



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## Aplicación de técnicas de neurociencia para el análisis de la percepción del consumidor de frutos secos

Rocio Lopez-Navarro<sup>a</sup>, Carmen Escriba-Perez<sup>a</sup>, Luis Montero-Vicente<sup>a</sup>  
& Juan Manuel Buitrago-Vera<sup>a</sup>

---

**RESUMEN:** El objetivo del trabajo es analizar las respuestas de los consumidores de manera consciente (escalas hedónicas y EsSense Profile®) e inconsciente (Electroencefalografía y Respuesta Galvánica de la piel) ante dos frutos secos, almendras fritas y nueces peladas, de dos cadenas de supermercados. Se encontraron diferencias significativas a nivel visual y sabor en las almendras fritas, mostrando mayor afinidad por la cadena A. Para las nueces peladas no se encontraron diferencias significativas, los consumidores las percibieron de manera similar. Este estudio demuestra el valor de la neurociencia del consumidor, como complemento a otras técnicas de análisis de las preferencias de consumidores.

---

### Application of neuroscience techniques for the analysis of nuts consumer perception

---

**ABSTRACT:** The aim of this study was to analyse the conscious (hedonic scales and EsSense Profile®) and unconscious (Electroencephalography and Galvanic Skin Response) consumer responses to two types of nuts, fried almonds and peeled nuts from two different supermarkets. Significant visual and taste differences were found for fried almonds, showing greater affinity for the A chain. For peeled nuts, no significant differences were found; consumers perceived them in a similar way. This study demonstrates the value of consumer neuroscience as a complement to other consumer preference analysis techniques.

---

**PALABRAS CLAVE / KEYWORDS:** Neurociencia del consumidor, electroencefalografía (EEG), respuesta galvánica de la piel (GSR), EsSense Profile®, preferencia del consumidor / Consumer neuroscience, electroencephalography (EEG), galvanic skin response (GSR), EsSense Profile®, consumer preference.

---

**Clasificación JEL/ JEL Classification:** Q13, M31.

---

**DOI:** <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.09>

---

---

<sup>a</sup> Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Universitat Politècnica de València. E-mail: [rolona2@upv.es](mailto:rolona2@upv.es); [carespe@upv.es](mailto:carespe@upv.es); [luimonvi@upv.es](mailto:luimonvi@upv.es); [jmbuitrago@upv.es](mailto:jmbuitrago@upv.es)

*Agradecimientos:* Artículo basado en una comunicación científica presentada en el XIV Congreso de Economía Agroalimentaria de la Asociación Española de Economía Agraria, celebrado en Zaragoza los días 6, 7 y 8 de septiembre de 2023.

*Citar como:* Lopez-Navarro, R., Escriba-Perez, C., Montero-Vicente, L. & Buitrago-Vera, J.M. (2025). “Aplicación de técnicas de neurociencia para el análisis de la percepción del consumidor de frutos secos”. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 25(1), 201-217. <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.09>

*Dirigir correspondencia a:* Rocio Lopez-Navarro.

Recibido en abril de 2024. Aceptado en octubre de 2024.

## 1. Introducción y objetivos

Las elecciones de alimentos por parte de los consumidores están influenciadas por un grupo complejo de emociones, actitudes o valores cuya medición es complicada. Algunos de los métodos que existen, como pueden ser los cuestionarios o entrevistas, miden generalmente las respuestas conscientes y racionales a cualquier estímulo apoyándose en distintas herramientas como el uso de escalas de respuesta, como las escalas hedónicas cuando el objetivo es evaluar las preferencias de los consumidores (Giacalone *et al.*, 2022). Pero estos métodos presentan limitaciones, ya que dependen de la capacidad y de la voluntad de las personas de informar con precisión de sus actitudes y/o motivaciones, lo que conlleva en muchos casos la aparición de sesgos, especialmente cuando las respuestas que se esperan recoger tienen una componente emocional alta (He *et al.*, 2021). Por ello, el uso de medidas inconscientes para evaluar la respuesta de consumidores está en aumento, ya que proporciona una visión más global de las reacciones de las personas. Los mecanismos fisiológicos que presentan los consumidores ante un estímulo pueden ser tan rápidos que ellos mismos no son conscientes, por lo que a través de diferentes técnicas de neurociencia es posible medir emociones y reacciones espontáneas de los consumidores y reflejarlos de forma más imparcial y significativa (Stasi *et al.*, 2018).

### 1.1. Neurociencia del consumidor

La neurociencia del consumidor es una disciplina que se encarga del estudio del comportamiento ante un estímulo utilizando técnicas biométricas (Cherubino *et al.*, 2019), como la respuesta galvánica de la piel (en adelante GSR), la electroencefalografía (en adelante EEG), el Eye-tracking o seguimiento ocular y la medida del ritmo cardíaco. Estas herramientas son capaces de ofrecer medidas psicofisiológicas sencillas, como es el caso de la GSR, que mide de manera simple cambios en la conductividad de la piel producidos por la excitación del sistema nervioso simpático y asociadas directamente con las variaciones en la electricidad que transmiten los nervios y la sudoración (Verastegui-Tena *et al.*, 2019). Un aumento de las señales de la conductancia eléctrica de la piel se asocia a una mayor excitación, generado por un estado de alerta en el cuerpo, por lo que se utiliza como indicativo de que el estímulo provoca en el consumidor una emoción. Al contrario, la disminución de este parámetro refleja una falta de excitación (Sharma *et al.*, 2016).

La EEG es una técnica no invasiva que mide los cambios eléctricos de la corteza cerebral proporcionando información sobre estados emocionales (De la Morena, 2016). Esta técnica se distingue por tener una alta resolución temporal en milisegundos (Huettel *et al.*, 2004), que mide con precisión la respuesta a estímulos cambiantes. La EEG mide la actividad cerebral del sujeto para posteriormente determinar la Asimetría Alfa Frontal (en adelante FAA) como marcador de afinidad o rechazo de los estímulos (Briesemeister *et al.*, 2013). La FAA mide los cambios en el ritmo cerebral Alfa (8-13 Hz) del lóbulo frontal y se basa, en que las

emociones relacionadas con el rechazo se detectan en el hemisferio derecho, y las emociones asociadas con la aceptación se detectan en el hemisferio izquierdo (Davidson *et al.*, 2000). Estos métodos inconscientes deben ir combinados con metodologías conscientes, como cuestionarios u otras técnicas de investigación comercial (Niedziela & Ambroze, 2021).

Por otro lado, para conocer las motivaciones o emociones que evocan los alimentos, existen métodos psicográficos que miden la respuesta emocional de los consumidores, entre los que destaca el EsSense Profile®, cuestionario elaborado por King & Meiselman (2010), que consta de 39 emociones clasificadas como positivas, negativas o neutras, donde el consumidor debe marcar con qué emociones se identifica una vez consume el alimento.

El EsSense Profile® fue diseñado específicamente para la evaluación emocional de alimentos, y en los últimos años, se ha aplicado en numerosos estudios para analizar la influencia del origen de la sidra de manzana y vino (Knowles *et al.*, 2022; Mora *et al.*, 2020), la intención de compra de zumos vegetales (Samant & Seo, 2020) y la influencia del entorno de consumo de distintos tipos de cerveza (Larrañaga-Ayastuy *et al.*, 2023).

## 1.2. Importancia de los frutos secos

Los frutos secos son alimentos que tienen una semilla comestible dentro de una cáscara dura, y destacan por su aporte nutricional de grasas y proteínas de alto valor. Estos se suelen consumir como “snack” y es una alternativa saludable a otros alimentos, como pueden ser las galletas, los pasteles o la bollería (Gimeno, 2002).

Los frutos secos tienen una gran importancia económica, ya que a nivel mundial en el periodo 2017-2022, presentaban un valor de producción por encima de los 500 millones de euros y con una tendencia positiva, donde destaca la almendra con más de 450 millones de euros. En términos de producción, la media mundial es de 12 millones de toneladas de frutos secos (periodo 2017-2022), siendo España el quinto productor mundial y el primero europeo (FAOSTAT, 2023). La Unión Europea es deficitaria en producción de estos alimentos y la demanda de este producto ha sido creciente en los últimos años importando más de un millón de toneladas en la campaña 2022/2023, donde España es el segundo suministrador de este alimento con una producción media de 421 mil toneladas al año, seguido de Estados Unidos (EUROSTAT, 2023).

Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023a), se ha producido un aumento del cultivo de frutos secos en España y un incremento de las exportaciones e importaciones en los últimos diez años, especialmente en el caso de la almendra que supone un 73 % de la producción total de frutos secos, lo que convierte a España en el segundo productor mundial de almendras. Las nueces

también se encuentran entre los cultivos de frutos secos de mayor producción en España con más de 15 mil toneladas producidas en la última campaña 2022/2023 (MAPA, 2023a).

Por otro lado, el consumo de frutos secos de los hogares españoles fue de 149 mil toneladas en 2022 y sufrió una caída del 9 % respecto al año anterior. En concreto, las nueces, el fruto seco de mayor consumo en los hogares españoles, que tuvieron una cuota en volumen de 17,8 % sobre el total del consumo de frutos secos y un consumo per cápita 0,58 kg en 2022, también sufrió una caída importante en su consumo. Mientras, las almendras, que representan un 7,6 % de cuota en volumen y tuvieron un consumo per cápita de 0,24 kg, también han sufrido un descenso de su consumo, aunque en menor proporción que la media de su categoría (MAPA, 2023b).

Por último, hay que destacar que la gran distribución juega un papel importante en acercar los frutos secos a los consumidores. Según datos del Panel de consumo alimentario del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAPA 2023b), el canal donde más se adquieren estos productos en 2022 fueron los supermercados y autoservicios, representando el 54,2 % del mercado de la distribución, seguido de las tiendas de descuento, con un 15 %, y los hipermercados, con un 10,9 %.

Por ello, debido a la importancia de la producción de almendras y nueces en España, la caída en su consumo citada anteriormente y que los principales canales de compra son los supermercados, es de interés realizar estudios de preferencia del consumidor de frutos secos que se puedan encontrar en cadenas de distribución alimentaria.

### *1.3. Objetivos del estudio*

El objetivo general del estudio es analizar las respuestas de los consumidores de manera consciente e inconsciente ante dos tipos de frutos secos, almendras fritas y nueces peladas de dos cadenas de distribución alimentaria. Planteándose los siguientes objetivos específicos:

- Examinar la respuesta inconsciente del consumidor con dos técnicas de neurociencia: EEG y GSR.
- Analizar la respuesta consciente del consumidor, tanto a nivel emocional como su aceptación.
- Distinguir si existen diferencias de percepción del consumidor tanto consciente como inconsciente entre dos marcas de dos cadenas de distribución alimentaria.

## 2. Metodología

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para la elaboración de este estudio, así como las técnicas de neurociencia empleadas, el procesado y los análisis estadísticos de los datos.

### 2.1. Técnicas de neurociencia empleadas (respuesta inconsciente)

Las técnicas utilizadas en este estudio fueron la EEG y la GSR, que proporcionan las respuestas inconscientes de los participantes. Las respuestas de ambas estaban controladas y se registraban gracias al programa informático iMotions, versión 9.3 (Copenhague, Dinamarca: iMotions A/S, 2022).

Las señales EEG fueron medidas mediante un dispositivo de electroencefalografía Enobio 8 (Neuroelectronics, Barcelona, España) el cual registraba las ondas cerebrales para su posterior procesado y cálculo de la FAA, que mide la afinidad o rechazo que tiene el consumidor por el estímulo (Allen *et al.*, 2004; Briesemeister *et al.*, 2013), y un dispositivo SHIMMER™ (SHIMMER Research Ltd., Dublín, Irlanda) que registraba la GSR, técnica que mide los cambios en la conductancia de la piel ( $\mu S$ ) producidos por la respuesta involuntaria del sistema nervioso autónomo ante un estímulo (Benedek & Kaernbach, 2010).

### 2.2. Cuestionario (respuesta consciente)

Las respuestas conscientes fueron tomadas mediante cuestionarios, donde se recogieron características sociodemográficas de los consumidores (edad y género) y las puntuaciones del aspecto y el sabor de cada una de las muestras, medida mediante una escala hedónica de 9 puntos (1 “No me gusta nada”, 9 “Me gusta muchísimo”). Además, se incluyó una pregunta previa tipo Check All That Apply (en adelante CATA) o marque todo lo que corresponda con el instrumento EsSense Profile® en su versión reducida EsSense25 (Nestrud *et al.*, 2016) y adaptada al español por Dorado *et al.* (2016). Dicho instrumento lo conforman 25 términos correspondientes con emociones positivas, negativas o neutras, tal y como se detalla en el apartado 2.4. *Procedimiento.* El objetivo de esta pregunta era ver el perfil emocional que tenían los consumidores con cada tipo de fruto seco, sin discriminar entre marcas.

### 2.3. Participantes

Después de recibir la autorización pertinente para realizar el estudio por parte del Comité de ética de la Universitat Politècnica de València, se contó con la participación de 51 personas (58 % mujeres, 18-64 años) que eran estudiantes y personal de la misma universidad. Todas ellas fueron contactadas por email y firmaron un consentimiento informado previo a la realización de la prueba. La

selección de los consumidores se realizó por muestreo de conveniencia, tal y como otros autores procedieron en estudios con técnicas de neurociencia y tamaños muestrales similares a las de este estudio (Brouwer *et al.*, 2017; Gonzalez Viejo *et al.*, 2019; Martinez-Levy *et al.*, 2021; Walsh *et al.*, 2017).

Además, los participantes debían cumplir una serie de requisitos: haber consumido frutos secos en el último mes, no tener alergias a este alimento o derivados y ser diestros, ya que la especialización hemisférica cortical necesaria para estudios de EEG es diferente para los individuos zurdos (Walsh *et al.*, 2017). Todas las repuestas se registraron de forma anónima y con el consentimiento del tratamiento de datos personales.

#### 2.4. Procedimiento

El estudio se llevó a cabo con dos marcas de distribuidor de almendras fritas repeladas y nueces peladas, en adelante marca A y marca B, de una gama similar y provenientes de dos cadenas de distribución alimentaria distintas. Ambas cadenas poseen supermercados de características parecidas y ostentan dos de las mayores cuotas de mercado en la Comunitat Valenciana. Para evitar que los participantes se vieran influenciados por la marca o el envase de los productos, ambos tipos de frutos secos se presentaron en recipientes redondos de 60 mL, identificados cada uno de ellos con un código de 3 dígitos.

La prueba se realizó en las instalaciones de la Universitat Politècnica de València, en una sala habilitada para ello, con la temperatura e iluminación adecuada y libre de olores y ruidos externos (AENOR, 2010). Dicho espacio se encontraba cerca de otra sala de preparación de las muestras, pero lo suficientemente apartada para evitar interferencias con los participantes del estudio.

Después de citar a los consumidores que cumplían los requisitos para una sesión individual de unos 45 min de duración, se le enviaba una hoja informativa con el procedimiento y los aparatos de neurociencia que se iban a utilizar. Así, una vez el participante llegaba a las instalaciones, tras una breve explicación del procedimiento y resolución de dudas, se le proporcionaba el consentimiento informado para su firma. A continuación, se acomodaba al participante en una silla frente a una pantalla que le mostraría instrucciones a seguir en todo momento. Después, se colocaban los dispositivos de EEG y GSR y se comprobaba que la señal de ambos fuera correcta para comenzar el estudio.

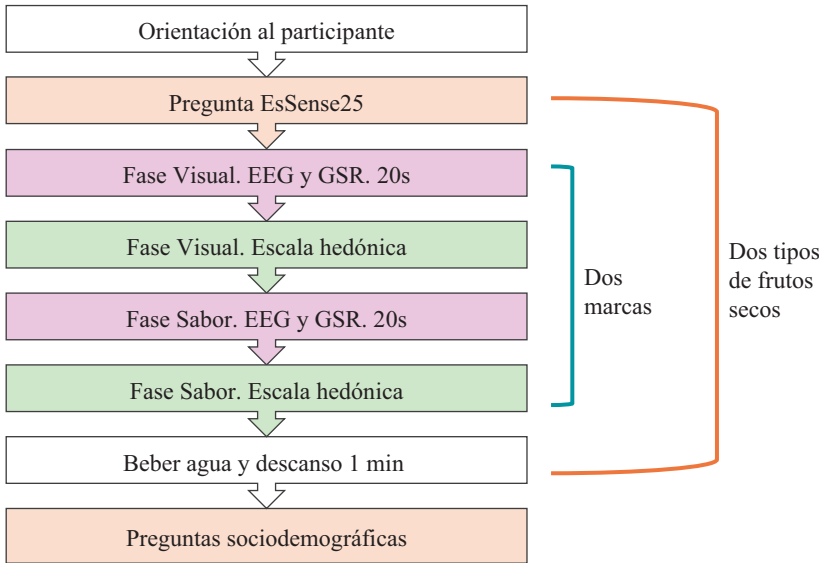
El estudio constaba de dos experimentos idénticos (Gráfico 1): uno para almendras fritas y otro para nueces peladas. Cada experimento constaba de 4 fases diferenciadas. La primera de ellas consistía en la realización de la primera pregunta del cuestionario, que correspondía con el EsSense25. Para ello, al participante se le presentaba una

única muestra por categoría de fruto seco que era una mezcla homogénea de las dos marcas a evaluar. Después de probar el fruto seco, los consumidores debían seleccionar con qué emociones se sentían más identificados, mediante una pregunta tipo CATA.

Las siguientes dos fases del experimento correspondían a estudiar la percepción de las dos marcas descritas anteriormente (A y B) con técnicas de neurociencia. En primer lugar, se comenzó con la “Fase Visual” que consistía en que los participantes observaban el aspecto externo de cada marca durante 20 segundos y a continuación procedían a valorarlas mediante la escala hedónica descrita en el apartado 2.2. La siguiente fase consistía en evaluar el sabor de las muestras (“Fase Sabor”), donde los participantes debían probarlas, masticando con normalidad y permanecer 20 segundos en reposo para que las medidas de electroencefalografía fueran correctas y no hubiera interferencias en la señal debido a la masticación. Al igual que en la “Fase Visual” el sabor de cada marca se valoró mediante escalas hedónicas. En ambas fases, las muestras se presentaron de manera monádica secuencial, aleatorizando el orden de presentación de marcas por participante (AENOR, 2017). Para finalizar, existía una última fase donde los participantes indicaban cuál era su género y edad.

GRÁFICO 1

Diagrama de desarrollo del estudio



Fuente: Elaboración propia.



## 2.5. Procesado de datos

Los datos extraídos del EEG se procesaron según los métodos descritos por Coan & Allen (2003). Primero se filtraron las frecuencias entre 0,5 y 100 Hz, utilizando un filtro de paso de banda Butterworth con retraso de fase cero, seguido de un filtro Notch de 50 Hz al ruido de la red eléctrica. A continuación, se eliminaron de la onda eléctrica todos los valores superiores a 120  $\mu\text{V}$ , ya que la señal EEG típica de un ser humano adulto se encuentra entre 10 y 100  $\mu\text{V}$ .

Una vez procesada la señal, se calculó la densidad espectral de potencia (PSD) utilizando la transformada rápida de Fourier (FFT) en las frecuencias de interés que correspondían al ritmo cerebral Alpha: entre 8-12 Hz. Finalmente, el cálculo de la FAA se realizó mediante la diferencia del logaritmo neperiano de la potencia alfa entre el hemisferio derecho e izquierdo (Briesemeister *et al.*, 2013). Cuanto mayor sean los valores de la FAA, el consumidor tendrá mayor afinidad por el estímulo que se le presenta (mayor activación del lóbulo frontal izquierdo), en cambio, cuanto más bajo sea este valor significará rechazo o menor afinidad por el estímulo (mayor activación del lóbulo frontal derecho).

Los indicadores de GSR se obtuvieron en base al Análisis de Descomposición Continua, que consiste en descomponer la señal de los datos de conductancia de la piel en señales continuas de actividad fásica (activación) y tónica (estado basal). Este método aprovecha la recuperación de las características de la señal de la actividad nerviosa sudomotora subyacente (Benedek & Kaernbach, 2010). Previamente a este análisis, la señal se preprocesó aplicando un filtro Butterworth de paso bajo (frecuencia de corte 5 Hz) para eliminar el ruido de la línea de alta tensión. Posteriormente el Análisis de Descomposición Continua consideró respuestas al estímulo a todas las señales con una amplitud por encima de 0,0005  $\mu\text{S}$  y una duración superior a 500 ms.

El indicador de GSR para cada estímulo fue el número de picos por minuto, que se describe como el número de picos detectados (señal fásica) que el consumidor tuvo durante este estímulo (Benedek & Kaernbach, 2010). A mayor número de picos registrados como respuesta a un estímulo determinado, indica una mayor intensidad emocional.

En cuanto al análisis estadístico de los datos biométricos y las puntuaciones hedónicas, se ha empleado la prueba de rangos con signos de Wilcoxon, debido a que estos no seguían una distribución normal. Esta prueba consiste en comparar dos muestras relacionadas, lo cual involucra el tamaño de la diferencia dentro de los pares (Wilcoxon, 1992).

Para el análisis de los datos obtenidos del cuestionario EsSense Profile® se obtuvieron las frecuencias con la que se marcaron cada una de las 25 emociones. Posteriormente se creó una clasificación con la frecuencia de cada emoción ordenada de mayor a menor, y se representó por un gráfico radial (Gráfico 2). Para su significación estadística se utilizó la prueba de McNemar ya que es la indicada para los datos tipo CATA, que son binarios entre 0 y 1, como es este caso. Esta prueba es un caso especial de la Prueba Q de Cochran en la que los datos están emparejados y completos. Se trata de una herramienta estadística útil para comparar la efectividad de dos tratamientos o intervenciones en una muestra pareada y determinar si hay una diferencia significativa entre ellos. Todas las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con el software XLSTAT Premium (Addinsoft, París, Francia).

### 3. Resultados

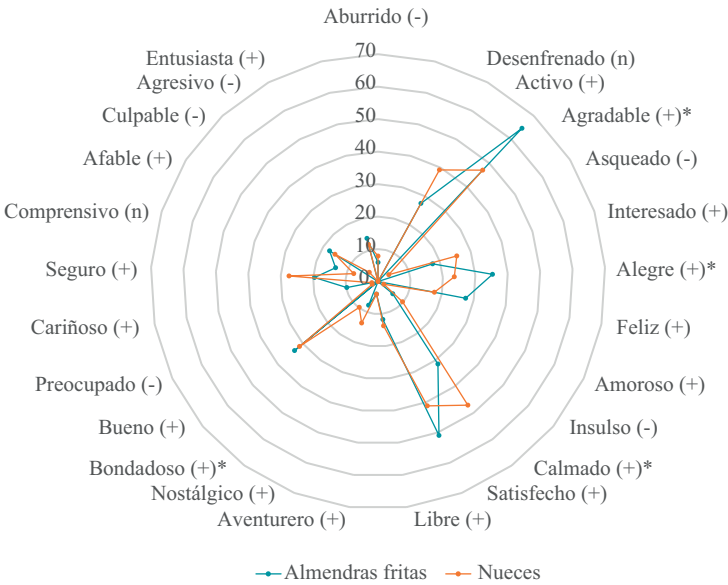
En este apartado se presentan los resultados obtenidos en este estudio. En primer lugar, se presenta el perfil emocional de ambos frutos secos obtenidos mediante el instrumento EsSense Profile®, seguido de la comparativa de las dos marcas de cada producto estudiadas a nivel consciente e inconsciente.

#### 3.1. EsSense Profile®

El Gráfico 2 muestra las emociones que los consumidores han registrado después de probar ambas categorías de productos, almendras fritas y nueces peladas, mediante el instrumento EsSense25. Cuatro de las veinticinco emociones registradas (“Agradable”, “Alegre”, “Calmado” y “Bondadoso”) fueron significativas ( $p < 0,05$ ) según la prueba de McNemar para ambos productos. Al ser estas emociones positivas se deduce que ambos frutos secos no han evocado emociones negativas ni indiferentes en los consumidores. Resultados similares se han obtenido en estudios anteriores donde se utilizó EsSense Profile con otros alimentos, como zumos (Samant & Seo, 2020), chocolate (Schouteten *et al.*, 2018) sidra y cerveza (Cardello *et al.*, 2016; Mora *et al.*, 2020) donde las emociones negativas no fueron significativas, lo que apoya la teoría de King *et al.* (2013) que afirman que, en líneas generales, la mayoría de las emociones que se relacionan con alimentos son positivas.

GRÁFICO 2

Resultados EsSense25 en almendras fritas y nueces peladas. En porcentaje



Nota: Las emociones seguidas de un asterisco (\*) son significativas ( $p < 0,05$ ).

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Almendras fritas

Las respuestas conscientes e inconscientes para evaluar la preferencia de los consumidores, en el caso de las almendras fritas se midieron tanto para la apariencia como para el sabor. Respecto al aspecto visual, el Cuadro 1 muestra los valores de FAA y de respuesta galvánica, calculados a partir de los datos recogidos por electroencefalografía y la medida de la conductancia de la piel (GSR), así como las puntuaciones hedónicas de 1 a 9 puntos que dieron los consumidores a cada muestra. Según los valores obtenidos, los consumidores muestran inconscientemente preferencia por las almendras de la marca A ( $p < 0,05$ ), ya que los valores de FAA son mayores y existen más respuestas por minuto de GSR, lo que indica que los consumidores sienten más afinidad y una emoción más intensa por esta marca.

## CUADRO 1

**Resultados de los indicadores del aspecto visual de las almendras fritas**

Indicador	Marca A	Marca B	p-valor
FAA	-0,227 (0,234)	-0,286 (0,285)	0,001
GSR (respuestas por minuto)	5,471 (4,374)	4,883 (3,979)	0,017
Puntuaciones hedónicas	7,320 (1,377)	6,960 (1,277)	0,223

Nota: media de las respuestas. Entre paréntesis: desviaciones estándar.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al sabor de las almendras fritas, el Cuadro 2 muestra que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los valores de FAA a favor de las almendras de la marca A. Al igual que en la respuesta al aspecto visual, los datos muestran que la actividad en el lóbulo frontal izquierdo ha sido mayor, lo que lleva a deducir, según la teoría de acercamiento-rechazo (Allen *et al.*, 2004; Davidson, 1992), que los consumidores han tenido mayor afinidad y cantidad de emociones positivas hacia la marca A. En cambio, no han aparecido diferencias significativas en el número de respuestas por minuto de la señal GSR entre las dos muestras, por tanto, la intensidad de respuesta frente a ambas marcas ha sido similar.

## CUADRO 2

**Resultados de los indicadores del sabor de las almendras fritas**

Indicador	Marca A	Marca B	p-valor
FAA	-0,187 (0,393)	-0,219 (0,311)	<0,0001
GSR (respuestas por minuto)	3,177 (3,670)	3,236 (3,883)	0,085
Puntuaciones hedónicas	7,340 (1,465)	7,180 (1,687)	0,641

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en las puntuaciones hedónicas de su aspecto visual ni en el sabor para ambas marcas (Cuadros 1 y 2).

3.3. Nueces peladas

Al igual que con las muestras de almendras fritas, las nueces peladas fueron evaluadas tanto por su aspecto visual como por su sabor para ambas marcas y se midieron los mismos parámetros: la FAA, el número de respuestas por minuto mediante GSR y las puntuaciones hedónicas que dieron los consumidores. Los Cuadros 3 y 4 muestran las respuestas de los consumidores al aspecto visual y al sabor, respectivamente. Esta vez no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ambas marcas, ni en las medidas psicofisiológicas (EEG y GSR), ni en las puntuaciones hedónicas.

CUADRO 3

Resultados de los indicadores del aspecto visual de las nueces peladas

Indicador	Marca A	Marca B	p-valor
FAA	-0,251 (0,252)	-0,187 (0,219)	0,174
GSR (respuestas por minuto)	4,401 (4,176)	5,135(5,223)	0,074
Puntuaciones hedónicas	7,511 (1,236)	7,244 (1,209)	0,213

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados llevan a deducir que los consumidores percibieron de manera similar las características de las nueces de ambas marcas, tanto a nivel emocional como conscientemente, al no haber diferencias significativas en ninguno de los parámetros obtenidos.

CUADRO 4

Resultados de los indicadores del sabor de las nueces peladas

Indicador	Empresa A	Empresa B	p-valor
FAA	-0,204 (0,252)	-0,208 (0,371)	0,538
GSR (respuestas por minuto)	3,401 (4,026)	3,735 (4,348)	0,548
Puntuaciones hedónicas	7,089 (1,490)	7,289 (1,687)	0,560

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Conclusiones

En el presente estudio se compararon dos marcas de frutos secos pertenecientes a dos cadenas de supermercados de gran importancia en la Comunitat Valenciana. Se evaluó la aceptación de los consumidores de dos tipos de frutos secos: almendras fritas y nueces peladas. Para ello, se emplearon novedosas técnicas para el análisis del comportamiento del consumidor como la EEG (a partir de la cual se determina la FAA) y la GSR, las cuales permitieron obtener datos inconscientes, inmediatos y no meditados sobre las preferencias de los consumidores participantes en el estudio.

De las dos tipologías de frutos secos estudiados, sólo las almendras fritas mostraron diferencias significativas entre las dos marcas. Únicamente en el análisis de la FAA, existía más afinidad por la marca A. Esta diferencia de resultados entre parámetros conscientes e inconscientes podría deberse a dos factores: el primero, a un sesgo por deseabilidad social, que consiste en que la respuesta del consumidor está condicionada para agradar a quien le hace la entrevista (Krumpal, 2011). Y el segundo, puede deberse a que las medidas relacionadas con parámetros psicofisiológicos, como el EEG y el GSR, para un reducido tamaño muestral ( $n = 51$ ), son capaces de discriminar pequeñas diferencias que no consiguen las medidas tradicionales (hedónicas). Este hecho pone en valor el uso de métodos alternativos como complemento a los tests de producto tradicionales.

En cambio, en el caso de las nueces peladas no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros medidos, tanto conscientes como inconscientes.

Por otro lado, los perfiles emocionales obtenidos con el instrumento EsSense Profile® han mostrado que los consumidores relacionan ambas categorías de productos con emociones positivas y con ninguna negativa o neutra, lo que puede ser de utilidad para campañas de comunicación sobre este tipo de productos.

Por todo ello, la neurociencia del consumidor podría ser de gran valor como complemento a otras técnicas en el estudio de los consumidores sobre las preferencias de productos alimentarios.

Sin embargo, este estudio muestra las siguientes limitaciones: el tamaño muestral es reducido ( $n = 51$ ) y el método de muestreo por conveniencia compromete la representatividad de la muestra. Por estas razones, sería interesante en nuevos estudios aumentar el tamaño muestral y seleccionar un método de muestreo que permita la aleatoriedad de la muestra, respectivamente.

De igual forma, sería de utilidad en futuras investigaciones trabajar con más tipos de frutos secos, ampliar a otras categorías de alimentos o incluir nuevas marcas de distribuidor e incluso marcas de fabricante.

## Referencias

- AENOR. (2010). *Análisis sensorial: Guía general para el diseño de salas de cata (UNE-EN ISO 8589)*. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- AENOR. (2017). *Análisis sensorial. Metodología. Guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en una zona controlada (UNE-EN-ISO 11136:2017)*. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Allen, J.J.B., Coan, J.A. & Nazarian, M. (2004). "Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion". *Biological Psychology*, 67(1-2), 183-218. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.007>
- Benedek, M. & Kaernbach, C. (2010). "A continuous measure of phasic electrodermal activity". *Journal of Neuroscience Methods*, 190(1), 80-91. <https://doi.org/10.1016/J.JNEUMETH.2010.04.028>
- Briesemeister, B.B., Tamm, S., Heine, A. & Jacobs, A.M. (2013). "Approach the good, withdraw from the bad—A review on Frontal Alpha Asymmetry Measures in Applied Psychological Research". *Psychology*, 4(3), 261-267. <https://doi.org/10.4236/PSYCH.2013.43A039>
- Brouwer, A.M., Hogervorst, M.A., Grootjen, M., van Erp, J.B.F. & Zandstra, E.H. (2017). "Neurophysiological responses during cooking food associated with different emotions". *Food Quality and Preference*, 62, 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.03.005>
- Cardello, A.V., Pineau, B., Paisley, A.G., Roigard, C.M., Chheang, S.L., Guo, L.F., Hedderley, D.I. & Jaeger, S.R. (2016). "Cognitive and emotional differentiators for beer: An exploratory study focusing on «uniqueness»". *Food Quality and Preference*, 54, 23-38. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2016.07.001>
- Cherubino, P., Martinez-Levy, A.C., Caratù, M., Cartocci, G., Di Flumeri, G., Modica, E., Rossi, D., Mancini, M. & Trettel, A. (2019). "Consumer behaviour through the eyes of neurophysiological measures: State-of-the-art and future trends". *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2019, 976847. <https://doi.org/10.1155/2019/1976847>
- Coan, J.A. & Allen, J.J.B. (2003). "Frontal EEG asymmetry and the behavioral activation and inhibition systems". *Psychophysiology*, 40(1), 106-114. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00011>

- Davidson, R.J. (1992). "Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion". *Brain and Cognition*, 20(1), 125-151. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(92\)90065-T](https://doi.org/10.1016/0278-2626(92)90065-T)
- Davidson, R.J., Jackson, D.C. & Kalin, N.H. (2000). "Emotion, plasticity, context, and regulation: Perspectives from affective neuroscience". *Psychological Bulletin*, 126(6), 890-909. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.6.890>
- De la Morena, A. (2016). *Neuromarketing y nuevas estrategias de la mercadotecnia: análisis de la eficiencia publicitaria en la diferenciación de género y la influencia del marketing sensorial y experiencial en la decisión de compra*. Obtenido de: Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/20951>
- Dorado, R., Pérez-Hugalde, C., Picard, A. & Chaya, C. (2016). "Influence of first position effect on emotional response". *Food Quality and Preference*, 49, 189-196. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2015.12.009>
- EUROSTAT. (2023). *International trade in goods*. Obtenido de: Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/international-trade-in-goods?etrans=es>
- FAOSTAT. (2023). *Producción. Cultivos y productos ganaderos*. Obtenido de: FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>
- Giacalone, D., Llobell, F. & Jaeger, S.R. (2022). "«Beyond liking» measures in food-related consumer research supplement hedonic responses and improve ability to predict consumption". *Food Quality and Preference*, 97, 104459. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2021.104459>
- Gimeno, E. (2002). "Frutos secos y salud". *Offarm*, 21(11), 90-96.
- Gonzalez Viejo, C., Fuentes, S., Howell, K., Torrico, D.D. & Dunshea, F.R. (2019). "Integration of non-invasive biometrics with sensory analysis techniques to assess acceptability of beer by consumers". *Physiology and Behavior*, 200, 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.051>
- He, L., Freudenreich, T., Yu, W., Pelowski, M. & Liu, T. (2021). "Methodological structure for future consumer neuroscience research". *Psychology & Marketing*, 38(8), 1161-1181. <https://doi.org/10.1002/MAR.21478>
- Huettel, S.A., McKeown, M.J., Song, A.W., Hart, S., Spencer, D.D., Allison, T. & McCarthy, G. (2004). "Linking hemodynamic and electrophysiological measures of brain activity: Evidence from functional MRI and intracranial field potentials". *Cerebral Cortex*, 14(2), 165-173. <https://doi.org/10.1093/CERCOR/BHG115>



- King, S.C. & Meiselman, H.L. (2010). "Development of a method to measure consumer emotions associated with foods". *Food Quality and Preference*, 21(2), 168-177. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2009.02.005>
- King, S.C., Meiselman, H.L. & Thomas Carr, B. (2013). "Measuring emotions associated with foods: Important elements of questionnaire and test design". *Food Quality and Preference*, 28(1), 8-16. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2012.08.007>
- Knowles, S., Falkeisen, A., Gorman, M., Barker, S., Moss, R. & McSweeney, M.B. (2022). "Effect of geographical origin on consumers' emotional response to alcoholic beverages: A study with wine and cider". *Journal of Sensory Studies*, 37(4), e12766. <https://doi.org/10.1111/JOSS.12766>
- Krumpal, I. (2011). "Determinants of social desirability bias in sensitive surveys: A literature review". *Quality & Quantity*, 47(4), 2025-2047.
- Larrañaga-Ayastuy, E., Mora, M., Romeo-Arroyo, E., Esteban, E. & Vázquez-Araújo, L. (2023). "Electrodermal response and its relationship with explicit response in controlled and real contexts: A case study with different beer styles". *Journal of Sensory Studies*, 38(1), e12799. <https://doi.org/10.1111/joss.12799>
- MAPA. (2023a). *Balance de campaña 2022/2023. Sectorial de Frutos de Cáscara*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/balance2022-23perspectivas2023-2417octubre2023\\_tcm30-661812.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/balance2022-23perspectivas2023-2417octubre2023_tcm30-661812.pdf)
- MAPA. (2023b). *Panel de consumo alimentario*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/series-anuales/default.aspx>
- Martinez-Levy, A.C., Moneta, E., Rossi, D., Trettel, A., Peparaio, M., Civitelli, E.S., Di Flumeri, G., Cherubino, P., Babiloni, F. & Sinesio, F. (2021). "Taste responses to chocolate pudding with different sucrose concentrations through physiological and explicit self-reported measures". *Foods*, 10(7), 1527. <https://doi.org/10.3390/FOODS10071527/S1>
- Mora, M., Elzo-Aizarna, J., Rozas-Fuertes, S., Velilla-Echeita, L. & Vázquez-Araújo, L. (2020). "Implicit reaction vs explicit emotional response: Protected designation of origin in apple cider". *Food Quality and Preference*, 79, 103773. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2019.103773>

- Nestrud, M.A., Meiselman, H.L., King, S.C., Leshner, L.L. & Cardello, A.V. (2016). "Development of EsSense25, a shorter version of the EsSense Profile®". *Food Quality and Preference*, 48, 107-117. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2015.08.005>
- Niedziela, M.M. & Ambroze, K. (2021). "The future of consumer neuroscience in food research". *Food Quality and Preference*, 92, 104124. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104124>
- Samant, S.S. & Seo, H.S. (2020). "Influences of sensory attribute intensity, emotional responses, and non-sensory factors on purchase intent toward mixed-vegetable juice products under informed tasting condition". *Food Research International*, 132, 109095. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109095>
- Schouteten, J.J., De Pelsmaecker, S., Juvinal, J., Lagast, S., Dewettinck, K. & Gellynck, X. (2018). "Influence of sensory attributes on consumers' emotions and hedonic liking of chocolate". *British Food Journal*, 120(7), 1489-1503. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2017-0436/FULL/PDF>
- Sharma, M., Kacker, S. & Sharma, M. (2016). "A brief introduction and review on galvanic skin response". *International Journal of Medical Research Professionals*, 2(5), 254-257. <https://doi.org/10.21276/ijmrp.2016.2.6.003>
- Stasi, A., Songa, G., Mauri, M., Ciceri, A., Diotallevi, F., Nardone, G. & Russo, V. (2018). "Neuromarketing empirical approaches and food choice: A systematic review". *Food Research International*, 108, 650-664. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.11.049>
- Verastegui-Tena, L., van Trijp, H. & Piqueras-Fiszman, B. (2019). "Heart rate, skin conductance, and explicit responses to juice samples with varying levels of expectation (dis)confirmation". *Food Quality and Preference*, 71, 320-331. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.011>
- Walsh, A.M., Duncan, S.E., Bell, M.A., O'Keefe, S.F. & Gallagher, D.L. (2017). "Integrating implicit and explicit emotional assessment of food quality and safety concerns". *Food Quality and Preference*, 56, 212-224. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.11.002>
- Wilcoxon, F. (1992). "Individual comparisons by ranking methods". En Kotz, S. & Johnson, N.L. (Eds.): *Breakthroughs in Statistics: Methodology and Distribution* (pp. 196-202). New York: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_16)