

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Tamaño 18

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

Tamaño 16

Máster Universitario en Tecnología y Calidad Agroalimentaria

Tamaño 16



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Diseño y caracterización de un prototipo de
alimento funcional para pacientes con
depresión o ansiedad**

Tamaño 22

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Tamaño 18

Septiembre – 2022

Tamaño 14

AUTOR: Andrea De Vicente Panach

Tamaño 14

DIRECTORES: José Ángel Pérez Álvarez y José Antonio Piqueras Rodríguez

Tamaño 14



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2021/2022

Director/es del trabajo	
José Ángel Pérez Álvarez y José Antonio Piqueras Rodríguez	
JOSE ANGEL PEREZ ALVAREZ	Firmado digitalmente por JOSE ANGEL PEREZ ALVAREZ Fecha: 2022.09.09 09:21:22 +02'00'
JOSE ANTONIO PIQUERAS RODRIGUEZ	Firmado digitalmente por JOSE ANTONIO PIQUERAS RODRIGUEZ Fecha: 2022.09.09 11:54:51 +02'00'

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Diseño y caracterización de un prototipo de alimento funcional para pacientes con depresión o ansiedad
Alumno
Andrea De Vicente Panach

Orihuela, a 06 de Septiembre de 2022
Firma/s tutores trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Diseño y caracterización de un prototipo de alimento funcional para pacientes con depresión o ansiedad

Title: Design and characterisation of a functional food prototype for patients with depression or anxiety

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: Andrea De Vicente Panach

Director/es/Advisor: José Ángel Pérez Álvarez y José Antonio Piqueras Rodríguez

Convocatoria: Septiembre 2022

Month and year: September 2022

Número de referencias bibliográficas/number of references: 40

Número de tablas/Number of tables: 5

Número de figuras/Number of figures: 1

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): Depresión, ansiedad, desarrollo de nuevos productos, alimentos saludables, compuestos bioactivos

Key words (5 words): Depression, anxiety, new product development, healthy foods, bioactive compounds



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN (mínimo 10 líneas):

La industria de alimentos no debe ser ajena a las necesidades de todo tipo de consumidores. La pandemia del COVID-19 ha incrementado el número de consumidores que padecen trastornos psicológicos, fundamentalmente, depresión y ansiedad. Una de las funciones sociales de un biotecnólogo alimentario es la aplicación, a través del desarrollo e innovación de los alimentos, de su conocimiento para contribuir en la prevención de estas afecciones y con la paliación de los síntomas, contribuyendo, potencialmente, a la reducción del porcentaje de muertes por suicidio y aumentando la calidad de vida de las personas que la padecen. Los objetivos de este trabajo fueron diseñar prototipos de alimentos que contribuyan, a través de la alimentación, a mejorar potencialmente, al funcionamiento del sistema nervioso (haciendo hincapié en la depresión y la ansiedad), fundamentados, en evidencias científicas, en los efectos beneficiosos que determinados alimentos tienen sobre la salud psíquica. Además, caracterizar química, fisicoquímica y sensorialmente los prototipos desarrollados (F1 y F2). Para su caracterización química, se siguieron las directrices de la AOAC, además se analizaron el pH, la actividad de agua (A_w), el color (CIELAB). La inclusión en la formulación (F2) de aceite de oliva virgen extra (AOVE) no afectó de forma significativa ($p > 0.05$) a las coordenadas de color y magnitudes psicofísicas del espacio de color CIELAB, pH, A_w , cenizas, proteínas y fibra dietética. Los prototipos F1 y F2 no requieren refrigeración para su conservación y consumo al ser alimentos de humedad intermedia (< 0.900). Los prototipos F1 y F2 se pueden considerar como fuente de fibra, calcio, cobre, hierro y zinc además de tener un alto contenido de manganeso y magnesio. Ambos prototipos fueron muy bien aceptados desde el punto de vista sensorial.

ABSTRACT (10 lines or more):

The food industry shouldn't be oblivious to the needs of all types of consumers. The COVID-19 pandemic has increased psychological disorders, mainly depression and anxiety. One of the social functions of a food biotechnologist is the application, through food development and innovation, of his or her knowledge to contribute to the prevention of these conditions and the alleviation of symptoms, potentially contributing to the reduction of the percentage of deaths by suicide and increasing the quality of life of the people who suffer from them. The objectives of this work were to design food

prototypes that contribute, through food, to potentially improve the functioning of the nervous system (with emphasis on depression and anxiety), based on scientific evidence of the beneficial effects that certain foods have on mental health. In addition, the chemical, physicochemical and sensory characterisation of the prototypes developed (F1 and F2). For their chemical characterisation, the AOAC guidelines were followed, and the pH, water activity (A_w) and colour (CIELAB) were also analysed. The inclusion in the formulation (F2) of extra virgin olive oil (EVOO) did not significantly affect ($p > 0.05$) the colour coordinates and psychophysical magnitudes of the CIELAB colour space, pH, A_w , ash, protein and dietary fibre. Prototypes F1 and F2 do not require refrigeration for storage and consumption as they are intermediate moisture foods (< 0.900). Prototypes F1 and F2 can be considered as a source of fibre, calcium, copper, iron and zinc as well as being high in manganese and magnesium. Both prototypes were very well accepted from a sensory point of view.



Diseño y caracterización de un prototipo de alimento funcional para pacientes con depresión o ansiedad

¹De Vicente-Panach, A., ²Piqueras-Rodríguez, J.A., ¹Pérez-Álvarez, J.A.

¹ Grupo de Investigación IPOA, Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO), Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández, 03300, Orihuela, Alicante, España. E-mail: andrea.vicente04@goumh.umh.es

² Grupo de Investigación Análisis, Intervención y Terapia Aplicada con Niños y Adolescentes. Universidad Miguel Hernández de Elche, 03202, Elche, Alicante, España.

Resumen

La industria de alimentos no debe ser ajena a las necesidades de todo tipo de consumidores. La pandemia del COVID-19 ha incrementado el número de consumidores que padecen trastornos psicológicos, fundamentalmente, depresión y ansiedad. Una de las funciones sociales de un biotecnólogo alimentario es la aplicación, a través del desarrollo e innovación de los alimentos, de su conocimiento para contribuir en la prevención de estas afecciones y con la paliación de los síntomas, contribuyendo, potencialmente, a la reducción del porcentaje de muertes por suicidio y aumentando la calidad de vida de las personas que la padecen. Los objetivos de este trabajo fueron: (i) diseñar prototipos de alimentos que contribuyan, a través de la alimentación, a mejorar potencialmente, al funcionamiento del sistema nervioso (haciendo hincapié en la depresión y la ansiedad), fundamentados en evidencias científicas sobre los efectos beneficiosos que determinados alimentos tienen sobre la salud psíquica; (ii) caracterizar química, fisicoquímica y sensorialmente los prototipos desarrollados (F1 y F2). Para su caracterización química, se siguieron las directrices de la AOAC, además se analizaron el pH, la actividad de agua (A_w) y el color (CIELAB). La inclusión en la formulación F2 de aceite de oliva virgen extra (AOVE) no afectó de forma significativa ($p > 0,05$) a las coordenadas de color y magnitudes psicofísicas del espacio de color CIELAB, pH, A_w , cenizas, proteínas y fibra dietética. Los prototipos F1 y F2 no requieren refrigeración para su conservación y consumo al ser alimentos de humedad intermedia ($< 0,900$). Los prototipos F1 y F2 se pueden considerar como fuente de fibra, calcio, cobre, hierro y zinc además de tener un alto contenido de manganeso y magnesio. Ambos prototipos fueron muy bien aceptados desde el punto de vista sensorial.

Palabras clave: depresión, ansiedad, desarrollo de nuevos productos, alimentos saludables, compuestos bioactivos

Abstract

The food industry shouldn't be oblivious to the needs of all types of consumers. The COVID-19 pandemic has increased psychological disorders, mainly depression and anxiety. One of the social functions of a food biotechnologist is the application, through food development and innovation, of their knowledge to contribute to the prevention of these conditions and the alleviation of the symptoms, potentially contributing to the reduction of the percentage of deaths by suicide and increasing the quality of life of the people who suffer from them. The objectives of this work were: (i) to design food prototypes that contribute, through food, to potentially improve the functioning of the nervous system (with emphasis on depression and anxiety), based on scientific evidence on the beneficial effects that certain foods have on mental health; (ii) to characterise the developed prototypes (F1 and F2) chemically, physicochemically and sensorially. For their chemical characterisation, AOAC guidelines were followed, and pH, water activity (A_w) and colour (CIELAB) were also analysed. The inclusion of extra virgin olive oil (EVOO) in the F2 formulation did not significantly affect ($p > 0,05$) the colour coordinates and psychophysical magnitudes of the CIELAB colour space, pH, A_w , ash, protein and dietary fibre. Prototypes F1 and F2 do not require refrigeration for preservation and consumption as they are intermediate moisture foods ($< 0,900$). Prototypes F1 and F2 can be considered as a source of fibre, calcium, copper, iron and zinc as well as being high in manganese and magnesium. Both prototypes were very well accepted from a sensory point of view.

Keywords: depression, anxiety, new product development, healthy foods, bioactive compounds

Introducción

En general, la salud mental de la población se deteriora con el paso del tiempo. Esta situación se ha visto agravada con la pandemia del SARS-CoV-2 sobre todo en los grupos de la población más vulnerables y en situación precaria. Diversos estudios describen que la reclusión, la pérdida de la rutina habitual y la reducción del contacto social y físico con otras personas, conllevan efectos psicológicos negativos, incluidos cambios o pérdidas de los hábitos de salud, autocuidado y relaciones, a través de síntomas de estrés postraumático, síndromes confusionales, trastornos del humor, trastornos por ansiedad excesivos y trastornos de conducta (Buitrago et al., 2020, 2021a,b).

Se ha observado que la deficiencia del ácido fólico y la vitamina B₁₂ contribuyen a la depresión y el trastorno de ansiedad. (Sánchez et al., 2009). Asimismo, se ha demostrado que la suplementación de vitaminas B₆ y B₁₂, en los adultos mayores, protegen de los síntomas depresivos a lo largo del tiempo (Skarupski et al., 2010). Con respecto a la vitamina A, diversos estudios demuestran una mejora significativa en el grupo de tratamiento para la fatiga y la depresión. (Bitarafan et al., 2019; Carbajal et al., 2020). También se han realizado estudios en los que los resultados sugieren que la vitamina C puede actuar como neuromodulador o agente neuroprotector en el cerebro, además, de ser un agente adyuvante eficaz en el tratamiento del trastorno depresivo mayor en pacientes pediátricos (Amr et al., 2013; Grünewald, 1993).

Por otro lado, se ha descrito que la suplementación con ácidos grasos Omega-3 (AGO3) fue eficaz para reducir los síntomas depresivos, en los trastornos depresivos mayores y, en asociación con los medicamentos estándar, en el trastorno bipolar. También se afirma que la suplementación con AGO3 podría ser más eficaz en las primeras fases de la esquizofrenia y en el trastorno límite de la personalidad obteniendo, resultados favorables en algunos síntomas centrales como la impulsividad, autolesiones e ira (Bozzatello et al., 2019). La deficiencia de hierro sin anemia se asocia con altos puntajes de depresión entre mujeres jóvenes que toman anticonceptivos orales (Rodríguez y Solano, 2008). Una investigación puso de manifiesto que la ingesta dietética de magnesio se asocia inversamente con la depresión y la ansiedad (Anjom-Shoae et al., 2018). Los estudios clínicos han demostrado que los individuos alimentados con una dieta pobre en selenio describen más síntomas de depresión y hostilidad que los individuos alimentados con altas dosis de selenio (Lara, 2010). Por otra parte, la deficiencia de zinc causa inmunosupresión, lo cual también es una causa frecuente de depresión. Las manifestaciones clínicas de la deficiencia de zinc incluyen anomalías conductuales tales como depresión y disforia (Bodnar y Wisner, 2005; Gómez, 2008; Molnár y Nadler, 2001; Rodríguez y Solano, 2008; Ruiz et al., 2004; Sensi et al., 2011; Siwek et al., 2010). A su vez, se ha visto de qué forma afectan al sistema nervioso otros ingredientes como la cafeína que, en dosis moderada, favorece la disminución de los síntomas depresivos y de las deficiencias cognitivas, elevando el estado de ánimo y logrando un descenso del riesgo de suicidio (Bersellini y Sweeney, 2001; Bertasi et al., 2021; Durlach, 1998; Lara, 2010; Poleszak et al., 2016; Warburton,). Del mismo modo, un estudio realizado por Larroya, Navas y Orenes (2019) afirman que la microbiota intestinal tiene efectos significativos sobre la estructura y función del sistema nervioso central y entérico, incluido el comportamiento humano y la regulación del cerebro, por lo que se ha observado que los efectos de la composición de la dieta, el estado nutricional y las alteraciones de la microbiota tienen relación con diversos trastornos neuropsiquiátricos, como el autismo, la ansiedad, la depresión, la enfermedad de Alzheimer y la anorexia nerviosa (Cryan y Dinan, 2012).

Por último, el aminoácido ácido γ -aminobutírico (GABA) es el mensajero químico de tipo inhibitor, más abundante en el sistema nervioso central. El GABA, garantiza el equilibrio entre excitación e inhibición neuronal, un requisito fundamental en la función sensitiva, cognitiva y motora. Las alteraciones en la función gabérgica son causa del desarrollo de diversos trastornos neurológicos y psiquiátricos, como ansiedad, depresión o drogadicción. El desajuste o fallo en la transmisión gabérgica genera hiperexcitabilidad, lo que desencadena el fenómeno epileptogénico. Las evidencias indican que GABA por sí mismo, produce una acción excitadora en un sistema inmaduro y una acción inhibitora en un sistema maduro. Por lo tanto, se cree que, durante el desarrollo, GABA ejerce principalmente un papel trófico a través de las despolarizaciones y un incremento en la concentración del calcio

intracelular, ambas condiciones esenciales para el crecimiento y plasticidad neuronal (Cortés et al., 2011; Diana et al., 2014; Estrada, Ubaldo y Araujo, 2012; Pehrson y Sanchez, 2015).

Por todo ello, el objetivo de esta investigación fue diseñar, basándose en evidencias científicas, prototipos de alimentos que, potencialmente, contribuyan a un correcto funcionamiento del sistema nervioso, en particular para contribuir a paliar la depresión y ansiedad y que sean complementarios a las terapias psicológicas y/o tratamientos psiquiátricos, fundamentados en los efectos beneficiosos que determinados alimentos tienen sobre la salud psíquica y determinar experimentalmente la composición de estos prototipos y sus características físico-químicas, físicas y sensoriales.

Material y Métodos

Elaboración de las muestras

Para obtener las muestras de este estudio, se diseñaron dos formulaciones de snacks dulces cuya composición fue; **F1**: Harina de avena, bebida de soja, fresas, pomelo, dátil del Palmeral d'Elx-UMH, chocolate 72%, huevo, remolacha y levadura y **F2**: Harina de avena, bebida de soja, fresas, pomelo, dátil del Palmeral d'Elx-UMH, chocolate 72%, huevo, Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE), remolacha y levadura. Los ingredientes se mezclaron hasta formar una masa homogénea a la que se le añadieron las pepitas de chocolate 72% y se trataron las muestras térmicamente a 200 °C durante 18 minutos en horno.

Propiedades fisicoquímicas y físicas

El pH de las muestras tratadas térmicamente se determinó con un pHmetro Mod. pH 213, electrodo HI1131, (Hanna Instruments, Leighton Buzzard, Bedfordshire, Reino Unido). El color de las muestras se midió utilizando el sólido de color CIELAB (iluminante D₆₅ y observador 10°) utilizando un colorímetro Mod. CR-200, Cámara Minolta, Osaka, Japón. Se obtuvieron las coordenadas de color luminosidad (L*), coordenada rojo/verde (a*), coordenada amarillo/azul (b*), y las magnitudes psicofísicas croma (C*) y tono (h*). La actividad del agua (A_w) se midió en las muestras tratadas térmicamente utilizando un equipo (Novasina TH-500, Novasina, Pfaeffikon, Suiza) a 25 °C.

La textura se midió mediante un analizador de textura TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra). Se determinó la dureza como fuerza de fractura de las muestras con una sonda cilíndrica cuya fuerza de disparo era de 0,005 kg y una celda de carga de 50 kg. El análisis se realizó a diferentes velocidades (1 mm/s, 3,0 mm/s y 10 mm/s), con una distancia de 5 mm y 50 mm de separación entre los dos fondos de apoyo. La fuerza máxima se registró como dureza en el momento en que la muestra se partió en dos (Aleson, Fernández y Pérez, 2005).

Composición proximal

La composición química analizada en los prototipos de alimentos fue la humedad, las proteínas, las grasas y las cenizas. Estos análisis se determinaron utilizando el Método AOAC (AOAC, 2010) correspondiente a cada parámetro. La humedad se determinó según el método AOAC 950.46. El contenido de proteína se determinó estimando el contenido de nitrógeno usando el método Kjeldahl (método AOAC 920.152) Se empleó factor 6,25 para la conversión de nitrógeno en proteína bruta. El contenido de cenizas se determinó por incineración a 525°C (método AOAC 940.26) mientras que la grasa se determinó por el método Soxhlet (método AOAC 963.15).

La cantidad de fibra dietética total que contiene este alimento se determinó según el método AOAC 923.29 (AOAC, 2010). Se realizaron blancos como controles a los que se le aplicaba el tratamiento sin muestra. Se emplearon tres enzimas de digestión (α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa), se precipitaron y filtraron los residuos para, posteriormente, realizar análisis de proteínas y cenizas de modo que se determinase el porcentaje de fibra total siguiendo las fórmulas 1 y 2.

$$\%Fibra\ total = [\text{peso residuo} \times (100 - \%proteína - \%cenizas) - B] / \text{peso muestra} \quad (1)$$

Siendo,

$$B = \text{peso residuo control} \times [1 - ((\%proteína\ Control + \%cenizas\ Control) / 100)] \quad (2)$$

En todos los parámetros estudiados, los resultados se expresaron como %.

Perfil lipídico

La extracción de lípidos de las muestras se realizó según Folch, Less y Sloane (1957). La fase lipídica se metiló según el método 969.33 de la AOAC (2010). Los ácidos grasos metilados se determinaron siguiendo las condiciones cromatográficas definidas por Pellegrini et al. (2018). Los resultados se expresaron como g de ácido graso/100 g de grasa.

Composición de los minerales

Para conocer la composición de minerales que contienen las formulaciones F1 y F2, se digieren las muestras previamente liofilizadas en un liofilizador Christ Alpha 2-4 acoplado a Pfeiffer Vacuum Duo 5 y molida. Siguiendo el procedimiento de Labronici et al. (2016), se digieren 0,2 g de muestra en 6 mL de HNO₃ al 69% y 1 mL de H₂O₂ al 33% a una potencia máxima de 600W. Tras la digestión, se añade el digerido a un matraz aforado de 50 mL, se enrasa y se pasa el digerido a tubos Falcon. A continuación, se filtra el digerido empleando un filtro de nylon de 0,45 μm y se diluye, seguidamente a una dilución 1:5 para colocarlo en ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente).

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en un laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Miguel Hernández (Orihuela, España). El panel sensorial constó de 27 catadores. Se expusieron dos muestras, una de cada formulación para evaluar los atributos del prototipo del alimento empleando una escala hedónica de 9 niveles para valorar el aspecto general, el color, la aceptación general, la textura y el flavor global (1: disgusta extremadamente y 9: gusta extremadamente) y una escala hedónica de 5 niveles para evaluar la intensidad de color (1: demasiado claro y 5: demasiado oscuro), la dureza (1: demasiado blando y 5: demasiado duro) y el sabor dulce (1: imperceptible y 5: demasiado dulce).

Análisis estadístico

Todos los experimentos de esta investigación se llevaron a cabo por triplicado. Los datos se evaluaron mediante análisis de varianza unidireccional (ANOVA), empleando la prueba *post-hoc* de Tukey con un nivel de significación del 5 % ($p < 0,05$) utilizando el software SPSS (versión 24.0, SPSS Inc., Chicago, EE. UU.).

Resultados y Discusión

Propiedades físicas y fisicoquímicas

Los datos obtenidos en los análisis de pH, actividad de agua (A_w) y textura se muestran en la Tabla 1. Ambas formulaciones (F1: sin AOVE y F2: con AOVE) muestran valores similares de estos tres parámetros. No obstante, la presencia de AOVE disminuye el pH y la dureza del alimento sin ser significativas estas diferencias ($p > 0,05$). La A_w tampoco muestra diferencias significativas entre las dos formulaciones, siendo estos valores menores de 0,900, por lo que, para el almacenamiento de este producto, no se precisa refrigeración, ya que la mayoría de levaduras y bacterias crecen a valores de A_w comprendidos entre 0,880 y 0,900. Por lo que este alimento no se considera Alimento Potencialmente Peligroso (PHF, de sus siglas en inglés).

Tabla 1. Valores medios y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos pH, A_w y Dureza de los prototipos F1 (formulación sin aceite de oliva virgen extra-AOVE) y F2 (formulación con aceite de oliva virgen extra-AOVE).

Muestra	pH	A_w	Dureza (N)
F1	6,28 ± 0,07 ^a	0,857 ± 0,005 ^a	0,07 ± 0,01 ^a
F2	6,19 ± 0,04 ^a	0,860 ± 0,002 ^a	0,04 ± 0,01 ^a

^{a,b.} Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Del análisis colorimétrico, se exponen los resultados en la Tabla 2. Comparando ambas muestras, se puede observar que F1 presenta valores más altos de todos los parámetros de color medidos (L^* (luminosidad), a^* (coordenadas rojo/verde), b^* (coordenadas amarillo/azul), C^* (croma) y h^* (tono)) con respecto a F2. Sin embargo, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambas formulaciones, presentando ambas, valores elevados de los parámetros de color medidos.

Tabla 2. Valores medios y desviaciones estándar de las coordenadas de color CIELAB L^* (luminosidad), a^* (coordenada rojo/verde), b^* (coordenada amarillo/azul), magnitudes psicofísicas croma (C^*) y tono (h^*) de los prototipos de alimento F1 y F2 desarrollados y las diferencias significativas ($p < 0,05$).

Muestra	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
F1	36,60 ± 2,86 ^a	14,62 ± 2,72 ^a	10,69 ± 2,99 ^a	18,15 ± 3,87 ^a	35,62 ± 3,81 ^a
F2	35,51 ± 2,51 ^a	13,69 ± 2,05 ^a	9,26 ± 2,48 ^a	16,58 ± 2,91 ^a	33,74 ± 4,51 ^a

^{a,b.} Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Composición proximal

El estudio de las propiedades químicas y la composición proximal de estos prototipos de alimentos muestra los resultados correspondientes a la Tabla 3. El porcentaje de proteína, cenizas y humedad es mayor en F1 con respecto a F2, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) solamente en los porcentajes de cenizas y humedad. Por el contrario, F2 presenta un porcentaje casi del doble de grasa que F1 con diferencias significativas, debido, fundamentalmente, a la incorporación de AOVE. En ambas muestras, el porcentaje de proteína y humedad es superior al que contienen productos similares del mercado que, según las bases de datos, el porcentaje de proteínas de estos productos corresponden a valores de entre 6,20% y 6,76% y el porcentaje de humedad de 2,5% a 5,7%. Por otro lado, el porcentaje de grasa es menor en F1 y F2 que en productos similares del mercado que contienen entre un 20,82% y un 22,92% de grasa. (BEDCA y AESAN, 2007). En cuanto al porcentaje de cenizas, el valor que presentan los productos similares del mercado es de aproximadamente 2%, valor empleado para determinar la calidad del producto.

Respecto al contenido de fibra total de estos prototipos de alimentos, el análisis revela que los valores de ambas muestras no difieren significativamente ($p > 0,05$), como se puede contemplar en la Tabla 3. Esos datos son muy superiores al contenido de fibra que tienen los productos similares del mercado cuyos valores van desde 1,8% a 4,6%. Asimismo, se puede alegar que tanto F1 como F2 poseen un alto contenido en fibra siguiendo el Reglamento (CE) N°1924/2006 sobre las Declaraciones Nutricionales Autorizadas por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) (2006).

Tabla 3. Valores medios y desviaciones estándar de la composición proximal (proteínas, grasas, cenizas, humedad y fibra) de los prototipos F1 (formulación sin aceite de oliva virgen extra-AOVE) y F2 (formulación con aceite de oliva virgen extra-AOVE).

Muestra	% Proteína	% Grasa	% Cenizas	% Humedad	% Fibra Total
F1	9,80 ± 0,04 ^a	5,96 ± 0,18 ^a	2,08 ± 0,05 ^b	33,19 ± 0,11 ^b	13,44 ± 2,21 ^a

F2 9,78 ± 0,36^a 11,24 ± 0,31^b 1,75 ± 0,15^a 27,64 ± 0,08^a 15,70 ± 3,00^a

^{a,b}. Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Perfil lipídico

En la Tabla 4 aparece representado el perfil de ácidos grasos de cada formulación. El ácido que más abunda en ambos prototipos de alimentos es el ácido oleico *cis* (F1: 32,50% y F2: 51,82%), siendo significativamente superior en F2. El siguiente ácido más abundante en F1 es el ácido linoleico (20,77%), valor significativamente mayor en comparación con F2 (13,64%). En cuanto a F2, el segundo ácido graso más abundante es el ácido palmítico (15,84%), significativamente inferior al valor de este ácido en F1 (20,04%).

Tabla 4. Valores medios y desviación estándar del perfil de ácidos grasos de los prototipos F1 (formulación sin aceite de oliva virgen extra-AOVE) y F2 (formulación con aceite de oliva virgen extra-AOVE). Se representan las medias ± SD y los superíndices que muestran las diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ácidos Grasos		F1	F2
Ácido butírico	C4:0	4,43 ± 1,61 ^a	3,91 ± 2,75 ^a
Ácido mirístico	C14:0	0,17 ± 0,00 ^b	0,10 ± 0,00 ^a
Pentadecanoato de metilo	C15:0	0,03 ± 0,00 ^a	0,02 ± 0,01 ^a
<i>Cis</i> -10-pentadecanoato de metilo	C15:1	0,02 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,01 ^a
Ácido palmítico	C16:0	20,04 ± 0,33 ^b	15,84 ± 0,62 ^a
Ácido palmitoleico	C16:1	0,40 ± 0,00 ^b	0,61 ± 0,02 ^a
Ácido margárico	C17:0	0,15 ± 0,00 ^b	0,10 ± 0,00 ^a
<i>Cis</i> -10-pentadecanoato de metilo	C17:1	0,04 ± 0,00 ^a	0,07 ± 0,02 ^b
Ácido esteárico	C18:0	18,16 ± 0,50 ^b	10,67 ± 0,38 ^a
Ácido oleico <i>cis</i>	C18:1 <i>cis</i>	32,49 ± 0,63 ^a	51,82 ± 1,18 ^b
Ácido oleico <i>trans</i>	C18:1 <i>trans</i>	0,56 ± 0,02 ^a	0,87 ± 0,34 ^a
Ácido linoleico	C18:2 (n 6,9)	20,77 ± 0,45 ^b	13,64 ± 0,41 ^a
Ácido α -linolénico (ω -3)	C18:3 (n 3, 6, 9)	1,16 ± 0,03 ^b	0,91 ± 0,03 ^a
GLA α -linolénico (ω -6)	C 18:3 (n 6, 9, 12)	0,62 ± 0,02 ^b	0,49 ± 0,01 ^a
Ácido araquídico	C20:0	0,35 ± 0,01 ^b	0,28 ± 0,00 ^a
Ácido <i>cis</i> -8,11,14-eicosatrienoico metil ester	C20:3 (n 8, 11, 14)	0,15 ± 0,01 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
EPA	C20:5 (n 5, 8, 11, 14, 17)	0,08 ± 0,00 ^a	0,03 ± 0,04 ^a
Ácido behénico	C22:0	0,13 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,02 ^a
Ácido <i>cis</i> -13,16-docosadienoico metil ester	C22:2	0,22 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,06 ^a
Ácido lignocérico	C24:0	0,09 ± 0,01 ^a	0,07 ± 0,05 ^a
Ácido nervónico	C24:1	0,21 ± 0,03 ^a	0,23 ± 0,05 ^a

^{a,b}. Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Composición en minerales

Los resultados del ICP-MS se representan en la Tabla 5. Se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los datos de ambas formulaciones en las concentraciones de calcio (F1: 144,62 y F2: 130,84) y de manganeso (F1: 3,25 y F2: 2,86). En el resto de los minerales analizados no existen diferencias significativas ($p > 0,05$), siendo los valores de F1 superiores a F2 con lo que respecta a las concentraciones de cobre (F1: 0,65 y F2: 0,64), potasio (F1: 632,90 y F2: 618,76), sodio (F1: 477,06 y F2: 453,35) y zinc (F1: 3,25 y F2: 2,91). Por otro lado, F2 presenta valores más elevados de hierro (F1: 5,69 y F2: 6,48) y magnesio (F1: 147,94 y F2: 148,75).

Por tanto, siguiendo el Reglamento (CE) N°1924/2006 sobre las Declaraciones Nutricionales Autorizadas por la AESAN y la Directiva (90/496/CEE) del Consejo de 24 de septiembre de 1990 relativa al etiquetado y propiedades nutritivas de los productos alimenticios, se puede declarar que ambos prototipos, tanto F1 como F2, son fuente de calcio, cobre, hierro y zinc y que ambos poseen un alto contenido de manganeso y magnesio (AESAN, 2006; Comunidades Europeas, 1990).

Tabla 5. Valores medios y desviación estándar de los minerales de los prototipos F1 (formulación sin aceite de oliva virgen extra-AOVE) y F2 (formulación con aceite de oliva virgen extra-AOVE). Los resultados se expresan en mg de mineral/ 100 g de muestra.

Muestra	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
F1	144,62 ± 3,11 ^b	0,65 ± 0,05 ^a	5,69 ± 3,75 ^a	632,90 ± 1,40 ^a	147,94 ± 2,28 ^a	3,25 ± 0,08 ^b	477,06 ± 36,18 ^a	3,25 ± 0,17 ^a
F2	130,84 ± 3,37 ^a	0,64 ± 0,07 ^a	6,48 ± 2,92 ^a	618,76 ± 17,47 ^a	148,75 ± 6,31 ^a	2,86 ± 0,15 ^a	453,35 ± 18,61 ^a	2,91 ± 0,18 ^a

^{a,b} Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Análisis sensorial

En la Figura 1, se observan los resultados del análisis sensorial para los atributos valorados con una escala hedónica del 1 al 9. Se puede observar que F2 presenta valores mayores de todos los atributos representados en este diagrama de araña con respecto a F1. Por ello, se puede afirmar que F2 tiene mayor aceptación general de la población que participó en el estudio y es el prototipo de entre estas dos muestras que más se aproxima a los gustos del consumidor. A su vez, ambas formulaciones presentaron valores similares en cuanto a la intensidad del color y el sabor dulce, mostrando en la escala hedónica que va del 1 al 5, valores de aceptación de aproximadamente 3,6 y 2,6 para los atributos de intensidad de color y sabor dulce, respectivamente. Sin embargo, se percibe mayor dureza en F1 en comparación con F2, con valores de 2,8 y 2,2, respectivamente en la escala del 1 al 5.

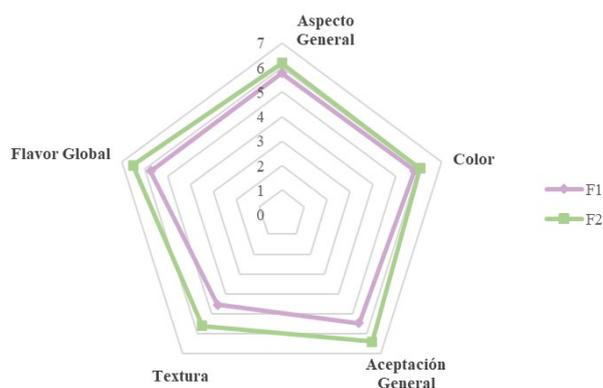


Figura 1. Representación gráfica de los atributos sensoriales Aspecto General, Color, Aceptación General, Textura y, Flavor Global.

Conclusiones

En este trabajo se han desarrollado prototipos de snacks saludables para personas con diversas intolerancias (gluten, lactosa) y estilos de vida (vegetarianismo), **que además son fuente de calcio, cobre, hierro y zinc con un alto contenido de fibra, magnesio y manganeso, aceptable por los consumidores**, que puede favorecer al correcto funcionamiento del sistema nervioso y la salud mental de los consumidores. Los prototipos desarrollados, pueden ser una opción saludable y complementaria a la terapia psicológica y a los tratamientos psiquiátricos que sigan los pacientes con depresión y/o ansiedad y a su vez, podría ser útil para la prevención de estas patologías desde edades tempranas, contribuyendo al bienestar de la población y en particular, a las personas que lo padecen.

Agradecimientos

Agradecimientos al Dr. Manuel Viuda Martos, a la Dra. Juana Fernández López, a Carmen María Botella Martínez, al Chef de En tu cocina o en la mía” Luis Martín Fernández Rodríguez y a la Cátedra Palmeral d’Elx-UMH.

Bibliografía

Agencia Española de seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), 2006. Reglamento (CE) n°1924 sobre las declaraciones Nutricionales Autorizadas. <https://www.boe.es/boe/2006/404/L00009-00025.pdf>

Aleson, L., Fernández, J., Pérez J.A., Kuri, V., 2005. Characteristics of beef Burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Sci. & Emerging Tech.* 6, 247-255 <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.01.002>

Amr M., El-Mogy A., Shams T., Vieira K., Lakhan S.E., 2013. Efficacy of vitamin C as an adjunct to fluoxetine therapy in pediatric major depressive disorder: A randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study. *Nutr J.* 12, 31. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-31>

Anjom-Shoae J., Sadeghi O., Hassanzadeh Keshteli A., Afshar H., Esmailzadeh A., Adibi P., 2018. The association between dietary intake of magnesium and psychiatric disorders among Iranian adults: A cross-sectional study. *Br J Nutr.* 120, 693–702. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001782>

AOAC. 2010. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed.; Association of Official Analytical Chemistry: Rockville, MD, USA

[dataset] BEDCA y Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2007. Base de Datos Española de Composición de Alimentos. <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>

Bertasi R.A.O., Humeda Y., Bertasi T.G.O., Zins Z., Kimsey J., Pujalte G., 2021. Caffeine Intake and Mental Health in College Students. *Cureus.* 5, 13. <https://doi:10.7759/cureus.14313>

Bitarafan S., Mohammadpour Z., Jafarirad S., Harirchian M.H., Yekaninejad M.S., Saboor-Yaraghi A.A., 2019. The effect of retinyl-palmitate on the level of pro and anti-inflammatory cytokines in multiple sclerosis patients: A randomized double blind clinical trial. *Clin Neurol Neurosurg.* 1, 101–105. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.01.003>

Bodnar L.M., Wisner K.L., 2005. Nutrition and depression: Implications for improving mental health among childbearing-aged women. *Biological Psychiatry.* Biol Psychiatry. 58, 679–685. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.05.009>

Bozzatello P, Rocca P, Mantelli E, Bellino S., 2019. Polyunsaturated fatty acids: What is their role in treatment of psychiatric disorders? *International Journal of Molecular Sciences.* MDPI AG. 20, 5257. <https://doi.org/10.3390/ijms20215257>

Buitrago, F., Ciurana, R., Fernández, M.C., Tizón, J.L., Grupo de Salud Mental del PAPPS, 2020. Salud mental en epidemias: una perspectiva desde la Atención Primaria de Salud española. *Atención Primaria*. 52, 93-113. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.09.004>

Buitrago, F., Ciurana, R., Fernández, M.C., Tizón, J.L., 2021. Pandemia de la COVID-19 y salud mental: Reflexiones iniciales desde la atención primaria de salud española. *Atención Primaria*. 53, 89-101. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.06.006>

Buitrago, F., Ciurana, R., Fernández, M.C., Tizón, J.L., 2021. Repercusiones de la pandemia de la COVID-19 en la salud mental de la población general. Reflexiones y propuestas. *Atención Primaria*. 53, 102143. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102143>

Carbajal Á., Sierra J.L., López L., Ruperto M., 2020. Nutrition Care Process: Elements for its implementation and use by Nutrition and Dietetics Professionals. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas. Vol. 24. <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.2.961>

Cepeda M.S., Katz E.G., Blacketer C., 2017. Microbiome-gut-brain axis: Probiotics and their association with depression. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 29, 39–44. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.15120410>

Comunidades Europeas, 1990. (90/496/CEE) Directiva del Consejo de 24 de septiembre relativa al etiquetado sobre las propiedades nutritivas de los productos alimenticios. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0496&from=ES>

Cortés, C., Galindo, F., Galicia, S., Flores, A., 2011. GABA: A functional duality? Transition during neurodevelopment. *Revista de Neurología*. 52, 665-675 PMID: 21563118.

Cryan J.F., Dinan T.G., 2012. Mind-altering microorganisms: The impact of the gut microbiota on brain and behaviour *Nature Reviews Neuroscience*. Nature Publishing Group. 13, 701–712. <https://doi.org/10.1038/nrn3346>

Diana M., Tres A., Quílez J., Llombart M., Rafecas M., 2014. Spanish cheese screening and selection of lactic acid bacteria with high gamma-aminobutyric acid production. *LWT - Food Sci Technol*. 1, 351–355. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.027>

Durlach P.J., 1998. The effects of a low dose of caffeine on cognitive performance. *Psychopharmacology (Berl)*. 140, 116–119. <https://doi.org/10.1007/s002130050746>

Estrada R., Ubaldo D., Araujo A.G., 2012. Flavonoids and the Central Nervous System. *Journal Mental Health*. 35, 375-384.

Folch, J.; Less, M.; Sloane, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*. 226, 497–509.

Gómez F., 2008. Brain foods: The effects of nutrients on brain function. *Nat Rev Neurosci*. 9, 568–578. <https://doi.org/10.1038/nrn2421>

Grünewald R.A., 1993. Ascorbic acid in the brain. *Brain Research Reviews*. *Brain Res Brain Res Rev*. 18, 123–133. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(93\)90010-W](https://doi.org/10.1016/0165-0173(93)90010-W)

Labronici, R., França, H., Santos, J., Borges, D.L.G., da Silva, G., Valdemiro, L., Fett, R., 2016. Mineral composition and bioaccessibility in *Sarcocornia ambigua* using ICP-MS. *J. of Food Composition and Analysis*. 47, 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.12.009>

Lara D.R., 2010. Caffeine, mental health, and psychiatric disorders. *Journal of Alzheimer's Disease*. IOS Press. 20, 239-248. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-1378>

Larroya A., Navas D., Orenes E., 2019. Impact of gut microbiota on neurological diseases: Diet composition and novel treatments. Vol. 59, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor and Francis Inc. 3102–3116. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1484340>

Molnár P., Nadler J.V., 2001. Lack of effect of mossy fiber-released zinc on granule cell GABA_A receptors in the pilocarpine model of epilepsy. *J Neurophysiol.* 85, 1932–1940. <https://doi.org/10.1152/jn.2001.85.5.1932>

Pehrson A.L., Sanchez C., 2015. Altered γ -aminobutyric acid neurotransmission in major depressive disorder: A critical review of the supporting evidence and the influence of serotonergic antidepressants. *Drug Design, Development and Therapy.* Dove Medical Press Ltd.; 2015. 9, 603–624. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S62912>

Pellegrini, M., Lucas, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández, J., Pérez, J.A., Viuda, M., 2018. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Ind. Crops Prod.* 111, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.006>

Poleszak E., Szopa A., Wyska E., Kukuła W., Serefko A., Wośko S., et al., 2016. Caffeine augments the antidepressant-like activity of mianserin and agomelatine in forced swim and tail suspension tests in mice. *Pharmacol Reports* 1, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.pharep.2015.06.138>

Rodríguez, A., Solano, M., 2008. Nutrición y Salud Mental: Revisión Bibliográfica. *Revista del Postgrado de Psiquiatría UNAH*, 1. https://www.ecotec.edu.ec/material/material_2018F_PSI200_01_103349.pdf

Ruiz A., Walker M.C., Fabian R., Kullmann D.M., 2004. Endogenous Zinc Inhibits GABA_A Receptors in a Hippocampal Pathway. *J Neurophysiol.* 91, 1091–1096. <https://doi.org/10.1152/jn.00755.2003>

Sánchez A., Doreste J., Schlatter J., Pla J., Bes M., Martínez M.A., 2009. Association between folate, vitamin B6 and vitamin B12 intake and depression in the SUN cohort study. *J Hum Nutr Diet.* 22, 122–133. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2008.00931.x>

Sensi S.L., Paoletti P., Koh J.Y., Aizenman E., Bush A.I., Hershfinkel M., 2011. The neurophysiology and pathology of brain zinc. *J Neurosci.* 9, 16076–16085. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3454-11.2011>

Siwek M., Dudek D., Schlegel M., Morawska A., Piekoszewski W., Opoka W., et al., 2010. Serum zinc level in depressed patients during zinc supplementation of imipramine treatment. *J Affect Disord.* 1, 447–452. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2010.04.024>

Skarupski K.A., Tangney C., Li H., Ouyang B., Evans D.A., Morris M.C., 2010. Longitudinal association of vitamin B-6, folate, and vitamin B-12 with depressive symptoms among older adults over time. *Am J Clin Nutr.* 92, 330–335. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29413>

Warburton D.M., Bersellini E., Sweeney E., 2001. An evaluation of a caffeinated taurine drink on mood, memory and information processing in healthy volunteers without caffeine abstinence. *Psychopharmacology (Berl)* 158, 322–328. <https://doi.org/10.1007/s002130100884>