplió el *portfolio* de ingredientes base no sólo al vacuno mayor, sino también a descartes de pechugas de pollo en cuanto a su aspecto derivado del procesado de despiece, ya que en el perfil organoléptico del vacuno mayor predominaba en exceso el sabor del grupo hemo propio de la carne, aportando un sabor excesivamente “cárnico” y de ahí las puntuaciones globales relativamente bajas obtenidas en la validación organoléptica descrita en la tarea T 3.1. En este sentido, el pollo es una matriz más “neutra” pudiendo potenciar el perfil sávido del resto de ingredientes.



Imagen 20: extrusora Brabender KE19/25 empleada en la fase piloto



Imagen 21: equipo FIR IrConfort IRCDi10-A utilizado en la fase piloto

Para los **snacks plant-based** el desarrollo experimental en planta piloto se centró en las formulaciones ensayadas previamente en el entorno de laboratorio desarrollado y descrito en la T2.1;

concretamente las formulaciones a base de harina de garbanzo + sémola de maíz, harina de faba + sémola de maíz y sémola de maíz + magaya, y sus análogos funcionalizados de manera exógena mediante la incorporación de vitamina D (en forma de vitamian D3) y de vitamina B12, así como las dos formulaciones a base de harina de verdina + sémola de maíz.

Las formulaciones funcionalizadas de forma exógena con las vitaminas D y B12, se desarrollaron por duplicado, es decir, una vez desarrolladas las formulaciones sin vitaminas y llevadas al panel de cata de la tarea T3.1, se volvieron a desarrollar junto con las fórmulas enriquecidas con las vitaminas.

Las formulaciones desarrolladas y ensayadas a nivel experimental en esta fase de planta piloto fueron las siguientes:

Formulaciones snack <i>plant-based</i> en fase de planta piloto																	
HG	X		X		X		X		X	X	X						
HLR																	
HA																	
HT																	
HF		X		X		X		X		X			X	X			
HV																X	X
HQ																	
HSM	X	X			X	X		X		X							
SM			X	X			X	X		X		X	X	X	X	X	X
SAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MAG					X	X		X	X	X					X		
CC							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Vit D												X	X				
Vit B12														X	X		X

Tabla 6: Formulaciones trabajadas para el desarrollo snack *plant-based* a escala piloto

Las pruebas que mejores resultados arrojaron fueron las correspondientes al snack a base de harina de garbanzo con una base de sémola de maíz, la correspondiente al snack a base de harina de faba con una base de sémola de maíz, la correspondiente al snack a base de sémola de maíz con una fracción de magaya y la correspondiente al snack a base de harina de verdina con una base de sémola de maíz. Todas ellas proporcionaron resultados organolépticos satisfactorios, así como funcionalidad para el refuerzo del sistema inmunitario en cuanto al contenido de micronutrientes.

En cuanto a las formulaciones enriquecidas con las vitaminas D y B12, no se vieron afectadas en cuanto a su aceptación organoléptica, proporcionando así dos opciones en cuanto a la validación de dos

snacks: uno con funcionalidad de refuerzo del sistema inmunitario de manera endógena e inherente a los micronutrientes que contiene de forma natural los ingredientes empleados y otro con funcionalidad de refuerzo de sistema inmunitario de manera exógena y añadida de manera exógena con las vitaminas seleccionadas.



Imagen 22: snacks a base de harina de faba



Imagen 23: snack a base de sémola y maíz y magaya



Imagen 24: snack a base de harina de garbanzo



Imagen 25: harina de verdina acondicionada



Imagen 26: detalle del alveolado de un snack plant-based

Para los snacks *meat-based* el desarrollo experimental en planta piloto se centró en las formulaciones ensayadas previamente en el entorno de laboratorio desarrollado en la T2.1 basadas en las compuestas a base carnes de vacuno mayor, concretamente a partir de las piezas de delantero, que tienen menor salida y en consecuencia con mayor margen de valorización a través de este desarrollo.

Asimismo, se desarrollaron las formulaciones a base de descartes de pechuga de pollo, empleando pechugas de pollo que no cumplen con las especificaciones de producto en cuanto a integridad, derivada de la rotura de los filetes durante el proceso automático de fileteado de la pechuga de pollo en la línea de fileteado automático.

Las formulaciones desarrolladas y ensayadas a nivel experimental en esta fase de planta piloto fueron las siguientes:

Formulaciones snack <i>meat-based</i> en fase de planta piloto							
VM	X	X	X	X	X	X	
PP							X
H2O				X	X	X	X
NO2		X	X	X	X	X	X
PO4				X	X	X	X
ASC				X	X	X	X
MD	X	X	X	X	X	X	X
Aroma	X	X	X	X	X	X	X
Espicias	X	X	X		X		
AM			X	X	X	X	X
FP		X	X	X			
FAB						X	

Tabla 7: Formulaciones trabajadas para el desarrollo snack *meat-based* a escala piloto

En el caso de las pruebas en base vacuno mayor, las formulaciones que finalmente mejores resultados arrojaron fueron las formulada con el aireante “FreeAirBag” ya que otorgaba al snack una textura crocante alejada de la textura de las pruebas que no lo incorporaban, ya que estas últimas, a pesar de que la mordida inicial sí presentaba una textura crujiente, al instante, tras la primera mordida, la textura se asemejaba a un producto desestructurado. Si bien destacar que el aireante tampoco resultó satisfactorio, sino más bien aceptable.

En el caso de las pruebas a base de descartes de pechuga de pollo, la formulación que mejor resultado arrojó fue la que incorporaba sales nitrificantes.

En cuanto a la comparación entre el snack a base de vacuno mayor y el snack a base de pollo, el snack de pollo logró mejores puntuaciones que el de vacuno, principalmente debido a la excesiva presencia de un perfil gustativo metálico, atribuible al hierro del grupo hemo de la carne roja de

vacuno, aspecto que no presenta el pollo, aunque en ninguno de los dos casos los resultados fueron satisfactorios 100 %.

En cualquier caso y como se detalla en la tarea T3.1 de validación organoléptica, la aceptación de los snacks *plant-based* fue considerablemente superior a la obtenida por los snacks *meat-based*, lo que evidencia que un perfil alveolado con una textura crujiente presenta mayor aceptación que una textura más pastosa o desestructurada, a pesar de la incorporación de ingredientes y aditivos texturizantes como la maltodextrina, la oligofructosa o el FreeAirBag.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Desarrollo de las formulaciones con resultados óptimos de la tarea anterior en cuanto a su escalabilidad a planta piloto.

T.2.3. Optimización de las variables de procesado tecnológico

A medida y a la par que se desarrollaban las tareas 2.1 y 2.2, se trabajó en la optimización de las variables de procesado tecnológico, ajustando y adaptando los parámetros de cada proceso hasta lograr resultados óptimos.

Para la tecnología de procesado tecnológico basada en la extrusión con cocción directa para el desarrollo de los snacks *plant-based*, se investigó en el ajuste de los siguientes parámetros: formulación cuantitativa absoluta y relativa de cada ingrediente, estandarización de la humedad de trabajo de cada ingrediente, en función de su humedad de partida, y en consecuencia la estandarización de la humedad de la mezcla formulada a extruir, el perfil de temperaturas de trabajo en las cuatro zonas a lo largo del barril de extrusión (zona1 de alimentación, zona de 2 de transporte, zona 3 de mezcla y zona 4 de extrusión a la salida de la boquilla), la velocidad de giro del husillo de extrusión, la velocidad de alimentación en la tolva de dosificación, el diámetro de la boquilla de extrusión relacionado con el nivel de alveolado alcanzado en el producto final y la relación de compresión del husillo de extrusión.

A continuación se muestran los ajustes de las variables comentadas anteriormente para el procesado tecnológico para la tecnología de extrusión en el desarrollo de los snacks *plant-based* para los desarrollos que mejores resultados arrojaron:

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P01	Harina de magaya	15	180	15,0%	12,4
	Sémola Maiz	85,0	1.020,0	85,0%	67,4
	TOTAL	100,0	1.200,0	100,0%	79,8

PRUEBA	ETAPA	T1 (° C)	T2 (° C)	T3 (° C)	rpm	Feed
P01	1	30	50	80	50	3
	2	30	60	100	50	5
	3	50	80	120	50	10
	4	50	90	140	50	15
	5	50	90	150	50	15
	5 bis	50	90	150	100	25

Humedad magaya	9,14
Humedad sémola maiz	9,38

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
 P Peso mezcla a procesar
 H1 Humedad inicial (%)
 H2 Humedad de trabajo (%)

Ligeramente menos crujiente, ligera menor expansión y algo más denso
 Más crujiente, más expansión y menor densidad

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos
 Salado y sprayado aceite de girasol

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1
Boquilla ø = 3mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P02	Harina de magaya	14,5	180	14,5%	12,4
	Harina de maíz	84,0	1.042,8	84,0%	68,9
	Carbonato cálcico	1,5	18,6	1,5%	
	TOTAL	100,0	1.241,4	100,0%	81,4

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 9,38

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	rpm	Feed
P02	1	30	50	80	50	3
	2	30	60	100	50	5
	3	50	80	120	50	10
	4	50	90	140	50	15
	5	50	90	150	50	15
	5 bis	50	90	150	100	25

Ligeramente menos crujiente, ligera menor expansión y algo más denso
Más crujiente, más expansión y menor densidad

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos
Salado y sprayado aceite de girasol

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1
Boquilla ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P03	Harina de magaya	10	180	10,0%	12,4
	Harina semolosa de maíz	53,5	963,0	53,5%	48,2
	Harina de lenteja roja	35,0	630,0	35,0%	47,9
	Carbonato cálcico	1,5	27,0	1,5%	4,7
	TOTAL	100,0	1.800,0	100,0%	113,1

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 10,75
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	rpm	Feed
P03	1	30	50	80	50	3
	2	30	60	100	50	5
	3	50	80	120	50	10
	4	50	90	140	50	15
	5	50	90	150	50	15
	5 bis	50	90	150	100	25

Bruno de Lucas Herrero:
Se subió a 50 el feed y se atascó el husillo

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos
Salado y sprayado aceite de girasol

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1
Boquilla ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P04	Harina de magaya	9	100	9,0%	10,8
	Sémola de maíz	90,0	1.000,0	90,0%	83,9
	Bicarbonato sódico	1,0	11,1	1,0%	2,4
	TOTAL	100,0	1.111,1	100,0%	97,1

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	rpm	Feed
P04	1	30	50	80	50	3
	2	30	60	100	50	5
	3	50	80	120	50	10
	4	50	90	140	50	15
	5	50	90	150	50	15
	5.1	50	90	150	100	25
	5.2	50	90	150	100	15

Bruno de Lucas Herrero:
Acondicionado a un 18% de humedad

(1) Menor expansión, más densos
(2) Mayor expansión, menos densos

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos

ACONDICIONAMIENTO EXTRUSORA					
FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P04	Harina de magaya	0,1	0,7	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	98,4	688,8	62,0%	57,8
	Bicarbonato sódico	1,5	16,7	1,5%	3,6
	TOTAL	100,0	706,2	63,6%	61,5

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P05	Harina de magaya	0,1	1	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	98,4	984,0	98,4%	82,6
	Bicarbonato sódico	1,5	15,0	1,5%	3,3
	TOTAL	100,0	1.000,0	100,0%	85,9

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P05	Harina de alubia	20	200	20,0%	20,8
	Sémola de maíz	80,0	800,0	80,0%	67,1
	Bicarbonato sódico	1,5	15,0	1,5%	3,3
	TOTAL	101,5	1.015,0	101,5%	91,2

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	rpm	Feed
P05	1	40	70	120	130	50	5
	2	40	70	140	150	100	10
	3	40	70	170	180	100	10
	4	40	70	170	180	100	15
	5	40	70	170	180	100	20
	6	40	70	170	180	130	20
	7	40	70	170	180	130	15

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2
Humedad harina alubia 9,46

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

Sémola - Denso, duro y de color muy amarillo 80 mbar
Sémola - Menos denso, más aireado y crujiente y de color más pálido

100 10 Buena expansión
100 25 Empeora
75 10 Revisar

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P06	Harina de magaya	0,1	1	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	99,9	999,0	99,9%	83,8
	SUBTOTAL	100,0	1.000,0		
	Carbonato cálcico	1,5	15,0	1,5%	3,3
	TOTAL	101,5	1.015,0	101,5%	87,2

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P06	Harina de garbanzo	22	220	22,0%	26,6
	Sémola de maíz	78,0	780,0	78,0%	65,4
	SUBTOTAL	100,0	1.000,0		
	Carbonato cálcico	1,5	15,0	1,5%	3,3
	TOTAL	101,5	1.015,0	101,5%	95,3

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	rpm	Feed
P06	1	40	70	120	130	50	5
	2	40	70	140	150	100	10
	3	40	70	170	180	100	10
	4	40	70	170	180	100	15
	5	40	70	170	180	100	30

Sal y aceite (con pulverizar de alcohol) antes de hornear

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2
Humedad harina garbanzo 8,07

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

Perfecto, el mejor 3 min horno 180°C
Muy bien también, pero mejor el anterior 4 min horno 180°C

Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P07	Harina de magaya	0,1	0,5	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	99,9	499,5	99,9%	41,9
	SUBTOTAL	100,0	500,0		
	Carbonato cálcico	1,5	7,5	1,5%	1,6
	TOTAL	101,5	507,5	101,5%	43,6

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P07	Harina de garbanzo	22	220	22,0%	26,6
	Sémola de maíz	77,8	778,0	78,0%	65,3
	Vitamina D	0,2	2,0	0,2%	0,2
	SUBTOTAL	100,0	998,0		
	Carbonato cálcico	1,5	15,0	1,5%	3,2
TOTAL	101,5	1.013,0	101,7%	95,4	

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	rpm	Feed
P07	1	40	70	120	130	50	5
	2	40	70	140	150	100	10
	3	40	70	170	180	100	10
	4	40	70	170	180	100	15
	5	40	70	170	180	100	30

Sal al 0,7 % (sobre el peso de snack obtenido. Sal triturada con el molinillo de café)
AOVE Carbonell en formato spray

Humedad Vit D 0,2
Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2
Humedad harina garbanzo 8,07

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

Perfecto, el mejor 3 min horno 180°C
Muy bien también, pero mejor el anterior 4 min horno 180°C



Fondo Europeo de Desarrollo Regional



14/09/2023
Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P08	Harina de garbanzo	22,5	500	22,5%	60,5
	Sémola de maíz	77,5	1.722,2	77,5%	144,5
	Vitamina D	0,02	0,4	0,02%	0,0
	SUBTOTAL	100,0	2.222,2		
	Carbonato cálcico	1,5	33,3	1,5%	7,2
	TOTAL	101,5	2.255,5	101,5%	212,3

Bruno de Lucas Herrero:
Acondicionado a un 18 % de humedad

Humedad Vit D 0,2
Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2
Humedad harina garbanzo 8,07

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	rpm	Feed
P08	1	40	70	120	130	50	5
	2	40	70	140	150	100	10
	3	40	70	170	180	100	10
	4	40	70	170	180	100	15
	5	40	70	170	180	100	30

Este es que se desarrolló

4 min horno 180°C

Sal al 0,7 % (sobre el peso de snack obtenido. Sal triturada con el molinillo de café): 8,9 de sal para 1,265 Kg snack obtenido AOVE Carbonell en formato spray (c.s.)

La P07, con 0,2 % de vitamina D se obtenían 170 µg de vitamina D/100 g, que son 51 µg en una ración de 30 g. Para obtener en una ración de 30 g el 100 % VRN (5 µg) se necesitaría un 0,02 %

PARA ANÁLISIS VITAMINA D Y Cu GAIKER

07/09/2023
Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P09 (P04)	Harina de magaya	9,000	100,000	9,000%	10,8
	Sémola de maíz	89,997	999,967	89,997%	83,9
	Vitamina B12 (Brenntag)	0,003	0,028	0,003%	
	Carbonato cálcico	1,000	11,111	1,000%	2,4
	TOTAL	100,000	1111,106	100,000%	97,1

Bruno de Lucas Herrero:
Acondicionado a un 18 % de humedad

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	rpm	Feed
P09 (P04)	1	30	50	80	50	3
	2	30	60	100	50	5
	3	50	80	120	50	10
	4	50	90	140	50	15
	5	50	90	150	50	15
	5.1	50	90	150	100	25
	5.2	50	90	150	100	15

(1) Menor expansión, más densos
(2) Mayor expansión, menos densos

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos

Bruno de Lucas Herrero:
Para conseguir 2,5 µg de vitamina B12 (100 % VRN)

ACONDICIONAMIENTO EXTRUSORA					
FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P09 (P04)	Harina de magaya	0,1	0,7	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	98,4	688,8	62,0%	57,8
	Carbonato cálcico	1,5	16,7	1,5%	3,6
	TOTAL	100,0	706,2	63,6%	61,5

26/10/2023
Ø = 19 L = 25D
Ratio compresión 3:1

Boquilla Ø = 4 mm

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P05	Harina de magaya	0,1	1	0,1%	0,1
	Sémola de maíz	98,4	984,0	98,4%	82,6
	Bicarbonato sódico	1,5	15,0	1,5%	3,3
	TOTAL	100,0	1.000,0	100,0%	85,9

Bruno de Lucas Herrero:
Acondicionado a un 18 % de humedad

Humedad magaya 9,14
Humedad sémola maíz 11,12
Humedad lenteja 8,54
Humedad CaCO₃ 0,2
Humedad harina alubia 9,46

$$W = P \times \frac{(H_2 - H_1)}{(100 - H_2)}$$

W Agua a añadir (Kg)
P Peso mezcla a procesar
H1 Humedad inicial (%)
H2 Humedad de trabajo (%)

FORMULACIÓN	Ingrediente	%	Cantidad (g)	Comprobación	Agua (g)
P05	Harina de alubia	20	450	20,0%	46,9
	Sémola de maíz	80,0	1.800,0	80,0%	151,0
	B12	0,02	0,5	0,02%	0,1
	SUBTOTAL	100,0	2.250,5		
	Carbonato cálcico	1,5	33,8	1,5%	7,3
TOTAL	101,5	2.284,2	101,5%	205,3	

1ª Tanda

2ª Tanda

PRUEBA	ETAPA	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	rpm	Feed
P05	1	40	70	120	130	50	5
	2	40	70	140	150	100	10
	3	40	70	170	180	100	10
	4	40	70	170	180	100	15
	5	40	70	170	180	100	20
	6	40	70	170	180	130	20
	7	40	70	170	180	130	15

Sémola - Denso, duro y de color muy amarillo 80 mbar
Sémola - Menos denso, más aireado y crujiente y de color más pálido 30 mbar

Secado en horno, convección al mínimo, 180°C / 5 minutos
3ª Tanda

100 10 Buena expansión
100 25 Empeora
75 10 Revisar

COMPROBAR Y ANOTAR PRESIÓN DE TRABAJO

Figuras 2: Ejemplo de algunas de las variables trabajadas para la extrusión de los snack plant-based



Fondo Europeo de Desarrollo Regional





Imagen 27: interfaz del software del equipo de extrusión durante una de las pruebas con las variables de proceso marcadas

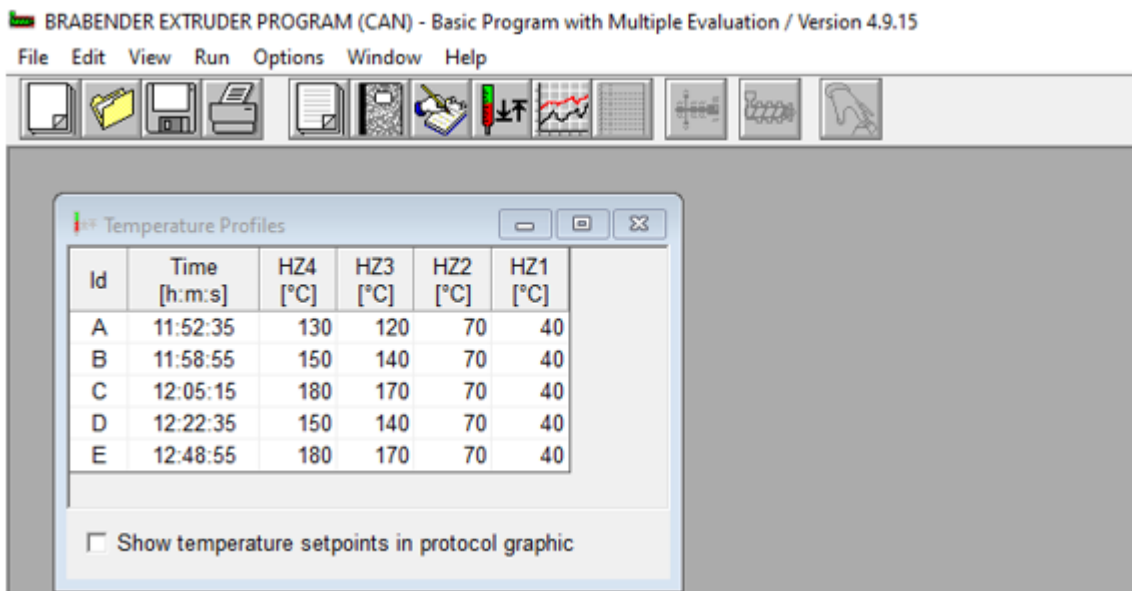


Imagen 28: interfaz del software del equipo de extrusión con las pruebas de optimización de la variable de temperatura en las 4 zonas del barril

En el caso de la optimización de las variables de procesado tecnológico para el snack *meat-based*, la tecnología basada en la deshidratación por FIR (infrarrojo lejano) fue la que mejores resultados arrojó.

Las variables en las que se trabajó en la deshidratación por FIR para el snack *meat-based* fueron las de temperatura de secado, histéresis de los emisores de FIR, tiempo de secado y velocidad del ventilador para la difusión de la humedad eliminada.

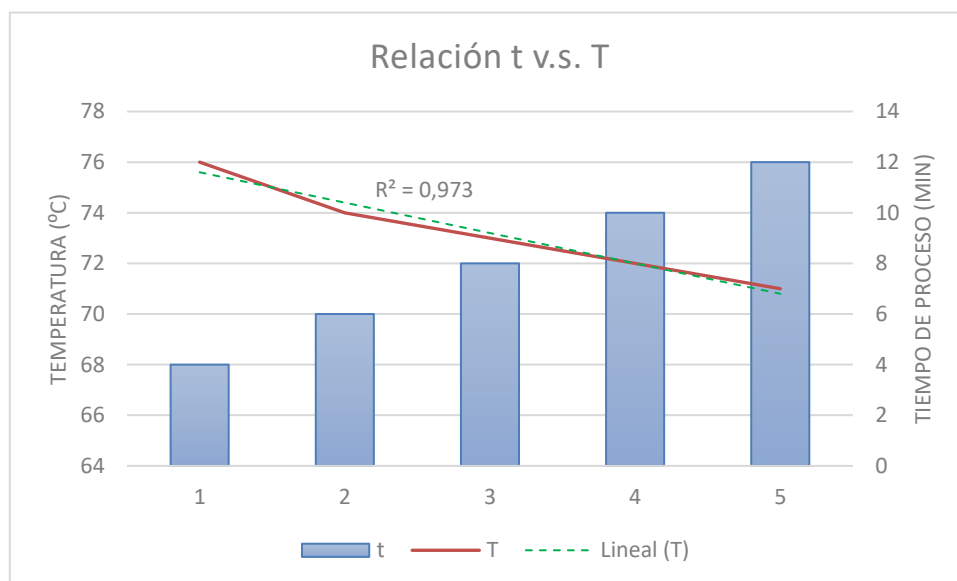
En este sentido, a continuación se muestra un cuadro resumen con los rangos trabajados para cada variable:

Variable	Rango	Unidades
Temperatura	68 - 76	°C
Tiempo	7 - 12	Horas
Histéresis	0,5 - 1,5	°C
Velocidad ventilador	Máxima	-

Tabla 8: Rangos de variables trabajados para la deshidratación por FIR del snack *meat-based*

Durante los ensayos para optimizar las variables del proceso se observó que la variable que mayor implicación tenía en los resultados finales del snack era la temperatura y en consecuencia el tiempo de proceso.

De esta manera, se fijaron las variables de histéresis en 1° C y la del ventilador a máxima potencia y se trabajó en la horquilla de 68° C a 76° C, evaluando posteriormente los atributos organolépticos que adquirirían los snacks. Asimismo, se graficó la temperatura en función del tiempo de proceso, para posteriormente evaluar la existencia de una posible correlación lineal entre ambos parámetros.



Gráfica 1: relación tiempo/Temperatura durante el proceso de deshidratación por FIR

A la vista de la línea de tendencia obtenida y del valor de correlación R^2 obtenido, se pudo comprobar una tendencia lineal en la relación entre el tiempo y la temperatura en el proceso de deshidratación por FIR para obtener la misma textura de snack, lo que supone mejores condiciones de productividad, en cuanto a ahorro de costes, trabajar a mayores temperaturas durante menor tiempo de proceso. Si bien el factor R^2 no manifiesta categóricamente un comportamiento lineal, sí presenta un valor que se aproxima de manera evidente a dicha linealidad.



Imagen 29: interfaz del del equipo de infrarrojo lejano (FIR) con el ajuste de las variables



Imagen 30: pruebas de ajuste de la temperatura con la histéresis fija para obtener la relación t/T

De esta manera, en el caso de los desarrollos ejecutados para el snack *meat-based* la optimización de las variables giraron en torno a la relación entre el tiempo y la temperatura, sin embargo, en el caso de los snacks *plant-based* la optimización de las variables de proceso fue más complicada, al estar involucrados un mayor número de variables, como la temperatura, la velocidad del husillo, la presión a la salida de la boquilla, el diámetro de la boquilla de la extrusión, el acondicionamiento de la humedad al inicio y la velocidad de alimentación al barril de extrusión.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Resumen con el desglose de las variables que intervienen en los resultados del procesado y que son susceptibles de ser optimizadas.

H.3.VALIDACIÓN EN ENTORNO RELEVANTE

T.3.1. Validación organoléptica

Para cada una de las pruebas se realizó una estudio organoléptico para validar los ensayos que arrojaran resultados satisfactorios, realizando para ello un análisis organoléptico bajo dos perspectivas: una perspectiva descriptiva en la que se evaluaron parámetros color, textura, sabor, y apariencia y una

perspectiva hedónica en la que se evaluó en una escala hedónica del grado de aceptación global de los desarrollos, empleando en ambos casos una ficha de cata con una escala numérica del 1 al 7 para su puntuación.

Inicialmente se realizó un estudio organoléptico preliminar, con el fin de poder establecer una base de trabajo para la optimización de las variables de procesado tecnológico, de acuerdo con el hecho de que esta tarea estaba retroalimentada de la T1.3 y de todo el Hito 2. De esta manera, este estudio organoléptico preliminar permitió cribar las formulaciones a escala de laboratorio desarrolladas e la T2.1 que debían llevarse a la T2.2 y T2.3, ya a nivel de escalado a planta piloto, así como el concepto de snack trabajado en la T1.3.



Ficha organoléptica Proyecto *InSnackIn* - IDI/2021/000298

PRODUCTO: _____ PRUEBA _____

❖ **Aspecto general:** 1 Malo – 7 Bueno. Marcar con una “x” la puntuación otorgada

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Comentarios: _____

❖ **Sabor:** 1 Malo – 7 Bueno. Marcar con una “x” la puntuación otorgada

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Comentarios: _____

❖ **Color:** 1 Poco atractivo – 7 Muy atractivo. Marcar con una “x” la puntuación otorgada

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Comentarios: _____

❖ **Textura:** 1 Seca/Poco expandida – 7 Esponjosa/Muy expandida. Marcar con una “x” la puntuación otorgada

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Comentarios: _____

❖ **Hedónico:** 1 No me gusta nada – 7 Me gusta mucho

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Comentarios: _____

Observaciones	_____
---------------	-------

Imagen 22: modelo de ficha de cata empleado

Los resultados que se presentan a continuación se han obtenido del análisis estadístico de la moda, de las puntuaciones otorgadas por cada uno de los catadores, con el fin de obtener el valor que se repite con mayor frecuencia.

Los productos con una valoración global inferior a 4 o con una valoración en dos o más parámetros inferior a 4 se consideran fuera de aceptación sensorial.

La valoración global se categoriza según la siguiente escala en base a las puntuaciones:

- Insatisfactorio: puntuaciones 1, 2 y 3
- Aceptable: puntuaciones 4 y 5
- Satisfactorio: Puntuaciones 6 y 7

A continuación se muestra el resumen de las valoraciones realizadas en ensayos en la tarea 2.3:

Producto	Ensayo	Resultado
<i>Snack plant-based</i>	F1	Aceptable
	F2	Insatisfactorio
	F3	Insatisfactorio
	F4	Insatisfactorio
	F5	Aceptable
	F6	Insatisfactorio
	F7	Aceptable
	F8	Insatisfactorio
	F9	Insatisfactorio
	F10	Insatisfactorio
	F11	Aceptable
	F12	Insatisfactorio
	F13	Aceptable
	F14	Aceptable
	F15	Satisfactorio
	F16	Satisfactorio
	F17	Aceptable
	F18	Satisfactorio
	F19	Aceptable
	F20	Aceptable
	F21	Satisfactorio
	F22	Satisfactorio
	F23	Aceptable
	F24	Aceptable

	F25	Satisfactorio
Snack meat-based	F1	Aceptable
	F2	Insatisfactorio
	F3	Insatisfactorio
	F4	Insatisfactorio
	F5	Insatisfactorio
	F6	Aceptable
	F7	Aceptable
	F8	Insatisfactorio
	F9	Insatisfactorio
	F10	Insatisfactorio
	F11	Aceptable
	F12	Insatisfactorio
	F13	Aceptable

Tabla 9: Resumen organoléptico preliminar snacks *plant-based*

Los resultados concretos numéricos obtenidos en las catas preliminares de los **snacks *plant-based***, se muestran a continuación:

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F1	Apariencia	5	5	5	5	5
	Sabor	4	4	4	5	4
	Color	6	7	6	7	6
	Textura	4	4	4	4	4
	Global	4	5	5	5	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F2	Apariencia	5	6	6	5	5
	Sabor	2	3	4	2	2
	Color	5	5	6	5	5
	Textura	2	2	3	2	2
	Global	2	3	3	3	3

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F3	Apariencia	6	6	6	5	6
	Sabor	2	1	2	2	2
	Color	5	5	6	5	5
	Textura	2	1	1	2	2
	Global	2	1	1	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F4	Apariencia	6	6	6	6	6
	Sabor	1	2	3	2	3
	Color	5	5	6	5	5
	Textura	2	2	1	2	2
	Global	2	2	2	3	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F5	Apariencia	6	6	5	5	6
	Sabor	5	4	5	3	5
	Color	6	5	6	6	6
	Textura	4	5	5	4	4
	Global	5	6	4	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F6	Apariencia	5	5	5	5	5
	Sabor	2	2	3	2	2
	Color	5	6	5	5	5
	Textura	3	2	1	2	2
	Global	2	3	2	3	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F7	Apariencia	5	5	5	6	5
	Sabor	5	5	5	5	5
	Color	5	5	6	5	5
	Textura	4	5	4	4	4
	Global	4	5	5	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F8	Apariencia	6	5	5	5	5
	Sabor	3	3	2	3	3
	Color	5	6	5	5	5
	Textura	2	1	2	3	2
	Global	2	2	3	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F9	Apariencia	6	6	5	5	6
	Sabor	2	1	1	2	2
	Color	5	6	5	5	5
	Textura	2	3	3	3	3
	Global	3	3	2	3	3

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F10	Apariencia	4	5	4	5	4
	Sabor	4	3	4	4	4
	Color	5	5	5	4	5
	Textura	3	2	4	3	3
	Global	3	4	4	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F11	Apariencia	5	4	4	5	5
	Sabor	3	3	2	4	3
	Color	6	5	6	6	6
	Textura	5	4	4	3	4
	Global	5	5	5	4	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F12	Apariencia	5	5	5	5	5
	Sabor	2	2	3	1	2
	Color	6	5	6	6	6
	Textura	2	3	2	2	2
	Global	3	3	3	4	3

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F13	Apariencia	6	5	6	5	6
	Sabor	6	4	5	4	4
	Color	6	5	4	5	5
	Textura	5	4	4	4	4
	Global	4	4	5	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F14	Apariencia	6	5	6	5	6
	Sabor	4	3	3	4	4
	Color	5	6	5	4	5
	Textura	4	5	3	5	5
	Global	5	3	6	5	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F15	Apariencia	6	6	6	6	6
	Sabor	6	5	7	6	6
	Color	5	7	6	6	6
	Textura	6	6	6	5	6
	Global	7	6	7	7	7

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F16	Apariencia	6	6	5	7	6
	Sabor	7	6	6	6	6
	Color	6	6	7	6	6
	Textura	6	7	7	7	7
	Global	6	6	5	7	6

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F17	Apariencia	5	5	6	5	5
	Sabor	4	5	3	5	5
	Color	5	6	4	6	6
	Textura	5	4	6	4	4
	Global	4	5	3	5	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F18	Apariencia	6	7	5	7	7
	Sabor	6	5	7	6	6
	Color	6	7	6	6	6
	Textura	6	6	7	6	6
	Global	6	6	5	6	6

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F19	Apariencia	5	5	5	6	5
	Sabor	4	6	5	5	5
	Color	5	7	4	4	4
	Textura	5	4	5	4	5
	Global	4	4	5	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F20	Apariencia	6	5	6	6	6
	Sabor	6	6	5	5	6
	Color	5	7	7	4	7
	Textura	5	4	5	4	5
	Global	5	5	5	4	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F21	Apariencia	6	6	5	7	6
	Sabor	7	6	6	6	6
	Color	6	6	7	6	6
	Textura	6	7	7	7	7
	Global	6	7	6	7	6

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F22	Apariencia	6	7	5	7	7
	Sabor	6	6	7	6	6
	Color	6	7	6	6	6
	Textura	6	6	7	6	6
	Global	7	7	5	6	7

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F23	Apariencia	5	6	6	5	5
	Sabor	5	5	4	5	5
	Color	5	6	5	6	5
	Textura	5	5	6	4	5
	Global	5	5	4	5	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F24	Apariencia	5	5	6	5	5
	Sabor	5	5	4	5	5
	Color	5	5	5	6	5
	Textura	5	5	5	4	5
	Global	5	5	5	5	5

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F25	Apariencia	6	6	6	6	6
	Sabor	6	6	6	6	6
	Color	6	6	7	6	6
	Textura	6	7	6	7	6
	Global	6	6	5	6	6

Tablas 10: Resultados organolépticos preliminares obtenidos para los snacks *plant-based*

De acuerdo con la metodología iterativa planteada en el diseño experimental del proyecto, a medida que se realizaban los correspondientes estudios organolépticos en los snacks *plant-based* se reevaluaba todo el prototipado experimental planteado en el Hito 2, desde el diseño de las formulaciones y estrategias de procesamiento tecnológico de la tarea T2.1., hasta el propio desarrollo experimental y la optimización de las variables de las tareas T2.2 y T2.3, respectivamente.

Inicialmente las pruebas F1, F5, F7, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18 y F19, fueron las que arrojaron resultados aceptables y satisfactorios en las catas y posteriormente, tras esa metodología iterativa de optimización, las pruebas F20, F21, F22, F23, F24 y F25 fueron las que arrojaron resultados finalmente satisfactorios.

Los resultados concretos numéricos obtenidos en las catas preliminares de los **snacks *meat-based***, se muestran a continuación:

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F1	Apariencia	4	3	3	4	4
	Sabor	4	4	3	4	4
	Color	4	4	4	3	4
	Textura	4	5	4	4	4
	Global	3	4	4	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F2	Apariencia	3	2	2	3	3
	Sabor	3	4	3	4	3
	Color	3	2	1	2	2
	Textura	2	2	1	2	2
	Global	2	2	2	1	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F3	Apariencia	2	2	2	3	2
	Sabor	3	3	2	3	3
	Color	2	2	1	1	2
	Textura	2	2	2	1	2
	Global	2	2	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F4	Apariencia	3	3	1	3	3
	Sabor	3	3	3	3	3
	Color	2	3	1	3	3
	Textura	2	2	3	2	2
	Global	2	2	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F5	Apariencia	2	2	2	2	2
	Sabor	2	1	2	2	2
	Color	2	2	1	1	2
	Textura	2	3	3	3	3
	Global	2	2	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F6	Apariencia	4	5	4	4	4
	Sabor	4	5	4	4	4
	Color	3	4	4	5	4
	Textura	4	5	4	4	4
	Global	4	4	4	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F7	Apariencia	5	4	4	3	4
	Sabor	4	4	3	4	4
	Color	4	3	4	5	4
	Textura	3	4	4	4	4
	Global	4	4	3	4	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F8	Apariencia	3	2	2	2	2
	Sabor	3	4	3	4	3
	Color	3	3	2	2	3
	Textura	2	2	1	2	2
	Global	2	2	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F9	Apariencia	2	3	3	3	3
	Sabor	3	3	2	3	3
	Color	3	2	2	1	2
	Textura	2	2	2	1	2
	Global	2	3	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F10	Apariencia	3	2	1	2	2
	Sabor	3	3	3	3	3
	Color	2	3	1	3	3
	Textura	2	3	3	2	2
	Global	2	2	2	2	2

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F11	Apariencia	3	3	2	4	3
	Sabor	2	3	3	3	3
	Color	2	4	4	3	4
	Textura	2	3	3	3	3
	Global	3	4	4	2	4

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F12	Apariencia	4	3	2	3	3
	Sabor	2	2	3	2	2
	Color	3	2	3	3	3
	Textura	3	3	3	4	3
	Global	4	3	3	3	3

PRUEBA	ATRIBUTO	cat1	cat2	cat3	cat4	MODA
F13	Apariencia	4	4	4	4	4
	Sabor	4	4	5	4	4
	Color	4	4	4	3	4
	Textura	3	2	3	4	3
	Global	4	3	3	4	4

Tablas 11: Resultados organolépticos preliminares obtenidos para los snacks *meat-based*

De la misma manera que con los snacks *plant-based*, para los snacks *meat-based*, de acuerdo con la metodología iterativa planteada en el diseño experimental del proyecto, a medida que se realizaban los correspondientes estudios organolépticos en los snacks *meat-based* se reevaluó todo el prototipado experimental planteado en el Hito 2, desde el diseño de las formulaciones y estrategias de procesado tecnológico de la tarea T2.1., hasta el propio desarrollo experimental y la optimización de las variables de las tareas T2.2 y T2.3, respectivamente.

Inicialmente las pruebas F1, F6 y F7, fueron las que arrojaron resultados aceptables y satisfactorios en las catas y posteriormente, tras esa metodología iterativa de optimización, las pruebas F11 y F13, volvieron a arrojar resultados aceptables, pero ninguna de ellas satisfactorios, pues aunque hubo atributos valorados positivamente, en términos globales no se obtuvieron puntuaciones de 6 y 7, principalmente lastrados por la textura, ya que tal y como se ha comentado anteriormente, aunque en primera instancia se lograba una textura crocante, tras la primera masticada la textura se volvía tipo “mousse”, alejado de un concepto crujiente.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Diseño del panel de cata y resumen de los resultados obtenidos

T.3.2. Validación físico-química nutricional

A medida que se fueron desarrollando los prototipos de snacks, tanto a nivel de laboratorio, como a nivel de planta piloto, se fueron realizando los correspondientes análisis físico-químicos. La determinación de la composición de micronutrientes en mayor medida, y en menor medida la de macronutrientes, sirvió para retroalimentar la ejecución del hito 2 en cuanto al diseño de las formulaciones de acuerdo a la metodología iterativa que se preveía seguir a lo largo de la ejecución de los desarrollos, pudiendo esta manera ajustar el diseño de las formulaciones, la estrategia de procesado tecnológico y la optimización de las variables de procesado

Destacar que para las pruebas y desarrollos, tanto de los snacks *plant-based*, como de los *meat-based*, que arrojaron resultados insatisfactorios en la validación organoléptica, no se validó a nivel físico-químico en cuanto su composición en micronutrientes y de esta manera no ejecutando en su totalidad la cuantificación de micronutrientes subcontratada tanto para los prototipos a nivel de laboratorio, como los prototipos a nivel de planta piloto. Si organolépticamente el producto no es satisfactorio, no tiene cabida determinar la composición nutricional ya que no es un óptimo para el consumo pues no es atractivo sensorialmente. De ahí haber realizado unos análisis organolépticos preliminares para posteriormente ir afinando con las pruebas que arrojaron resultados aceptables en primer término y satisfactorios en segundo término.

Asimismo, en función de la formulación, del proceso y de las variables empleadas, algunas formulaciones de snacks *plant-based* y *meat-based* analizadas no presentaron concentraciones de micronutrientes superiores o iguales al valor mínimo con el que ejerce un efecto beneficioso, establecido éste a través de los Reglamentos 432/2012 por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos, 1924/2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos y al rango mínimo del 15 % del valor de referencia del nutriente (tipificado en el Reglamento 1169/2011 sobre la información facilitada al consumidor).

Para los *snacks plant-based*, en cuanto a la determinación de micronutrientes, a continuación se muestran los resultados que arrojaron concentraciones dentro del rango mínimo del 15 % del valor de referencia del nutriente (tipificado en el Reglamento 1169/2011) y que pudieron ser trabajados a nivel de optimización de la formulación, procesado y optimización de las variables.

Snacks <i>plant-based</i> - Micronutrientes por 100 g						
	Cu (mg)	Se (µg)	Vit B9 (µg)	Vit B12 (µg)	Vit D (µg)	
VRN	1	55	200	2,5	5	
15 % VRN	0,15	8,25	30	0,375	0,75	
Prueba	Concentración / 100 g					Observaciones
F15	0,31	7,40				Paso 4
F16	0,45	7,90				75

F16	0,37	7,20				100
F18		<0,5				02
F18		6,30				100/15
F18		8,20				100/25
F20						Idem F21 sin Vit D añadida
F21	0,47		35,3		15	Vit D añadida
F22		8,20				
F25	0,31			14		Vit B12 añadida

Tabla 11: Resultados físico-químicos micronutrientes snacks *plant-based* prototipos satisfactorios

En cuanto a la determinación de macronutrientes de los **snacks *plant-based***, a continuación se muestran los resultados para las formulaciones y diseños a escala de planta piloto que arrojaron resultados susceptibles de haber sido tenidos en cuenta.

MUESTRA	Snacks <i>plant-based</i> Composición nutricional macronutrientes (g/100 g)				Observaciones
	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Azúcares	
F18	4,55	3,54	81,35	12,3	02
F18	5,88	1,55	85,06	3,4	100/15
F18	5,99	1,34	86,16	3,9	100/25
F16	10,04	0,54	80,83	-	75
F16	10,27	1,01	79,27	-	100
F15	10,07	5,59	76,52	0,9	Paso 4
F15	9,65	3,80	79,08	<0,5	Feed 30
F21	9,82	3,72	80,01	<0,5	Vit D añadida
F22	5,95	1,26	87,20	3,7	
F25	9,42	3,77	58,8	1,0	Vit B12 añadida

Tabla 12: Resultados físico-químicos macronutrientes snacks *plant-based* prototipos satisfactorios

Para los **snacks *meat-based***, en cuanto a la determinación de micronutrientes, a continuación se muestran los resultados que arrojaron concentraciones dentro del rango mínimo del 15 % del valor de referencia del nutriente (tipificado en el Reglamento 1169/2011) y que pudieron ser trabajados a nivel de optimización de la formulación, procesado y optimización de las variables.

Snacks <i>meat-based</i> Micronutrientes por 100 g		
Fe (mg)		
VRN	14	
15 % VRN	2,1	
Prueba	Concentración / 100 g	Observaciones
F10	4,0	
F11	3,8	Idem F11 + Free Airbag

Tabla 13: Resultados físico-químicos micronutrientes snacks *plant-based* prototipos satisfactorios

En cuanto a la determinación de macronutrientes de los **snacks *meat-based***, a continuación se muestran los resultados para las formulaciones y diseños a escala de planta piloto que arrojaron resultados susceptibles de haber sido tenidos en cuenta.

Snacks <i>meat-based</i> Composición nutricional macronutrientes (g/100 g)					
MUESTRA	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Azúcares	Observaciones
F1	18,4	3,2	30,7	1,8	
F6	17,9	3,4	29,1	1,5	
F7	19,8	3,9	28,9	1,6	
F10	28,3	3,5	31,8	2,1	
F12	16,9	1,2	32,4	1,5	

Tabla 13: Resultados físico-químicos macronutrientes snacks *plant-based* prototipos satisfactorios

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Resumen de los resultados analíticos en cuanto a composición nutricional: micronutrientes y macronutrientes.

T.3.3. Validación microbiológica: seguridad alimentaria

A medida que se fueron desarrollando los prototipos de snacks, tanto a nivel de laboratorio, como a nivel de planta piloto, se fueron realizando los correspondientes análisis microbiológicos. El recuento de los diferentes grupos de microorganismo sirvió para retroalimentar la ejecución del hito 2 en cuanto al diseño de las formulaciones de acuerdo a la metodología iterativa que se preveía seguir a lo largo de la ejecución de los desarrollos, pudiendo esta manera ajustar el diseño de las formulaciones, la estrategia de procesado tecnológico y la optimización de las variables de procesado.

Una vez que se fue identificando la extrusión con cocción directa como estrategia de procesado óptima para los snacks *plant-based* y la deshidratación por FIR para el snack *meat-based*, la batería de

análisis en cuanto a parámetros de fue optimizando, pasando de cuantificar los parámetros de aerobios mesófilos, enterobacterias, mohos y levaduras y bacterias ácido lácticas en los prototipos desarrollados a escala de laboratorio a cuantificar los parámetros de aerobios mesófilos y mohos y levaduras en los prototipos desarrollados a escala de planta piloto. El hecho de comprobar que las matrices no eran susceptibles de proliferación de enterobacterias y bacterias ácido lácticas, asociado al hecho de que los procesos de extrusión ensayados se diseñaron con un perfil de temperatura de hasta 180° C en la zona de descarga y expansión del snack, junto con la baja a_w , tanto de los snacks *plant-based*, como de los snacks *meat-based*, hacen que sean matrices no susceptibles de crecimiento de este grupo de microorganismos. Asimismo, la temperatura tan elevada en el procesado del snack *plant-based*, y el proceso de cocción previo a la deshidratación del snack *meat-based*, en función de las constantes de tiempo de reducción decimal (“D”) y de resistencia térmica (“z”) corroboran este hecho manifestado en los recuentos microbiológicos nulos obtenidos en los prototipos desarrollados a escala de laboratorio.

A continuación se muestra la tabla creada y diseñada con las constantes de tiempo de reducción decimal (“D”) y resistencia térmica (“z”) de diferentes estos diferentes tipos de microorganismos para correlacionarlos con las conclusiones obtenidas:

Microorganismo	Fuente	Matriz	T _{ref} (°C)	D _{Tref} (min)	z (°C)	n	P _{Tref} (min)	P ₇₀	D ₇₀	P ₇₀	D ₇₀	P ₈₀	D ₈₀	P ₈₀	D ₈₀	P ₉₀	D ₉₀	n ⁺	P ₇₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀
<i>Listeria monocytogenes</i>	Pagan, 1997	-	62	0,34	5,8	6	2,04	0,1	0,01	0,0	0,001	0,0	0,0003	0,0	0,0000	10	0,14	0,013	0,003	0,000		
<i>Listeria monocytogenes</i>	CCFRA Guideline Nº 51	Cárnico	70	0,33	7,5	6	1,98	2,0	0,33	0,3	0,052	0,1	0,0153	0,0	0,0007	10	3,30	0,523	0,153	0,007		
<i>Listeria monocytogenes</i>	Murphy, et al (2004)	Pollo picado	70	0,085	5,9	6	0,51	0,5	0,09	0,0	0,008	0,0	0,0017	0,0	0,0000	10	0,85	0,082	0,017	0,000		
<i>Yersinia Enterocolitica</i>	CCFRA Guideline Nº 51	Suero salino	60	0,5	5,2	6	3	0,0	0,01	0,0	0,000	0,0	0,0001	0,0	0,0000	10	0,06	0,004	0,001	0,000		
<i>Salmonella spp</i>	Goodfellow, et al. (1978)	Carne	62,8	0,65	5,6	6	3,9	0,2	0,03	0,0	0,003	0,0	0,0006	0,0	0,0000	10	0,34	0,029	0,006	0,000		
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Tomlins and Ordal (1976)	Caldo	60	3,2	7,5	6	19,2	0,9	0,15	0,1	0,024	0,0	0,0069	0,0	0,0003	10	1,49	0,235	0,069	0,003		
<i>C. botulinum no proteolítico tipo B</i>	COOK CHILL SYSTEMS IN TH	-	90	0,75	10	6	4,5	450,0	75,00	113,0	18,839	45,0	7,5000	4,5	0,7500	10	750,00	188,391	75,000	7,500		
<i>C. botulinum no proteolítico tipo E</i>	COOK CHILL SYSTEMS IN TH	-	90	1,67	10	6	10,02	1002,0	167,00	251,7	41,949	100,2	16,7000	10,0	1,6700	10	1670,00	419,485	167,000	16,700		
<i>Lactobacillus spp</i>	Alvarado, 1996	Leche	82,2	0,57	7	6	3,42	189,2	31,53	26,3	4,381	7,1	1,1753	0,3	0,0438	10	315,31	43,812	11,753	0,438		
<i>Staphylococcus aureus</i>	Sillijer, et al, 1983	-	65,5	2	10	6	12	4,3	0,71	1,1	0,178	0,4	0,0710	0,0	0,0071	10	7,10	1,783	0,710	0,071		
<i>Lactobacillus spp</i>	Stumbo 1993	-	65,5	1	10	6	6	2,1	0,35	0,5	0,089	0,2	0,0355	0,0	0,0035	10	3,55	0,891	0,355	0,035		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Biotecnología aceituna	Aceitunas	60	0,59	5,2	6	3,54	0,0	0,01	0,0	0,000	0,0	0,0001	0,0	0,0000	10	0,07	0,005	0,001	0,000		
<i>Leuconostoc spp</i>	Stumbo 1993	-	65,5	1	10	6	6	2,1	0,35	0,5	0,089	0,2	0,0355	0,0	0,0035	10	3,55	0,891	0,355	0,035		
<i>Mohos y levaduras</i>	R. Eley, 1992 (Ed. Acribia)	-	65	3	5	6	18	1,8	0,30	0,1	0,019	0,0	0,0030	0,0	0,0000	10	3,00	0,189	0,030	0,000		
<i>Enterococcus faecalis</i>	¿?	-	70	2,95	10	6	17,7	17,7	2,95	4,4	0,741	1,8	0,2950	0,2	0,0295	10	29,50	7,410	2,950	0,295		
<i>E coli O157:H7</i>	Line, et al (1991)	Carne	62,8	0,47	5	6	2,82	0,1	0,02	0,0	0,001	0,0	0,0002	0,0	0,0000	10	0,17	0,011	0,002	0,000		

Tabla 14: Tabla diseñada con los parámetros D y z de diferentes microorganismos

En cuanto a la cuantificación analítica microbiológica, a continuación se muestran los resultados para las formulaciones y diseños a escala de planta piloto que arrojaron resultados susceptibles de haber sido tomados en consideración:

Muestra	Recuento. Aerobios mesófilos ufc/g	Recuento. mohos y levaduras ufc/g	Detección <i>Salmonella</i> spp en 25 g	Detección <i>L. monocytogenes</i> en 25 g	Observaciones
F15	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	Paso 4
F15	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	Feed 30
F16	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	75
F16	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	100
F18	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	02
F18	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	100/15

F18	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	100/25
F20	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	F21 sin Vit D
F21	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	Vit D añadida
F22	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	
F25	<1x10 ²	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	Vit B12 añadida

Tabla 15: Resultados microbiológicos snacks *plant-based* prototipos satisfactorios

Muestra	Recuento. Aerobios mesófilos ufc/g	Recuento. mohos y levaduras ufc/g	Detección <i>Salmonella</i> spp en 25 g	Detección <i>L. monocytogenes</i> en 25 g	Observaciones
F1	<1x10 ³	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	
F6	<1x10 ³	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	
F7	<1x10 ³	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	
F10	<1x10 ³	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	
F12	<1x10 ³	<1x10 ¹	Ausencia	Ausencia	

Tabla 16: Resultados microbiológicos snacks *meat-based* prototipos satisfactorios

Destacar que en los snacks *meat-based* se incrementó un orden de magnitud el límite de cuantificación respecto a los snacks *plant-based*, debido fundamentalmente a que al ser una matriz de origen animal, la carga microbiológica inicial tiende a ser superior en comparación con las matrices vegetales.

Para los parámetros de microorganismos alterantes, se realizaron réplicas con n=3, mientras que para los patógenos, se realizaron réplicas con n=5.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Resumen de los resultados analíticos microbiológicos

T.4.1. Determinación de *health-claims*

A lo largo de esta tarea se estudiaron y trabajaron los Reglamentos (CE) 1924/2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, 432/2012 por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos, así como el Reglamento y 1169/2011 sobre la información facilitada al consumidor.

Se cotejó la información reglada y legislada en dichos Reglamentos con los valores analíticos de micronutrientes obtenidos en cuanto a concentración presente en los diferentes snacks y poder de esta manera realizar el correspondiente estudio de funcionalidad en cuanto al cumplimiento de los posibles *health-claims* alegables.

Los parámetros cuantificados a nivel analítico se extrapolaron a las siguientes posibles alegaciones nutricionales reflejadas en el Reglamento (CE) 1924/2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables:

FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES]

Solamente podrá declararse que un alimento es una fuente de vitaminas y/o minerales, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si el producto contiene como mínimo una cantidad significativa tal como se define en el Anexo de la Directiva 90/496/CEE o una cantidad establecida por las excepciones concedidas en virtud del artículo 6 del Reglamento (CE) nº 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, [sobre la adición de vitaminas, minerales y otras determinadas sustancias a los alimentos]⁽¹⁾.

ALTO CONTENIDO DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES]

Solamente podrá declararse que un alimento posee un alto contenido de vitaminas y/o minerales, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si el producto contiene como mínimo dos veces el valor de la «fuente de [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] y/o [NOMBRE DE LOS MINERALES]».

Tabla 16 Declaraciones nutricionales tipificadas en el Reglamento 1924/2006:

Respecto a lo que constituye una cantidad significativa, el Reglamento 1169/2011, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n o 1924/2006 y (CE) n o 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) n o 608/2004 de la Comisión, indica lo siguiente:

▼B

ANEXO XIII

INGESTAS DE REFERENCIA

PARTE A — INGESTAS DIARIAS DE REFERENCIA PARA LAS VITAMINAS Y LOS MINERALES (ADULTOS)

1. Vitaminas y minerales que pueden declararse y sus valores de referencia de nutrientes (VRN)

Vitamina A (µg)	800	► Cl Cloruro (mg) ◀	800
Vitamina D (µg)	5	Calcio (mg)	800
Vitamina E (mg)	12	Fósforo (mg)	700
Vitamina K (µg)	75	Magnesio (mg)	375
Vitamina C (mg)	80	Hierro (mg)	14
Tiamina (mg)	1,1	Zinc (mg)	10
Riboflavina (mg)	1,4	Cobre (mg)	1
Niacina (mg)	16	Manganeso (mg)	2
Vitamina B6 (mg)	1,4	► Cl Fluoruro (mg) ◀	3,5
Ácido fólico (µg)	200	Selenio (µg)	55
Vitamina B12 (µg)	2,5	Cromo (µg)	40
Biotina (µg)	50	Molibdeno (µg)	50
Ácido pantoténico (mg)	6	Yodo (µg)	150
Potasio (mg)	2 000		

2. Cantidad significativa de vitaminas y minerales

Como regla general, para decidir lo que constituye una cantidad significativa deben considerarse los siguientes valores:

- 15 % de los valores de referencia de nutrientes especificados en el punto 1, suministrado por 100 g o 100 ml, en el caso de los productos distintos de las bebidas,
- 7,5 % de los valores de referencia de nutrientes especificados en el punto 1, suministrado por 100 ml, en el caso de las bebidas, o
- 15 % de los valores de referencia de nutrientes especificados en el punto 1 por porción, si el envase solo contiene una porción.

PARTE B — INGESTAS DE REFERENCIA DEL VALOR ENERGÉTICO Y LOS NUTRIENTES SELECCIONADOS DISTINTOS DE LAS VITAMINAS Y LOS MINERALES (ADULTOS)

Valor energético o nutriente	Ingesta de referencia
Valor energético	8 400 kJ/2 000 kcal
Grasa total	70 g
Ácidos grasos saturados	20 g
Hidratos de carbono	260 g
Azúcares	90 g
Proteínas	50 g
Sal	6 g

Tabla 17 IR y VRN legislados en el Reglamento 1924/2006

Respecto a los *health-claims* aprobados de acuerdo al Reglamento 432/2011 por el que se establece una lista de declaraciones saludables en alimentos, las alegaciones relacionadas con la capacidad de refuerzo del sistema inmunitario en función del micronutriente, las especificaciones legisladas son las siguientes:

Cobre	El cobre contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de cobre de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1211 2011; 9(4):2079	264, 1725
Folatos	Los folatos contribuyen al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de folatos de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1213	91
Hierro	El hierro contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de hierro de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1215	252, 259
Selenio	El selenio contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de selenio de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1220 2010; 8(10):1727	278, 1750
Vitamina A	La vitamina A contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de vitamina A de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1222 2011; 9(4):2021	14, 200, 1462
Vitamina B12	La vitamina B12 contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de vitamina B12 de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1223	107
Vitamina B6	La vitamina B6 contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de vitamina B6 de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1225	68
Vitamina C	La vitamina C contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario durante el ejercicio físico intenso y después de este.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que aporten 200 mg diarios de vitamina C. Para que un producto pueda llevar esta declaración, se informará al consumidor de que el efecto beneficioso se obtiene con una ingesta de 200 mg al día añadida a la ingesta diaria recomendada de vitamina C.		2009; 7(9):1226	144
Vitamina C	La vitamina C contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de vitamina C de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) nº 1924/2006.		2009; 7(9):1226 2010; 8(10):1815	134, 4321

Vitamina D	La vitamina D contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de vitamina D de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) n° 1924/2006.		2010; 8(2):1468	154, 159
Zinc	El zinc contribuye al funcionamiento normal del sistema inmunitario.	Esta declaración solo puede utilizarse respecto a alimentos que son, como mínimo, fuente de zinc de acuerdo con la declaración FUENTE DE [NOMBRE DE LAS VITAMINAS] Y/O [NOMBRE DE LOS MINERALES] que figura en el anexo del Reglamento (CE) n° 1924/2006.		2009; 7(9):1229	291, 1757

Tabla 18: Declaraciones saludables inmunitarias autorizadas por el Reglamento 432/2011

De esta manera, se obtuvieron finalmente los siguientes *health-claims* de acuerdo con la legislación vigente:

REFERENCIA	PARÁMETRO	VALOR	%IR/%VRN	HEALTH-CAIM
Snack Sémola de maíz y magaya	Se	8,20 µg/100 g	15 %	El selenio contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
Snack sémola de maíz y harina de faba	Cu	0,45 mg/100 g	45 %	El cobre contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
Snack sémola de maíz y harina de garbanzo	Cu	0,31 mg / 100 g	31 %	El cobre contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
Snack sémola de maíz y harina de garbanzo	Cu	0,47 mg / 100 g	47 %	El cobre contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
	Vit B9 (folato)	35,3 µg/100 g	18 %	La vitamina B9 contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
	Vit D (añadida)	15 µg/100 g	300 %	La vitamina D contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
Snack de sémola de maíz y harina de verdina	Cu	0,31 mg/100 g	31 %	El cobre contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
	Vit B12 (añadida)	14,0 µg/100 g	560 %	La vitamina B12 contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario
Snack de vacuno mayor	Fe	4 mg/1010 g	29 %	El hierro contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario

Tabla 19: *Health claims* obtenidos de acuerdo con la legislación vigente

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Resumen con los *health claims* alcanzados

T.4.2. Estudio de biodisponibilidad de nutrientes

Una vez validados los snacks con una cantidad significativa del micronutriente legislado para poder realizar el *health-claim* legislado y en la concentración especificada en el Reglamento correspondiente, se realizaron los oportunos estudios de biodisponibilidad de los snacks que mayor concentración del micronutriente presentaban y que además organolépticamente arrojaran un resultado satisfactorio:

El estudio de biodisponibilidad se divide en dos fases, por un lado de fase de bioaccesibilidad, en la que se realiza una digestión y posteriormente la fase de liberación, absorción y detección.

Se realizó el ensayo de digestión in vitro siguiendo el método INFOGEST⁶ consensuado de manera internacional. Se resume el método a continuación. Se tomaron las muestras, por duplicado, y se inició la fase oral añadiéndoles en un ratio 1/1, una solución tampón, que simula el fluido oral ajustada a pH=7 conteniendo el enzima alfa-amilasa. Esta fase se realizó agitando a 37° C dos minutos.

Se continuó con la fase gástrica, para ello se mezcló la muestra resultante de la fase oral con fluido gástrico simulado a pH=3 en un ratio 1/1 conteniendo pepsina, durante 2 horas a 37°C con agitación. Pasado este tiempo ya en la fase intestinal, se añadió en un ratio 1/1 el fluido intestinal simulado a pH=7 que contenía pancreatina y ácidos biliares, se agitó a 37°C durante dos horas. Se paró la reacción por congelación de las muestras.

Para determinar el contenido de la vitamina D3 se analizaron las muestras por cromatografía líquida utilizando un equipo de cromatografía de Waters ACQUITY Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) unido a detector de triple cuadrupolo MS/MS y cuantificando frente a una recta de calibración del patrón comercial.

El contenido de la vitamina B12 se analizaron las muestras por cromatografía líquida utilizando un equipo de cromatografía de Waters ACQUITY Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) unido a detector de triple cuadrupolo MS/MS y cuantificando frente a una recta de calibración del patrón comercial.

El cobre se determinó por ICP/MS de Agilent en todas las muestras cuantificando frente a una recta de calibración del patrón comercial

Se trabajó con las dos muestras de snack *plant-based* que mejores resultados arrojaron en cuanto a concentración de micronutrientes con capacidad de refuerzo del sistema inmunitario, tanto presentes de manera inherente (Cu), como de forma añadida (Vit D y B12). No se optó por evaluar un snack *meat-based* debido a que el perfil organoléptico no resultó satisfactorio en ninguno de los prototipos

⁶ "A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus" M. Minekus, M. Alminger, P. Alvito, S. Ballance, et al .. Food Funct., 2014, 5, 1113

ensayado y en consecuencia carece de sentido realizar un estudio de biodisponibilidad en un alimento que no es gustoso en términos de aceptación sensorial.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Muestra	Analito	Resultado
Snack sémola de maíz y harina de garbanzo	Vitamina D (en forma de colecalciferol)	0,01640 µg/g muestra (< límite detección absorción)
	Cu	< límite de cuantificación
Snack sémola de maíz y harina de verdina	Vitamina B12	1,02579 µg/g muestra (< límite detección absorción)
	Cu	< límite de cuantificación

Tabla 20: Resultados de los estudios de bioaccesibilidad

A la vista de los resultados obtenidos se observa que tanto las vitaminas añadidas, como el contenido en cobre propio de los ingredientes, no se alcanza el límite de absorción y de cuantificación, respectivamente, para poder abordar la segunda fase de liberación, absorción y detección.

De esta manera, si bien los snacks presentan el contenido determinado analíticamente descrito en la tabla 19, y de acuerdo a la legislación vigente está autorizado el *health-claim* “*el/la [nombre de micronutriente] contribuye al funcionamiento del sistema inmunitario*”, en términos de biodisponibilidad el método empleado no es lo suficientemente sensible para detectar y/o cuantificar dichos micronutrientes.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Resumen de los resultados analíticos del estudio de biodisponibilidad

H.5 COORDINACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

T.5.1. Coordinación y seguimiento del proyecto

La tarea de coordinación del proyecto es constante en el tiempo con el objeto de llevar a cabo una planificación, ejecución y revisión de las tareas adecuadas a la solicitud.

De forma coordinada se evaluaron:

- Objetivos planteados para cada mensualidad
- Objetivos cumplidos
- Retos encontrados y resolución de problemas
- Necesidades de materiales

A lo largo del Hito, en la T 1.1, una de las dificultades encontradas fue el aprovisionamiento de ingredientes, ya que habitualmente las casas comerciales de ingredientes, aditivos y coadyuvantes tecnológicos tramitan los pedidos mínimos a partir de un palé del producto a disponer. En este sentido la coordinación de este hito 1 fue fundamental a la hora de poder justificar la necesidad de empleo de sacos de producto en torno a 25 Kg para poder disponer de suficiente materia prima sin malgastar los recursos y la coordinación entre los distribuidores, los fabricantes y las representadas de las casas comerciales. Asimismo, el aprovisionamiento de magaya fue especialmente tedioso a la hora de tener que coordinar los procesos productivos de los llagares con el acopio de la magaya.

A lo largo del Hito 2 fue fundamental la coordinación entre el aprovisionamiento y disponibilidad de materias primas solicitadas con las pruebas experimentales planteadas, necesitándose en algunos casos almacenar las materias primas percederas en congelación para poder disponer de ellas a lo largo del tiempo (por ejemplo, el vacuno mayor para el snack *meat-based* o la magaya, entra otras).

Durante la ejecución del Hito 3 fue fundamental la coordinación de las tareas de desarrollo de los prototipos de las dos tipologías de snack con la organización del laboratorio, debiendo coordinarlo en tiempo y forma para poder comenzar los análisis a tiempo cero y no perder días de determinación que podrían afectar a los resultados obtenidos y esperados.

En cuanto al Hito 4, la coordinación entre Gaiker Centro Tecnológico y ASINCAR fue esencial, en cuanto al envío de muestras en tiempo y forma, la interlocución entre las muestras enviadas y las características específicas de cada una de ellas y en general todo lo relacionado con la coordinación entre ambos centros.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Puesta en común de los indicadores de gestión y seguimiento del calendario previsto. Reuniones de seguimiento para coordinación de las tareas.

T.5.2. Explotación de resultados y conclusiones

El análisis y evaluación de resultados se ha llevado a cabo de forma continua a lo largo del desarrollo del proyecto y estableciéndose reuniones de carácter mensual que han permitido evaluar la evolución del proyecto.

En base a los resultados obtenidos se ha comenzado una labor de *networking* con productores de faba y verdina del Principado de Asturias con el fin de trasladar los resultados obtenidos con estas matrices y evidenciar de primera mano la posible valorización de la faba y la verdina de destrío en el campo los alimentos tipo snack y de manera más concreta la fuente de micronutrientes con potencial fisiológico inmunitario que tienen.

Asimismo se está trabajando en una labor de contacto con entidades con posible futura capacidad de extrusión para trasladarles los resultados óptimos obtenidos y el beneficio de valorizar una materia prima que apenas tiene valor a través de un proceso estandarizado.

Indicadores de gestión y del grado de avance:

Obtención de la memoria de conclusiones

2. HITOS ALCANZADOS. GRADO DE CUMPLIMIENTO

2.1 Indique los diferentes hitos alcanzados, relacionándolos con la planificación inicial del proyecto. Detalle los indicadores de seguimiento y entregables obtenidos en el periodo justificado.

2.2 Declare el % estimado de cumplimiento en cada uno de ellos.

HITO 1.

Tarea 1.1.

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

Tarea 1.2.

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

Tarea 1.3.

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

HITO 2.

Tarea 2.1

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

Tarea 2.2

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

Tarea 2.3.

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

HITO 3.

Tarea 3.1

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100%

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100%

Tarea 3.2

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100 %

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100 %

HITO 4.

Tarea 4.1

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100 %

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100 %

Tarea 4.2.

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100 % (en términos científico-técnicos)

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100 % (en términos científico-técnicos)

HITO 5.

Tarea 5.1

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100 %

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100 %

Tarea 5.2

Grado de cumplimiento respecto a lo planificado: 100 %

Grado de cumplimiento respecto al total del proyecto: 100 %

3. RESULTADOS CONSEGUIDOS

Enumerar brevemente, pero con claridad y precisión, los resultados obtenidos, haciendo referencia expresa a los resultados inicialmente previstos.

RESULTADO PREVISTO	RESULTADO ALCANZADO
Identificar, evaluar y seleccionar, al menos, 3 ingredientes alimenticios con funcionalidad inmunitaria	Se han identificado 6 ingredientes con potencial de funcionalidad inmunitaria (harinas de garbanzo, lenteja roja, amaranto, teff, alubia/faba, verdina y sémola de maíz), en cuanto a su contenido en micronutrientes relacionados con el sistema inmunitario.
Evaluar la posibilidad y potencialidad de subproductos agroalimentarios como ingredientes con funcionalidad inmunitaria y susceptibles de formar parte de la formulación de un snack funcional saludable	Se ha identificado la magaya como subproducto susceptible de ser empleado en la formulación de snacks <i>plant-based</i> .

Definir y establecer formulaciones específicas de ingredientes para el desarrollo de snacks saludables con funcionalidad inmunitaria	En el punto de desarrollo en el que nos encontramos se ha logrado definir seis formulaciones satisfactorias de snacks <i>plant-based</i> , de las cuales dos resultaron ser óptimas.
Establecer las estrategias de procesado tecnológico óptimas para el desarrollo de snacks funcionales saludables con actividad en el sistema inmunitario	Se han logrado definir dos estrategias adecuadas para el procesado de snacks saludables con funcionalidad inmunitaria; la extrusión con cocción directa para los snacks <i>plant-based</i> y la deshidratación por infrarrojo lejano (FIR) para los snacks <i>meat-based</i> .
Optimizar la investigación hacia la reglamentación legislativa en materia de alimentos funcionales y de <i>claims</i> saludables, orientando de esta manera la innovación a una realidad de mercado	Se ha correlacionado el contenido de micronutrientes (tanto inherentes como añadidos) con las especificaciones exigidas en la legislación vigente en cuanto a la concentración mínima y las condiciones que se han de cumplir para poder alegar un <i>claim</i> inmunitario.
Desarrollar y validar, al menos, un snack funcional saludable <i>meat-based</i> , con funcionalidad inmunitaria	Los prototipos obtenidos no han logrado pasar el corte organoléptico, suponiendo esto un reto a abordar años venideros, máxime tras el conocimiento adquirido tras la ejecución del presente proyecto.
Desarrollar y validar, al menos, dos snacks funcionales saludables <i>plant-based</i> , con funcionalidad inmunitaria	Se ha logrado desarrollar dos snacks <i>plant-based</i> con funcionalidad inmunitaria, organolépticamente satisfactorios y susceptibles de haber sido evaluados en términos de biodisponibilidad, así como certificar en 6 snacks posibles <i>health-claims</i> en materia inmunitaria.

4. RESULTADOS PREVISTOS NO CONSEGUIDOS

Indique y explique las causas.

Desarrollar y validar un snack *meat-based*, debido exclusivamente a la poca aceptación organoléptica en términos de satisfacción hedónica, pues no se logró que la textura fuera finalmente la adecuada, aunque sí cumplía con la concentración de Fe, en términos de % VRN, que legalmente permite indicar que posee funcionalidad inmunitaria.