

Avances sobre el desarrollo de una premezcla para bizcochuelo húmedo a partir del Bagazo Cervecerero

Advances in the development of a moist sponge cake premix made from beer bagasse

ARTÍCULO

Emilse Padin

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: epadin@unq.edu.ar

Denis Sánchez

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: agustinadenise1999@gmail.com

Augusto Mucci

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: augustomucci@gmail.com

Carolina Rivas

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: rivascarolina.unq@gmail.com

Gabriela Cáceres

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: caceresedith@gmail.com

Hernán Vicente

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: vicente.hernan.agustin@gmail.com

Anabella Burgio

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: sullianabella@gmail.com

Anahí Cuellas

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Contacto: acuellas@unq.edu.ar

Recibido: abril de 2025

Aceptado: abril de 2025

Resumen

El sector de la cerveza artesanal ha experimentado un crecimiento significativo en Argentina, lo que ha generado grandes volúmenes de subproductos como el bagazo cervecero (BC). En este contexto, la economía circular surge como una estrategia clave para reducir el impacto ambiental mediante la reutilización, regeneración y reciclaje de estos residuos, promoviendo su reincorporación en la industria alimentaria.

Además de mitigar la generación de desechos, este enfoque ofrece oportunidades para fortalecer la resiliencia económica local, diversificar fuentes de ingresos y mejorar la competitividad, especialmente en economías emergentes y en establecimientos de pequeña y mediana escala.

Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos como la falta de infraestructura, la necesidad de capacitación técnica y las limitaciones en el acceso al financiamiento.

En este estudio, se desarrolló una premezcla para bizcochuelo húmedo con bagazo cervecero como ingrediente principal. Se evaluó su impacto en las propiedades del producto y la aceptación por los posibles consumidores mediante un análisis del nivel de agrado. Los resultados indicaron que la sustitución total de la harina de trigo por harina de bagazo de cerveza, como ingrediente en la formulación de premezclas, fue satisfactorio para los parámetros medidos la pérdida de peso, el colapso, la circularidad y la humedad. El grado de aceptabilidad resultó ser positivo para el bizcochuelo preparado con dicha premezcla.

Las conclusiones indicaron que el bagazo cervecero representó una alternativa viable y sustentable para la producción de premezclas de repostería y contribuyó a un modelo de producción más responsable y alineado con los principios de la economía circular.

Palabras clave: bagazo cervecero; premezclas; bizcochuelos.

Abstract

The craft beer sector has experienced significant growth in Argentina, leading to the generation of large volumes of by-products such as beer bagasse (BC). In this context, the circular economy emerges as a key strategy to reduce environmental impact through the reuse, regeneration, and recycling of these residues, promoting their reintegration into the food industry.

In addition to mitigating waste generation, this approach offers opportunities to strengthen local economic resilience, diversify income sources, and enhance competitiveness—particularly in emerging economies and small to medium-scale enterprises. However, its implementation faces challenges such as a lack of infrastructure, the need for technical training, and limitations in access to financing.

In this study, a moist sponge cake premix was developed using brewer's spent grain as the main ingredient. Its impact on product properties and consumer acceptance was evaluated through a hedonic analysis. The results indicated that the complete replacement of wheat flour with BSG flour in the premix formulation was satisfactory in terms of weight loss, collapse, circularity, and moisture parameters. The acceptability level was found to be positive for the sponge cake prepared with the developed premix.

The conclusions indicated that beer bagasse represents a viable and sustainable alternative for the production of baking premixes and contributes to a more responsible production model aligned with the principles of the circular economy.

Keywords: beer bagasse; premixes; sponge cakes.

Introducción

En Argentina, el sector de la cerveza artesanal ha experimentado un crecimiento constante, alineado a una tendencia de aumento exponencial a nivel internacional (Smith et al., 2019; Presidencia de la Nación, 2024). Esta industria ha generado un incremento significativo en la creación de empleo, situándose en uno de los sectores más dinámicos en Argentina (González y Pérez, 2020). Se estimó que alrededor de 2500 fabricantes de cerveza artesanal producen anualmente cerca de 80 millones de litros (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2021). En este sentido, ha sido relevante incorporar conceptos de economía circular,

minimizar el uso de recursos y maximizar la reutilización de materiales para estudiar dicha industria.

Según el Código Alimentario Argentino (CAA), la cerveza se produce mediante la fermentación del mosto de cebada malteada o extracto de malta, adicionado de lúpulo. Sin embargo, este proceso genera un subproducto conocido como bagazo cervecero, que constituye un residuo significativo en la industria cervecera (Jones y García, 2017).

Históricamente, este bagazo se destina principalmente a rellenos sanitarios o al consumo animal (Martínez y col., 2016).¹ Dentro del contexto actual, el subproducto emerge como una oportunidad clave para fomentar la economía circular, a través de su revalorización en distintos sectores y aplicaciones (García y col., 2020). Su potencial uso como fertilizante orgánico, materia prima para la generación de biogás y componente en la industria alimentaria no solo conlleva beneficios económicos, ambientales y sociales (Smith & Rodríguez, 2018), sino que también contribuye de manera significativa a la transición hacia un modelo más sostenible y eficiente en la gestión de recursos (Cuellas, 2024; Martínez & López, 2019). Por otro lado, en América Latina y El Caribe, 47 millones de personas sufren de inseguridad alimentaria y se estima que se desperdician, aproximadamente, 220 millones de toneladas de alimentos en todas las etapas de la cadena de producción, manejo y almacenamiento, procesamiento, distribución, comercialización y consumo, se torna fundamental incorporar acciones para revalorizar estas pérdidas.

En este marco, el aprovechamiento del bagazo basado en su poder nutricional es de suma importancia en la búsqueda de soluciones alimentarias sostenibles y saludables (Martínez & García, 2017). Este subproducto, rico en fibras, proteínas de alto valor biológico y otros nutrientes esenciales, representa una valiosa fuente de ingredientes naturales con beneficios documentados para la salud, en la prevención de enfermedades crónicas, como la diabetes, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares y el fortalecimiento del sistema inmunitario (Tabla N° 1) (Pérez & Rodríguez, 2019; Sánchez y col., 2019).

Tabla N° 1. Composición química del bagazo cervecero.

AGUA	70 al 75%
PROTEÍNAS	15 al 25%
FIBRAS	celulosa 15-25%, hemicelulosa 28-35% y lignina 28%
LÍPIDOS	4 al 18%

¹ No obstante, desde una perspectiva ambiental, su descomposición genera metano, un potente gas de efecto invernadero (Environmental Protection Agency, 2020). Esta situación ha planteado preocupaciones sobre su impacto en el medio ambiente a largo plazo.

MINERALES	Calcio, fósforo y selenio
VITAMINAS	biotina, ácido fólico, vitamina B6, entre otras
AMINOÁCIDOS	leucina, valina, alanina, glicina, arginina, triptófano, fenilalanina, glutámico y ácido aspártico, entre otros

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (2019).

Las fibras, presentes en el grano, comprenden una variedad de sustancias vegetales como celulosa, hemicelulosas, lignina, gomas y pectinas, que le confieren una estructura demasiado granular para la adición directa en los alimentos y debe primero procesarse para evitar problemas tecnológicos y aspectos sensoriales indeseables (Gómez y col., 2020; Fernández y col., 2018).

Por otro lado, es importante tener en cuenta, que el alto contenido de humedad (75–80%) y la presencia de componentes residuales, como polisacáridos, azúcares fermentables y proteínas, hacen que el bagazo fresco sea susceptible a la contaminación microbiana (Koch, 2019). Por lo tanto, su manipulación y almacenamiento son las principales limitantes de la reutilización en los establecimientos cerveceros (López y col., 2020). El deterioro microbiológico condiciona el empleo del bagazo cervecero como materia prima industrial de grado alimentario. Por lo tanto, el sistema de procesamiento posterior tiene que diseñarse de modo que limite el crecimiento de microorganismos (Johnson & Smith, 2018). En este sentido, resulta sumamente importante aplicar tecnologías que limiten el crecimiento microbiano por presión, estrujamiento y secado en horno o estufa, lo que reduce la actividad microbiológica (González y col., 2021).

Así, el bagazo cervecero, rico en lignina y otras fibras, se convierte en una valiosa materia prima que abre un horizonte prometedor para la creación de alimentos que no solo satisfacen necesidades nutricionales, sino que también afronten desafíos tanto alimentarios como medioambientales. La reciente resolución publicada en el Boletín Oficial, que incluye el “Bagazo Cervecero Seco” en el Código Alimentario Argentino, establece un marco normativo que regula y fomenta su uso en la formulación y comercialización de productos alimenticios. Los límites que establece el CAA, son: humedad Máx. 15%, Fibra dietaria Mín. 35%, Proteínas Mín. 4% y de cenizas a 525^aC de un 4.6% (todos estos valores están expresados en masa seca). A su vez, establece que el bagazo cervecero seco deberá satisfacer los siguientes criterios microbiológicos:

- Recuento de hongos y levaduras (UFC/g): n=5, c=2, m=10³, M=10⁴
- Recuento de *E. coli* (UFC/g): n=5, c=1, m=10, M=100
- Recuento de presuntos *Bacillus cereus* (UFC/g): n=5, c=1, m=10³, M=10⁴
- Recuento de *Salmonella spp/25 g*: n=5, c=0, m=Ausencia

Esto significa que la harina derivada del bagazo de cervecería puede emplearse en la elaboración de una amplia variedad de productos (panes, galletas, muffins, tortas y snacks) así como en la composición de productos funcionales. El aprovechamiento eficiente del bagazo no

solo impulsa la optimización de recursos, sino que también fomenta la colaboración intersectorial para afrontar de manera integrada los desafíos medioambientales (Cuellas, 2024).

En este trabajo nos proponemos el desarrollo de una premezcla para bizcochuelos utilizando harina de bagazo cervecero en lugar de harina de trigo como ingrediente funcional. Es importante destacar que la adopción del modelo de producción circular se presenta como una solución integral para abordar las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (PDA) en la industria alimentaria, como las generadas en el sector cervecero. A pesar de que estos subproductos suelen tener buenas propiedades nutricionales, su descarte provoca un impacto ambiental negativo.

Materiales y metodología

Obtención de la harina de bagazo cervecero

El bagazo cervecero, que posee una humedad del 69.5%, se secó en una estufa de secado a 150 °C por un periodo de 6 hs. Una vez que este se enfrió se lo trituro con un mixer doméstico y se tamizó utilizando un tamiz de malla de 1 mm para la obtención de la respectiva harina de bagazo cervecero (HBC).

Obtención y formulado de la premezcla

La premezcla para el bizcochuelo se obtuvo al combinar todos los ingredientes sólidos que consistieron en: HBC, azúcar, polvo de hornear, bicarbonato de sodio, sal, vainilla en polvo, goma xántica y goma guar. Los ingredientes líquidos fueron: huevos, leche, aceite de girasol y vinagre de alcohol. El agregado de vinagre de alcohol en la preparación ayudó a que esta crezca y quede con una textura más aireada o esponjosa. Esta reacción química es especialmente útil en recetas sin gluten, donde se busca mejorar la textura y estructura del producto final. La harina de bagazo cervecero al poseer poca cantidad de gluten, en comparación con la harina de trigo, podrían presentarse inconvenientes como ser: textura densa o apelmazada, bajo desarrollo durante el horneado, miga quebradiza y seca, entre otros. Por tal motivo utilizamos a la harina de bagazo cervecero al igual que son utilizadas las harinas que no poseen gluten.

Para la formulación de la premezcla a partir de HBC se partió de la propuesta por Martínez, H. y col., (2023). Se sustituyó todas las harinas por HBC, ajustando y agregando algunos ingredientes para favorecer la obtención del producto final. En la Tabla N° 2 se presenta la formulación utilizada para la obtención del bizcochuelo húmedo de HBC.

Tabla N° 2: Formulación de la premezcla para bizcochuelo húmedo

Ingredientes	Cantidad (g)	Cantidad (%)
HBC	400	33.03
Azúcar	200	16.51
Polvo de Hornear	20	1.65
Bicarbonato de sodio	5	0.41
Sal	2	0.17
Vainilla en polvo	5	0.41
Goma xántica	3	0.25
Goma Guar	3	0.25
Huevos	148	12.22
Leche	318	26.27
Aceite de girasol	92	7.59
Vinagre de alcohol	15	1.24
TOTALES	1211	100

Preparación y horneado del bizcochuelo húmedo

Para obtener el producto final, bizcochuelo húmedo, se dieron los siguientes pasos de preparación y horneado:

- 1) Pesar y mezclar de todos los ingredientes secos.
- 2) Batir los huevos hasta espumar utilizando una batidora doméstica.
- 3) Agregar los secos intercalándolos con la leche.
- 4) Agregar el aceite con movimientos envolventes.
- 5) Cuando se encuentra todo bien integrado agregar a la mezcla el vinagre de alcohol con movimientos envolventes.
- 6) Separar dicha mezcla en porciones de 110 g en moldes de 8 cm de diámetro previamente forrados con papel manteca y rociados con rocío vegetal.
- 7) Hornear la preparación en un horno precalentado a una temperatura de 180 °C durante un periodo de 15 minutos.

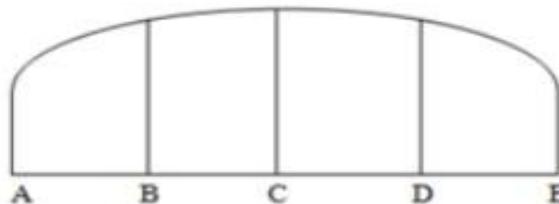
Análisis analítico del bizcochuelo húmedo

Pérdida de peso. Este parámetro nos permite evaluar la pérdida de peso que sufre la muestra en el proceso de horneado, la misma se determina calculando el cociente entre la masa cruda antes del horneado menos la masa después del horneado dividido por la masa cruda antes del horneado.

Colapso. El valor de este parámetro nos indica si se produce o no hundimiento en el centro de la muestra después del horneado. Se determina mediante la diferencia de alturas entre la muestra recién salida del horno y después de 1 hora. El porcentaje de colapso se determina de la siguiente manera: se toma como punto de comparación la diferencia de alturas de uno y otro momento de los señalados anteriormente y se lo divide por la altura inicial, multiplicado por 100.

Circularidad. Medir la circularidad del bizcochuelo horneado es útil por varias razones, tanto a nivel industrial como artesanal, ya que permite evaluar la calidad del producto y optimizar su proceso de producción. Se determina midiendo el índice de volumen, de simetría y de uniformidad. Se utilizará el método propuesto por Martínez, H. y col., (2023), donde: Índice de volumen (IV) es igual a $b + c + d$; índice de simetría (IS) es $a - 2c - b - c$ y el índice de volumen será $0 - b - d$, donde A, B, C, D y E se miden en centímetros (Figura N° 1).

Figura N° 1: Puntos de toma de muestra



Relación de la altura y la anchura. Es un parámetro que se cuantifica para conocer la magnitud de cómo aumenta la altura del bizcochuelo. Se considera la anchura constante ya que se utilizaron los mismos moldes para la cocción de las muestras.

Volumen aparente. Dicho volumen se medirá mediante el desplazamiento de semillas de mijo. En una probeta de 100 ml se colocan las semillas hasta un volumen de 50 ml (V_i), se descargan en otro recipiente y se introduce una porción de bizcocho en la probeta. Posteriormente se cargan nuevamente las semillas y se mide el volumen exultante (V_f). El volumen aparente de la muestra será igual a $V_f - V_i$.

Densidad aparente. Se calcula por la relación entre la masa de muestra, utilizada en el punto anterior, y su peso aparente.

Humedad. La misma se calculó por la relación del peso de la muestra menos el peso de la muestra seca dividido el peso de la muestra multiplicado por cien. De esta manera obtenemos la humedad porcentual de la muestra.

Análisis sensorial

Se evaluó la aceptación del bizcochuelo húmedo mediante una prueba de nivel de agrado (hedónica) (Ramírez-Navas, 2012). Esta prueba permite determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores, la misma nos permitirá determinar cuánto agrada o desagrada el bizcochuelo húmedo preparado con la premezcla mencionada anteriormente.

Se utilizó para la evaluación una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 corresponde a *me disgusta muchísimo*, 2 a *me disgusta mucho*, 3 a *me disgusta moderadamente*, 4 a *me disgusta ligeramente*, 5 a *ni me gusta – ni me disgusta*, 6 a *me gusta ligeramente*, 7 a *me gusta moderadamente*, 8 a *me gusta mucho* y el valor 9 corresponde a *me gusta muchísimo*. El panel de evaluadores fue de 32 participantes no entrenados, siendo 15 mujeres y 17 hombres en un rango de edades de 20 a 60 años (Trías, J. y col. 2021).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando estadística descriptiva. Para cada conjunto de muestras, se calculó el promedio (media aritmética) y el desvío estándar (DE) como medida de dispersión. El análisis se realizó utilizando Microsoft Excel (versión 2019), y los resultados se expresaron como media \pm desvío estándar.

Resultados y discusión

Pérdida de peso

La pérdida de peso (PP), como se mencionó anteriormente, está relacionada con el peso que pierde la preparación durante el horneado. En la Tabla N° 3 podemos ver los valores de masas antes y después del horneado que nos permitieron calcular la pérdida de peso y el porcentaje de pérdida de peso promedio de las muestras.

Tabla N° 3: Valores de pérdida de peso

Muestras	Masa cruda (g)	Masa horneada (g)	Pérdida de peso (g)
1	110.00	104.78	5.22
2	110.00	105.86	4.14
3	110.00	105.85	4.15
4	110.00	106.24	3.76
5	110.00	105.68	4.32
6	110.00	104.60	5.40
7	110.00	103.58	6.42
8	110.00	106.19	3.81
9	110.00	105.72	4.28
10	110.00	105.94	4.06
Promedio	110.00	105.44	4.56
Desvío estándar			± 0.853
Porcentaje promedio			4.14 %

Autores tales como Sahagún y col (2018) y Randon y col., (2009) mencionaron que el rango de pérdida de peso ronda entre el 7.71 - 12.85% y 9.26 - 9.82% respectivamente. El primer rango mencionado corresponde a bizcochos libre de gluten y el segundo a bizcochuelos donde se han utilizado Goma Xántica como emulsionante. En nuestro trabajo podemos ver que el PP en promedio es del 4.14% siendo un valor significativamente inferior al reportado en la bibliografía.

Colapso

En la Tabla N° 4 se muestran los valores correspondientes a las determinaciones del colapso del bizcochuelo. Donde Ai corresponde a las alturas iniciales inmediatamente después del horneado y Af a las alturas después de 1 hora del horneado.

Tabla N° 4: Determinación del colapso del bizcochuelo húmedo

Muestra	Ai (mm)	Af (mm)	Ai - Af
1	34.0	33.2	0.8
2	33.9	32.8	1.1
3	33.4	32.5	0.9
4	33.6	33.6	0.0
5	31.8	31.7	0.1
6	32.9	32.9	0.0
7	33.0	32.3	0.7
8	33.0	30.5	0.5
9	33.9	32.5	1.4
10	32.1	31.7	0.4
Promedio	33.14	32.37	0.59
Desvío estándar			± 0.48

Con los datos de la Tabla 4 se ha calculado el porcentaje promedio del colapso de los bizcochuelos dando como resultado 1.8%. Se ha reportado que el colapso para bizcochuelos preparados con harina de arroz fue de 15 mm (Gularte y col., 2012) mientras que Martínez y col., (2023) informa que este es de 4 a 5 mm para bizcochuelos preparados con harina de arroz con el agregado de semillas y quínoa y chía.

En nuestro caso, el colapso promedio es de 0.59 mm, mucho menor al reportado por dichos autores. Este valor resulta alentador ya que el colapso o depresión en los bizcochuelos puede deberse a diferentes factores tales como la cantidad de agentes de fermentación, exceso en la incorporación de aires durante el batido, temperatura de horneado incorrecta, entre otros. Por otro lado, nos indica que la formulación de la premezcla, el batido y la temperatura y tiempo de horneado fueron los adecuados.

Circularidad y Relación altura-anchura

La circularidad de un bizcochuelo está relacionada con su expansión uniforme durante el horneado. Un bizcochuelo con un IV alto generalmente tiende a expandirse más y puede mantener una forma más circular si la masa y el horneado son homogéneos. Además, puede presentar deformaciones si la estructura no es uniforme (por ejemplo, si hay zonas con más aire atrapado).

Por otro lado, un IV bajo podría indicar: falta de expansión adecuada, lo que puede generar una forma irregular o posible hundimiento en el centro, afectando la simetría y la circularidad. En la Tabla N° 5 se encuentran los valores obtenidos para el índice de volúmenes donde podemos ver que entre las diferentes muestras no presentan diferencias, esto nos indica que su expansión durante el horneado fue uniforme.

Tabla N° 5: Circularidad - Relación altura-anchura

Muestra	IV (mm)	IS (mm)	IU (mm)	altura/anchura (mm)
1	94.8	0.70	1.50	0.40
2	89.3	-0.50	-1.90	0.37
3	88.4	2.8	0.40	0.38
4	87.0	5.10	0.50	0.38
5	88.3	2.30	1.10	0.38
6	89.1	-1.80	-0.20	0.36
7	87.1	-0.50	-1.10	0.36
8	83.3	1.90	1.30	0.35
9	91.8	1.20	-3.80	0.39
10	90.0	0.60	-2.20	0.38
Promedios	88.8	1.18	- 0.44	0.37
Desvío estándar	± 3.05	± 1.97	± 1.76	± 0.018

El índice de simetría es un indicador del contorno de la superficie, valores altos nos indican que el bizcochuelo tiene más altura en el centro que en los lados. Si el IS es aproximadamente 0 esto indica que el bizcochuelo es simétrico mientras que valores menores a 0 el centro estaría más hundido y mayores a 0 el centro estaría más elevado en los bordes. Los valores de simetría que obtuvimos para nuestra muestra, Tabla N° 5. En su mayoría es superior a 0, esto nos indicaría que el centro de los bizcochuelos está más elevado que sus bordes.

A la hora de evaluar la forma del bizcochuelo se determinó el índice de uniformidad. Este parámetro nos hace referencia a la distribución uniforme de las alturas. Si el IU es igual a 1 estaría indicando que las alturas son uniformes y valores menores a 1 indica que hay irregularidades en las alturas.

La relación altura/anchura se cuantifica para conocer la magnitud con la que aumenta la altura en los bizcochuelos. En nuestro caso vemos que todas las nuestras no mostraron

diferencias significativas, esto nos indica que el crecimiento de las alturas aumentó de igual manera en el proceso de horneado (Rodríguez Pérez, 2013).

Volumen aparente, volumen aparente específico, densidad aparente y humedad

En la Tabla N° 6 se muestran los valores promedio obtenidos para 5 muestras del volumen aparente (Va), volumen aparente específico (Vae), densidad aparente (Da) y porcentaje de humedad.

Tabla N° 6: Valores de Va, Vae; Da y %H

	Va (ml)	Vae (ml/g)	Da (g/ml)	%H
Promedio + DE	35 ± 0	1.354 ± 0.03361	0.735 ± 0.1256	35.66 ± 1.220

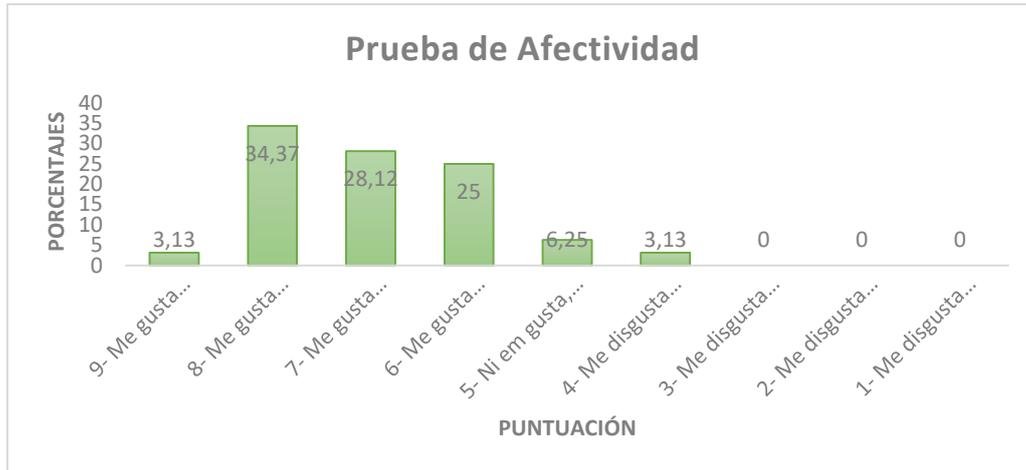
El volumen específico indica la cantidad de aire que queda una vez horneado el bizcochuelo. Martínez H. y col., (2023) señala que para bizcochuelos libres de gluten con el agregado de semillas de chía los valores Vae tienen un rango de 2.04-2.38 ml/g y la Da es de 0.42-0.5 g/ml. En nuestro caso estos valores son superiores, indicando que nuestros bizcochuelos incorporaron menos cantidad de aire durante la cocción dando como resultado final un producto más compacto. Estos resultados son satisfactorios ya que confirman que la premezcla de BC deberán ser tratadas como las premezclas que utilizan harinas que no poseen gluten.

El valor obtenido de humedad fue el adecuado ya que se espera que los bizcochuelos tengan un rango de humedad entre 30-40%. Este resultado no indicó que a pesar de ser denso el bizcochuelo no resultó ser seco, este hecho podría deberse al aporte de fibras de bagazo como así también por el agregado de huevos y aceite.

Análisis sensorial

El Gráfico N°1 muestra la valoración afectiva del bizcochuelo, preparado con la premezcla, por parte de un grupo de participantes, según una escala hedónica planteada.

Gráfico N° 1: Pruebas de Afectividad



Los resultados reflejan una evaluación muy positiva del bizcochuelo, con un fuerte predominio de respuestas que indican agrado en distintos niveles. Esto sugiere que el sabor, la textura u otros aspectos sensoriales del bizcochuelo fueron bien recibidos por la mayoría de los evaluadores. La ausencia de reacciones de disgusto intenso refuerza la percepción de que se trata de un producto bien logrado.

Conclusión

El desarrollo de una premezcla para bizcochuelo húmedo a partir del bagazo cervecero demuestra el potencial de este subproducto como ingrediente en la industria alimentaria, lo que representa una solución innovadora dentro del marco de la economía circular.

Además de sus beneficios nutricionales, el uso del bagazo cervecero contribuye a la reducción de residuos agroindustriales, alineándose con estrategias de sostenibilidad y reducción del impacto ambiental. Esto resalta la importancia de continuar explorando aplicaciones para subproductos de la industria cervecera en diversos sectores alimentarios.

En términos comerciales, la viabilidad del producto es un aspecto clave para su aplicación en el mercado. Los resultados obtenidos sugieren que existe un potencial para el desarrollo de nuevas líneas de productos a base de bagazo cervecero, lo que podría incentivar a empresas cerveceras y de alimentos a adoptar modelos de producción más sostenibles.

Futuros estudios podrían centrarse en la optimización de los procesos de secado y conservación del bagazo cervecero, garantizando una mayor estabilidad y calidad en su uso como ingrediente alimentario. Además, se podrían explorar nuevas formulaciones con distintos tipos de bagazo y su impacto en la textura y vida útil de los productos finales.

Referencias bibliográficas

- Cuellas, A. (2024). La importancia de la economía circular en espacios periurbanos. *Entre lo urbano y rural: políticas públicas, educación y economía social en espacios periurbanos 1990-2008*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación CICCUS.
- Fernández, C. y col. (2018). Conversión del grano de cebada gastada en harina para su uso en alimentos en *Journal of Food Technology* 40(1), 45-52.
- García, J. y col. (2020). Contribución del bagazo cervecero a la economía circular en Argentina en *Revista de Economía Circular* 7(1), 55-68.
- González, R., & Pérez, M. (2020). Impacto del sector cervecero artesanal en la economía argentina en *Revista de Economía y Negocios* 8(3), 112-125.
- González, S. y col. (2021). Tecnologías para reducir la actividad microbiológica en el bagazo cervecero en *Revista de Ciencias Alimentarias* 15(1), 78-85.
- Gómez, R. y col. (2020). Beneficios para la salud de la fibra contenida en el bagazo cervecero en *Nutrición y Salud* 25(4), 210-215.
- Gularte, M. A. y col. (2012). Effect of defferentr finers on batter and gluten-free layers cake properities *LWT Food Science and Technology* 48, pp. 209-214
- Jones, L., & García, S. (2017). Análisis del bagazo cervecero como subproducto industrial en *Revista de Tecnología Industrial* 10(4), 78-92.
- Johnson, R., & Smith, T. (2018). Diseño de sistemas de procesamiento para limitar el crecimiento de microorganismos en el bagazo cervecero, *Food Engineering Journal* 28(4), 450-457.
- Koch, A. (2019). Impacto del contenido de humedad en la contaminación microbiana del bagazo cervecero *Journal of Food Science* 45(2), 210-215.
- López, M. y col. (2020). Limitaciones en la reutilización del bagazo cervecero en establecimientos cerveceros en *Revista de Tecnología Alimentaria* 12(3), 123-130
- Martínez, H. y col. (2023). Desarrollo a nivel de laboratorio de premezclas para bizcochuelos libres de gluten con harinas de chía y quínoa, evaluación a escala de planta piloto y estudios del almacenamiento *Suplemento CDyT* 13(14), 151- 184.
- Martínez, P., & López, S. (2019). Impacto social y ambiental de la reutilización del bagazo cervecero en diferentes sectores industriales en *Revista de Desarrollo Sostenible*, 14(2), 78-91.
- Martínez, J. y col. (2016). Gestión histórica del bagazo cervecero en Argentina en *Revista de Gestión Ambiental* 5(1), 25-38.
- Martínez, J., & García, L. (2017). Importancia del contenido nutricional del bagazo en la búsqueda de soluciones alimentarias sostenibles en *Revista de Investigación en Alimentos*, 8(2), 110-115.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2021). Informe anual sobre la producción de cerveza artesanal en Argentina.
- Pérez, A., & Rodríguez, E. (2019). Potencial del bagazo cervecero como fuente de ingredientes naturales en alimentos *Food Chemistry* 36(3), 320-325.

Presidencia de la Nación. (2024, 29 de agosto). La cerveza artesanal será destacada en la próxima edición de Cocina Abierta. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-cerveza-artesanal-sera-destacada-en-la-proxima-edicion-de-cocina-abierta-0>

Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor en *ReCiTeIA* 12(1).

Resolución Conjunta 29 (7 noviembre de 2023). *Boletín Oficial*.

Rodríguez Pérez, M. y Caballero Calvo, P. A. (2013). Efecto de la adición de poliles sobre la calidad de bizcochos sin gluten, elaborados en horno convencional y en microondas. Tesis de Maestría en calidad, desarrollo e innovación de Alimentos E.T.S. Ingenierías Agrarias. Campus de la Yutera. Universidad de Valladolid. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/4286/TFM-L92.pdf?sequence=1>

Ronda, F. y col. (2009). Improvement of Quality of gluten-free Layer Cakes. *Food Science and Technology International* 15 (2), pp. 193-202.

Sahagún, M. y col. (2018). Influence of protein source on the characteristics of gluten-free cakes, *LWT Food Science and Technology* 94, pp. 50-56.

Sánchez, E. y col. (2019). Valor nutricional del bagazo cervecero como subproducto industrial en *Revista de Nutrición Aplicada*, 12(2), 98-105.

Smith, A., & Rodríguez, M. (2018). Beneficios económicos y ambientales de la valorización del bagazo cervecero en *Revista de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible* 9(3), 112-125.

Smith, A. y col. (2019). Tendencias globales en la industria cervecera artesanal en *Revista Internacional de Cervecería* 15(2), 45-58.

Trias, J. y col. (2021). Revalorización del descarte originado por la producción de jugo de manzana como ingrediente funcional en la formulación de premezclas para horneados en INNOTEC. *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay* 21. DOI: <https://doi.org/10.12461/21.04>