

## Informe final publicable de proyecto

# Respuesta sensorial y emocional de los consumidores frente a alimentos sostenibles y saludables elaborados a partir de co-productos de la industria alimentaria.

Código de proyecto ANII: FCE\_3\_2022\_1\_172741

Fecha de cierre de proyecto: 01/09/2025

**CURUTCHET, Ana** (Responsable Técnico - Científico)

**VARGHESE, Cinu** (Investigador)

**MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, Juan Andrés** (Investigador)

**MIGUEZ DE MORI, Matias Rafael** (Investigador)

**ARCIA CABRERA, Patricia Lourdes** (Investigador)

**BARG BELTRAME, Gabriel** (Investigador)

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL URUGUAY DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA (Institución Proponente) \\\

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY. FUNDACIÓN LATITUD \\\ UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL URUGUAY DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA

## Resumen del proyecto

El proyecto buscó darle valor a un subproducto abundante de la industria cervecera: el bagazo de cervecera (BSG). Este material, que normalmente se destina a la alimentación animal o al descarte, es rico en fibra y proteínas, lo que lo convierte en un potencial ingrediente para la elaboración de alimentos más saludables y sostenibles.

La investigación se enfocó en conocer cómo reaccionan los consumidores uruguayos frente a productos elaborados con BSG, considerando aspectos sensoriales (sabor, textura y apariencia), emocionales y su disposición de compra. Para ello se desarrollaron y evaluaron cuatro productos en dos versiones: pan, pasta, leche chocolatada y el postre tradicional “salchichón de chocolate”, con y sin incorporación de BSG.

Los productos fueron analizados a través de diferentes metodologías: cuestionarios de aceptabilidad y emociones explícitas, técnicas de seguimiento ocular, reconocimiento facial y registros fisiológicos como frecuencia cardíaca y conductancia de la piel. Además, se aplicó un cuestionario de elección para medir la disposición a pagar por los alimentos y el efecto de variables como la marca, el precio, el uso de logos de sostenibilidad y la información en las etiquetas.

Los resultados mostraron que la aceptación del BSG depende del tipo de producto. En pan y pasta, percibidos como alimentos más cotidianos, la incorporación de fibra fue bien valorada. En cambio, en productos de carácter más hedónico, como la leche chocolatada, las expectativas de sabor y textura tuvieron mayor peso. El análisis de emociones reveló que sentimientos como “satisfecho” e “interesado” se asociaron con mayor agrado, mientras que “aburrido” o “asqueado” se vincularon con rechazo. Las mediciones fisiológicas confirmaron una activación emocional más intensa durante la degustación que al observar el envase.

En conjunto, el proyecto demuestra que es posible transformar un residuo en un ingrediente funcional aceptado por los consumidores, siempre que se utilicen estrategias de comunicación adecuadas y formulaciones adaptadas a cada categoría de alimento.

**Ingeniería y Tecnología / Otras Ingenierías y Tecnologías / Alimentos y Bebidas / Desarrollo de productos y estudios con consumidores**

**Palabras clave:** neurociencias, sostenibilidad, desarrollo de productos / / /

### Antecedentes, problema de investigación, objetivos y justificación.

El bagazo de cervecera (BSG) es el principal subproducto sólido generado en la elaboración de cerveza, representando cerca del 85% de los residuos de este proceso (Nigam, 2017). Su composición incluye un alto porcentaje de fibra alimentaria, superior al 44% en base seca, y proteínas entre 19 y 30%, lo que justifica su utilización como ingrediente funcional para la alimentación humana (Lynch et al., 2016). No obstante, su destino habitual ha sido la alimentación animal o el descarte, prácticas que implican costos de gestión y un impacto ambiental negativo, ya que su descomposición puede liberar metano (MGAP, 2019). En paralelo, se constata un déficit generalizado en la ingesta de fibra en la población uruguaya y a nivel mundial, a pesar de la evidencia sobre sus beneficios para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad, las cardiovasculares y la diabetes (Slavin et al., 2005; Escudero Álvarez et al., 2006; Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular, 2020; Stephen et al., 2017). Estos antecedentes refuerzan la necesidad de explorar alternativas para aumentar el consumo de fibra mediante alimentos de uso cotidiano.

El problema de investigación de este proyecto fue comprender cómo responden los consumidores a alimentos elaborados con BSG y qué factores determinan su aceptación o rechazo. La percepción sensorial del producto no es el único aspecto relevante: influyen también emociones y expectativas que los consumidores asocian al producto, así como factores extrínsecos como el precio, la marca, el tipo de comunicación y la presencia de logos de sostenibilidad en las etiquetas (Shepherd et al., 1989; Ares et al., 2010; Cardello, 1994). En el caso de ingredientes provenientes de subproductos agroindustriales, estas variables cobran especial importancia porque el hecho de declarar su origen puede generar tanto asociaciones positivas de sostenibilidad como percepciones negativas vinculadas al concepto de “residuo” (Curutchet et al., 2022; Curutchet et al., 2023).

El objetivo general del proyecto fue comprender la respuesta emocional y la percepción sensorial de los consumidores frente a distintas categorías de alimentos elaborados con BSG. Los objetivos específicos fueron: (i) evaluar la aceptabilidad sensorial y la intención de compra de alimentos formulados con y sin BSG; (ii) identificar la influencia de la categoría de producto en la percepción de los consumidores; (iii) analizar la respuesta emocional mediante metodologías explícitas (cuestionarios, escalas de evaluación de emociones) e implícitas (eye-tracking, reconocimiento facial y registros fisiológicos como conductancia de la piel y frecuencia cardíaca); y (iv) estimar la disposición a pagar por estos alimentos bajo diferentes escenarios de precio, marca y comunicación de sostenibilidad.

La justificación del proyecto se fundamenta en que el aprovechamiento del BSG representa una oportunidad de valorización de un subproducto abundante, transformándolo en un ingrediente con impacto positivo en la salud y el ambiente. Desde una perspectiva nutricional, permite contribuir al aumento en la ingesta de fibra y proteínas; desde la ambiental, reduce la generación de residuos de la industria cervecera, alineándose con los principios de economía circular (Pabbathi et al., 2022). Sin embargo, para que esta valorización sea viable es indispensable que los consumidores acepten los alimentos formulados con BSG. En este sentido, estudiar las percepciones, emociones y actitudes hacia estos productos es esencial para orientar tanto la formulación como las estrategias de comunicación y posicionamiento en el mercado (Naibaho et al., 2024; Amoriello et al., 2020). De esta manera, el proyecto aporta evidencia científica aplicada para impulsar la innovación en la industria alimentaria y avanzar en la integración de sostenibilidad, nutrición y comportamiento del consumidor.

### Metodología/Diseño del estudio

#### Experimento de elección discreta

La disposición a pagar por los productos enriquecidos con BSG se evaluó mediante un experimento de elección discreta (Discrete Choice Experiment, DCE). El diseño incluyó atributos como categoría del producto, presencia de BSG, precio, marca y logos de sostenibilidad. Los escenarios se construyeron siguiendo un diseño fraccional ortogonal para asegurar equilibrio en la presentación de combinaciones y reducir la carga cognitiva de los participantes. Los datos se analizaron utilizando modelos logit multinomial y de clases latentes, lo que permitió identificar segmentos de consumidores con diferentes sensibilidades a precio, marca o sostenibilidad (Varghese et al., 2024).

#### Evaluación sensorial explícita

Los consumidores evaluaron la aceptabilidad de cada producto utilizando escalas hedónicas de 9 puntos, ampliamente utilizadas en estudios sensoriales. Para obtener la respuesta emocional explícita se utilizó el cuestionario EsSense25, que incluye 25 términos emocionales que los participantes calificaron en

escala de 5 puntos (Nestrud et al., 2016). El cuestionario fue aplicado en castellano y en condiciones controladas de laboratorio.

#### Respuesta emocional implícitas

Las respuestas fisiológicas se registraron con el sistema Shimmer3 GSR+ para medir conductancia de la piel y frecuencia cardíaca, siguiendo protocolos validados en psicofisiología del consumo (Vecchiato et al., 2014). A partir de estos parámetros se calculó el Índice Emocional (EI), que combina la información de activación y valencia en una única métrica. Los registros incluyeron dos fases: observación del envase y degustación del producto.

Además, se utilizó tecnología de eye-tracking para analizar fijaciones oculares en envases y etiquetas, prestando particular atención a logos de sostenibilidad y declaraciones de fibra. En paralelo, se empleó el software FaceReader para detección automática de microexpresiones faciales, lo que permitió complementar los datos fisiológicos con indicadores de emociones básicas (Bartkiene et al., 2019).

#### Análisis de datos

Los datos de aceptabilidad se analizaron mediante ANOVA de dos vías, considerando como factores la categoría de producto y la presencia de BSG. Para las emociones explícitas se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) y correlaciones de Pearson con las medidas de agrado. Las respuestas fisiológicas (SCR y HR) se normalizaron en z-scores respecto al período basal y se procesaron con ANOVA mixto. El Índice Emocional (EI) se interpretó de acuerdo con la literatura en neurociencia del consumidor (Vecchiato et al., 2014). Para los datos del DCE se estimaron utilidades parciales de los atributos con máxima verosimilitud, y los modelos de clases latentes permitieron segmentar la muestra en perfiles de consumidores.

### Resultados, análisis y discusión

El proyecto aporta una visión integral sobre la aceptación y las percepciones de los consumidores frente a la incorporación de bagazo cervecero (BSG) en distintos alimentos. Los experimentos de elección discreta (DCE) y los análisis de disposición a pagar (WTP) proporcionaron evidencia sistemática sobre cómo los consumidores valoran los alimentos enriquecidos con bagazo cervecero (BSG). En todas las categorías analizadas, la marca emergió como el factor de mayor influencia en la elección, superando a otras variables como el precio, la presencia de logos de sostenibilidad o la información nutricional asociada. Esto indica que la confianza en un fabricante o empresa específica sigue siendo el elemento decisivo para gran parte de los consumidores en los productos con BSG.

El precio mostró un efecto consistente: incrementos en el valor del producto redujeron de manera proporcional la probabilidad de elección de las versiones enriquecidas con BSG. Los consumidores penalizaron especialmente a las alternativas más caras cuando no había atributos extrínsecos compensatorios que justificaran el diferencial. Aun así, los resultados señalaron que existe una disposición a pagar positiva en ciertos segmentos cuando los productos se acompañan de información clara sobre el aporte de fibra y los beneficios ambientales del uso de un subproducto de la industria cervecera.

La inclusión de logos de sostenibilidad y de mensajes explícitos sobre el origen circular del ingrediente ejerció un efecto diferenciado según la categoría. En pan y pasta, estos elementos aumentaron de forma significativa la intención de compra, sugiriendo que los consumidores tienden a asociar los alimentos de consumo cotidiano con elecciones más saludables y sostenibles. En cambio, en productos indulgentes, como la leche chocolatada y el salchichón de chocolate, el impacto de estos logos fue más limitado, probablemente porque las expectativas de sabor y placer son prioritarias en la decisión de compra.

Se encontraron perfiles diferenciados de consumidores. Un primer grupo se mostró altamente sensible al precio y tendió a elegir las versiones más económicas, sin dar mayor relevancia a la información sobre sostenibilidad o contenido de fibra. Un segundo grupo priorizó la marca y seleccionó sistemáticamente las versiones ofrecidas por empresas reconocidas, independientemente de los atributos adicionales. Un tercer segmento, de menor tamaño, se caracterizó por una mayor valoración de la información ambiental y nutricional, y mostró mayor disposición a pagar por versiones con logos de sostenibilidad y mensajes sobre el aporte de fibra.

En conjunto, los resultados de WTP muestran que la introducción del BSG en alimentos requiere considerar estrategias comerciales adaptadas a los distintos perfiles. En segmentos sensibles al precio, la reducción de costos o la comunicación del valor agregado económico puede resultar crucial, mientras que en segmentos orientados a la sostenibilidad, la clave pasa por resaltar los beneficios ambientales y de salud.

Los estudios con consumidores comparativos entre productos control y versiones con BSG permitieron identificar cómo la categoría condiciona la respuesta del consumidor. En alimentos de consumo cotidiano, como pan y pasta, la aceptación global no se vio afectada por la inclusión del BSG. Los participantes valoraron de manera positiva la incorporación de fibra y no reportaron diferencias significativas en sabor, textura o apariencia respecto a los productos convencionales. Esto sugiere que, en categorías donde la funcionalidad nutricional es un atributo esperado, el BSG puede integrarse sin comprometer la aceptabilidad.

En contraste, los productos de carácter hedónico mostraron respuestas más variables. En el caso de la leche chocolatada, la presencia del BSG fue percibida en la textura y el sabor, lo que derivó en valoraciones más bajas de aceptabilidad global. En el salchichón de chocolate, producto fuertemente asociado al placer y al consumo ocasional, la incorporación del BSG generó una disminución de la preferencia en algunos consumidores, aunque otros valoraron de manera positiva el hecho de que se tratara de una versión enriquecida con fibra. La heterogeneidad de respuestas en estas categorías sugiere que la percepción sensorial en productos indulgentes es más sensible a la introducción de ingredientes alternativos como el BSG.

El análisis detallado de atributos específicos evidenció que, en pan y pasta, la textura fue el aspecto más estable frente a la incorporación del subproducto, mientras que en la leche chocolatada y el salchichón de chocolate las diferencias de sabor tuvieron mayor peso. Estos resultados confirman que la aceptabilidad del BSG depende no solo de la categoría del producto, sino también de la función que este cumple en la dieta de los consumidores: cotidiana o hedónica.

Los estudios complementarios sobre emociones y respuestas implícitas aportaron información adicional para interpretar los resultados de aceptabilidad. En las evaluaciones explícitas con la escala EsSense25, se observó que las emociones "satisfecho" e "interesado" se asociaron con mayores niveles de agrado hacia los productos con BSG, en especial en pan y pasta. En cambio, las emociones "aburrido" y "asqueado" se vincularon con una menor preferencia, predominando en las categorías indulgentes cuando el impacto del BSG en el sabor o la textura era más evidente.

Los registros de reconocimiento facial mostraron patrones consistentes con estos hallazgos. En pan y pasta se identificaron microexpresiones positivas durante la degustación, mientras que en la leche chocolatada y el salchichón de chocolate aparecieron expresiones más heterogéneas, reflejando la diversidad de reacciones entre los consumidores.

El uso de eye-tracking evidenció que los consumidores dirigieron su atención de manera recurrente hacia los logos de sostenibilidad y las menciones de fibra en las etiquetas. Este patrón fue más marcado en los productos de consumo cotidiano, donde la información nutricional parece tener un rol más importante en la decisión de compra.

Los registros fisiológicos confirmaron una activación emocional más intensa durante la degustación que durante la observación de envases. Esto resalta la relevancia de la experiencia directa del consumo frente a los estímulos extrínsecos en la formación de la respuesta afectiva. El índice emocional derivado de estas mediciones fue consistentemente positivo en pan y pasta, lo que respalda la aceptación general de estas versiones con BSG, mientras que en la leche chocolatada y el salchichón de chocolate los valores fueron más dispersos, reflejando la variabilidad en la percepción sensorial y emocional. Estos resultados aportan evidencia relevante para orientar estrategias de formulación y comunicación en el desarrollo de productos con BSG. La segmentación de consumidores y la adaptación de los mensajes a cada categoría de alimento aparecen como elementos clave para mejorar la aceptación de este ingrediente funcional derivado de un subproducto de la industria cervecera.

#### **Conclusiones y recomendaciones**

Los estudios desarrollados permiten concluir que el bagazo cervecero (BSG) puede ser incorporado como ingrediente en diferentes matrices alimentarias, aunque su aceptación depende de la categoría del producto y de los factores que median la decisión de compra. En alimentos de consumo cotidiano como pan y pasta, el agregado de BSG no compromete la aceptabilidad y contribuye a posicionar el producto en términos de aporte nutricional y sostenibilidad. En productos de carácter hedónico, la percepción sensorial y las expectativas de sabor condicionan de forma más marcada la respuesta del consumidor, lo que evidencia la necesidad de formular con especial cuidado este tipo de desarrollos.

Los análisis de disposición a pagar muestran que la marca y el precio continúan siendo los atributos más influyentes, aunque la comunicación de beneficios ambientales y nutricionales puede mejorar la intención de compra en segmentos específicos. Las evaluaciones emocionales y fisiológicas confirman que la experiencia directa de consumo es determinante en la formación de la preferencia, reforzando la importancia de pruebas sensoriales en etapas tempranas de desarrollo.

A partir de estos hallazgos se recomienda: (i) orientar el uso de BSG prioritariamente a productos de consumo cotidiano, donde la aceptación es más estable; (ii) implementar estrategias de comunicación que resalten tanto el valor nutricional (fibra, proteína) como el carácter sostenible del ingrediente; (iii) considerar la segmentación de consumidores en función de su sensibilidad a la marca, al precio y a los mensajes de sostenibilidad; y (iv) profundizar la investigación en formulaciones que minimicen el impacto sensorial del BSG en productos indulgentes. Estas recomendaciones contribuyen a transformar un subproducto abundante de la industria cervecera en un ingrediente funcional con potencial de inserción en el mercado, generando valor agregado económico, ambiental y social.

**Productos derivados del proyecto**

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
Artículo científico	Consumer Willingness to Pay for Food Products Enriched with Brewers? Spent Grain: A Discrete Choice Experiment	CINU VARGHESE , PATRICIA ARCIA , ANA CURUTCHET		<a href="https://hdl.handle.net/10895/4775">https://hdl.handle.net/10895/4775</a>	Finalizado
Tesis de grado/monografías	RESPUESTA SENSORIAL Y EMOCIONAL DE LOS CONSUMIDORES FRENTE A ALIMENTOS ELABORADOS CON BAGAZO DE CERVECERÍA (BSG)	Victoria Dufort, Miranda Mccall, Malena Piñeyrua, Eugenia Ramos		<a href="https://hdl.handle.net/10895/4773">https://hdl.handle.net/10895/4773</a>	Finalizado
Póster	EFFECTO DEL PRECIO EN LA RESPUESTA DEL CONSUMIDOR FRENTE A ALIMENTOS ELABORADOS CON BAGAZO DE CERVECERÍA	Arcia, P., Varghese, C., Curutchet, A		<a href="https://hdl.handle.net/10895/4774">https://hdl.handle.net/10895/4774</a>	Finalizado
Póster	RESPUESTA EMOCIONAL DE LOS CONSUMIDORES FRENTE A ALIMENTOS SOSTENIBLES Y SALUDABLES ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA CERVECERA	A. Curutchet, F. Martinez, M. Serantes, M. Miguez, J. Menendez, P. Arcia		<a href="https://hdl.handle.net/10895/4776">https://hdl.handle.net/10895/4776</a>	Finalizado
Póster	Beyond Liking: Emotional and Psychophysiological Responses to Sustainable Products	Maite Serantes Laforgue2, Patricia Arcia1,2, Matías Miguez1, Juan Menedez3, Ana Curutchet1,2		<a href="https://silo.uy/vufind/Record/LATU_993d333379af505d46d49a524e38de1b?sid=71512">https://silo.uy/vufind/Record/LATU_993d333379af505d46d49a524e38de1b?sid=71512</a>	En proceso

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
Artículo científico	Understanding consumer liking for sustainable products: insights from EsSense25 and the Emotional Index	Maite Serantes, Patricia Arcia, Matias Miguez, Juan Andres Menendez, Ana Curutchet		<a href="https://hdl.handle.net/10895/4777">https://hdl.handle.net/10895/4777</a>	En proceso

Referencias bibliográficas

- Ares, G., Giménez, A., & Deliza, R. (2010). Influence of three non-sensory factors on consumer choice of functional yogurts over regular ones. *Food Quality and Preference*, 21, 361–367.
- Bartkiene, E., Bartkevics, V., Krungleviciute, V., Zadeike, D., Juodeikiene, G., & Vidmantiene, D. (2019). Improvement of the emotional state of elderly consumers using high-fibre wheat bread. *Nutrients*, 11(12), 3021
- Cardello, A. V. (1994). Consumer expectations and their role in food acceptance. En H. J. H. MacFie & D. M. H. Thomson (Eds.), *Measurement of Food Preferences* (pp. 253–297). Blackie Academic & Professional.
- Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular. (2020). Informe de factores de riesgo cardiovascular en Uruguay. Montevideo, Uruguay.
- Curutchet, A., Arcia, P., Prisco, F., & Tárrega, A. (2023). Brewer’s Spent Grain Used in Fiber-Enriched Burgers—Influence of Sustainability Information on Consumer Responses. *Sustainability*, 15(5), 3873.
- Curutchet, A., Serantes, M., Pontet, C., Prisco, F., Arcia, P., Barg, G., Miguez, M., Menéndez, J. A., & Tárrega, A. (2022). Effect of Information on Consumers’ Response to Different Food Categories Enriched With Brewer’s Spent Grain. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 899878.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética y sus beneficios en la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 61–72.
- Lynch, K. M., Steffen, E. J., & Arendt, E. K. (2016). Brewers’ spent grain: A review with an emphasis on food and health. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(4), 553–568.
- MGAP. (2019). Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo.
- Naibaho, J., Korzeniowska, M., Sitanggang, A. B., Lu, Y., & Julianti, E. (2024). Brewers’ spent grain as a food ingredient: Techno-processing properties, nutrition, acceptability, and market. *Trends in Food Science & Technology*, 152, 104685.
- 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, 107–119.
- Nigam, P. S. (2017). An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. *Waste Management*, 62, 255–261.
- Pabbathi, N. P. P., Velidandi, A., Pogula, S., Gandam, P. K., Baadhe, R. R., Sharma, M., Sirohi, R., Thakur, V. K., & Gupta, V. K. (2022). Brewer’s spent grains-based biorefineries: A critical review. *Fuel*, 317, 123435.
- Slavin, J. L., Jacobs, D., Marquart, L., & Wiemer, K. (2005). The role of whole grains in disease prevention. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(7), 780–785.
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., van Lieshout, L., Mejbourn, H., & Burley, V. J. (2017). Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*, 30(2), 149–190.
- Varghese, C., Arcia, P., & Curutchet, A. (2024). Consumer willingness to pay for food products enriched with brewers’ spent grain: A discrete choice experiment. *Foods*, 13(22), 3590.
- Vecchiato, G., Astolfi, L., De Vico Fallani, F., Toppi, J., Aloise, F., Bez, F., Cincotti, F., Mattia, D., & Babiloni, F. (2014). On the use of EEG or MEG brain imaging tools in neuromarketing research. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2014, 1–12.

Licenciamiento

Reconocimiento 4.0 Internacional. (CC BY)

