

**ARTÍCULO ORIGINAL****Efecto de la adición de cáscara de manzana deshidratada en polvo (*Malus domestica*, 'Red Delicious') y la temperatura de almacenamiento sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible****Effect of adding dried apple peel powder (*Malus domestica* 'Red Delicious') and storage temperature on the rheological properties of drinkable yogurt**Perla Bazán<sup>1</sup>  y Jimy Oblitas<sup>2</sup>  \***RESUMEN**

Este estudio evaluó el efecto de la adición de cáscara de manzana deshidratada en polvo (*Malus domestica*, 'Red Delicious') y la temperatura de almacenamiento sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible. En la primera fase, se caracterizaron los residuos de manzana deshidratada, encontrando una alta cantidad de fibra insoluble y una buena capacidad de retención de agua. Posteriormente, se elaboró yogurt bebible con tres concentraciones de residuos de manzana (1, 1.5 y 2 % p/p) y se almacenaron a temperaturas de 4, 12 y 20 °C. Se realizaron análisis fisicoquímicos y se determinaron las propiedades reológicas utilizando el modelo de Herschel–Bulkley. Los resultados mostraron que la adición de residuos de manzana deshidratada tuvo un efecto positivo sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible (índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo y límite elástico), mientras que la temperatura de almacenamiento afectó negativamente. Esto resalta la importancia de optimizar los procesos de almacenamiento para la comercialización de yogures enriquecidos con ingredientes funcionales.

**Palabras clave:** yogurt bebible; fibra dietética; propiedades reológicas; índice de consistencia; índice de comportamiento de flujo; límite elástico.

**ABSTRACT**

This study investigated the impact of adding dried apple peel powder (*Malus domestica*, 'Red Delicious') and storage temperature on the rheological properties of drinkable yogurt. The apple pomace, characterized by high insoluble fiber content and water retention capacity, was incorporated into yogurt at three concentrations (1, 1.5, and 2%). The yogurt samples were then stored at temperatures of 4, 12, and 20°C. Rheological properties, including consistency index, flow behavior index, and yield stress, were determined using the Herschel–Bulkley model. Results indicated that the addition of apple pomace positively influenced the rheological properties, enhancing the yogurt's texture and stability. However, higher storage temperatures negatively impacted these properties. These findings emphasize the importance of temperature control during storage to maintain the quality and shelf life of yogurt enriched with functional ingredients.

**Keywords:** drinkable yogurt, dietary fiber, rheological properties, consistency index, flow behavior index, yield stress

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Email: [pbazanc17\\_1@unc.edu.pe](mailto:pbazanc17_1@unc.edu.pe)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Email: [jimyoblitas@unc.edu.pe](mailto:jimyoblitas@unc.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

El consumo de yogurt ha aumentado considerablemente debido a tendencias de mejorar la nutrición y la salud, el consumidor actual busca alimentos con características que estén relacionados a una alimentación sana, por ello el diseño de nuevos alimentos es un tema de importancia para el sector alimentario.

El yogurt bebible es uno de los productos lácteos más consumidos a nivel mundial. Sin embargo, su estabilidad y viscosidad pueden verse comprometidas por variaciones en su estructura durante el proceso de elaboración y las condiciones de almacenamiento, afectando directamente en sus propiedades reológicas (Zang et al., 2023).

Para mejorar estas propiedades, la industria láctea recurre a estabilizantes comerciales como gelatina, almidón, pectina y gomas; sin embargo, la creciente demanda de productos naturales y saludables ha generado un interés creciente en la búsqueda de alternativas más sostenibles y seguras (Ahmed et al., 2023). La fibra dietética ha despertado interés debido a sus numerosos efectos beneficiosos para la salud, como la prevención de la obesidad y el cáncer de colon, y la disminución de los riesgos de asma y enfermedades cardiovasculares (Dong et al., 2022). En este contexto, los residuos agroindustriales, como las cáscaras de manzana, se presentan como una opción.

La fibra dietética contenida en las cáscaras de manzana, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina, tiene la capacidad de interactuar con las proteínas de la leche y retener agua, lo que podría mejorar significativamente las propiedades reológicas del yogurt, como la viscosidad y la estabilidad (Dong et al., 2022). La fibra dietética natural muestra beneficios de mejora de la calidad de los yogures, es decir, mejorando la viscosidad, firmeza, textura y pH, reduciendo la sinéresis y acidez titulable, y dando características sensoriales positivas al consumidor (Ramirez-Santiago et al., 2010). Sin embargo, los estudios que evalúan el efecto de la adición de residuos de manzana deshidratada sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible, especialmente en bajas velocidades de corte, como las que ocurren durante el almacenamiento, son aún limitados.

Estudios sugieren que la adición de fibra cambiará el comportamiento reológico en productos como el yogurt, esta hipótesis será probada planteando el objetivo de evaluar el efecto de la adición de diferentes concentraciones de residuos de manzana deshidratada (*Malus domestica*, 'Red Delicious') y de distintas temperaturas de almacenamiento sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales**

Se utilizaron cascaras de manzanas Red Delicious para la obtención de la fibra. La leche se adquirió del Centro Poblado de Otuzco, Cajamarca y la elaboración del yogurt fue con cultivo láctico “Selection Medium 1- CHR” de la marca. Hansen. Los equipos utilizados incluyeron balanza analítica Serie 321 LS, balanza gramera SF-400, centrífuga de mesa ROTOFIX 32A, estufa de secado POL-EKO APARATURA, incubadora de yogurt, horno de mufla BIOBASE MC2.5-12, medidor de actividad de agua AQUALAB 4TE, molino manual, refrigeradora, reómetro Brookfield DV3T-RV con adaptador ULA y aguja de paletas V-71.

### **Métodos**

#### ***Obtención de los residuos de manzana deshidratada***

Las manzanas (*Malus domestica*, ‘Red Delicious’) fueron seleccionadas, lavadas y desinfectadas, separadas en cáscara y pulpa. Las cáscaras fueron sometidas a tratamiento térmico para inactivar enzimas y posteriormente deshidratadas a 65°C durante 12 horas (Meneses-Peralta, 2021). Una vez deshidratadas, fueron molidas y tamizadas en tamices N° 60, 120 y 230, para obtener un polvo homogéneo, que se almacenó a temperatura ambiente.

#### ***Caracterización de residuos***

Se determinaron propiedades fisicoquímicas como humedad (AOAC, 930.15), actividad de agua (AQUALAB 4TE), acidez titulable (AOAC, 942.15), cenizas (AOAC, 945.46), y fibra dietaria soluble e insoluble (AOAC. 991.43). Las propiedades funcionales incluyeron capacidad de retención de agua (CRA), hinchamiento, y absorción de moléculas orgánicas.

#### ***Elaboración de yogurt bebible con adición de residuos de manzana deshidratada***

La leche se pasteurizó (85°C/15 min) e inculó con un cultivo láctico comercial y se incubó a 42°C por 6 horas hasta alcanzar un pH 4.6. Posteriormente, se refrigeró durante 12 horas, para luego añadir los residuos de manzana deshidratada en concentraciones de 1%, 1.5% y 2%, y finalmente almacenada a 4°C, 12°C y 20°C por 24 horas.

### *Análisis fisicoquímico del yogurt*

Se evaluaron pH, sinéresis y densidad, con tres repeticiones por tratamiento. La sinéresis se determinó mediante centrifugación (Zhou, 2018) y la densidad aplicando la fórmula densidad=masa/volumen (Wang et al., 2019).

### *Análisis reológico*

Las propiedades reológicas se analizaron con un reómetro Brookfield DV3T-RV. Se midieron las curvas de flujo (esfuerzo vs velocidad de corte) en un rango de 0.1 a 1.0 rpm, con adaptador ULA con una constante de velocidad de corte (SRC) de 1.223. Los datos experimentales se ajustaron al modelo de Herschel–Bulkley, con la siguiente ecuación:

$$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n \quad (1)$$

Donde  $\tau$  representa el esfuerzo cortante (Pa),  $\tau_0$  el límite elástico,  $\dot{\gamma}$  la velocidad de deformación ( $s^{-1}$ ),  $n$  el índice de comportamiento de flujo y  $k$  el índice de consistencia ( $Pa \cdot s^n$ ) (Sun et al., 2025).

### *Diseño experimental*

Se empleó un diseño completamente al azar con dos factores (concentración: 1.0, 1.5 y 2.0 %; temperatura: 4, 12 y 20 °C), arreglo factorial  $3^2$ , más un control (0 %). Cada tratamiento en triplicado. ANOVA ( $\alpha=0.05$ ). Los datos fueron procesados de manera aleatoria. El software utilizado para el análisis fue Statistica 12 (StatSoft, US).

## **RESULTADOS**

### **Obtención y caracterización de la manzana deshidratada en polvo**

La manzana deshidratada en polvo se obtuvo con un rendimiento del 23.72% respecto al peso de las manzanas frescas, valor cercano a lo reportado por Pascual-Chagman & Encina-Zelada (2022). Los residuos de manzana mostraron buena capacidad para retener agua y capacidad de absorber otras moléculas orgánicas (Tabla 1), cuyos resultados son similares entre las diferentes granulometrías. Ajila & Prasada, (2013), señalan que, mayor sea la cantidad de fibra dietética insoluble mayor será la capacidad de hinchamiento, influenciada por la forma y tamaño de partícula.

**Tabla 1***Propiedades funcionales de los residuos de manzana deshidratada en polvo*

<b>Tamaño de partícula (mm)</b>	<b>Capacidad de retención de agua (g agua / g muestra seca)</b>	<b>Capacidad de hinchamiento (ml agua / g muestra)</b>	<b>Capacidad de absorción de moléculas orgánicas (g aceite / g muestra seca)</b>
0.25	3.7 ± 0.46	2.65 ± 0.13	0.97 ± 0.03
0.125	3.99 ± 0.14	2.60 ± 0.01	0.91 ± 0.08
0.063	2.97 ± 0.03	0.76 ± 0.19	0.77 ± 0.10

*Nota.* Los valores de la tabla representan las medias de tres ensayos replicados, ± D.E.

El tamaño de partícula de 0.125 mm se seleccionó como óptimo debido a su mayor capacidad de retención de agua (CRA). En la Tabla 2 se muestran las principales características fisicoquímicas. Los residuos de manzana presentaron un bajo contenido de humedad y una alta concentración de fibra dietética, principalmente insoluble, lo cual coincide con estudios previos (Macagnan et al., 2015). Esta composición, junto con la CRA, indican que los residuos de manzana podrían contribuir a mejorar el perfil nutricional de los alimentos y promover efectos beneficiosos a nivel tecnológico.

**Tabla 2***Caracterización fisicoquímica de los residuos de manzana deshidratada en polvo*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
Tamaño de partícula (mm)	0.125
Humedad (%) base seca	4.60 ± 0.001 (*)
Actividad de agua (20.04 °C)	0.28 ± 0.001 (+)
Acidez titulable (% ácido málico)	0.17 ± 0.000
Cenizas (%)	1.75 ± 0.003
Contenido de fibra dietaria insoluble (%)	15.37
Contenido de fibra dietaria soluble (%)	7.86
Contenido de fibra dietaria total (%)	23.23

*Nota.* Los valores de la tabla representan las medias de tres ensayos replicados, ± desviación estándar. (\*) Resultado expresado en base seca, (+) Lectura realizada a 20 °C.

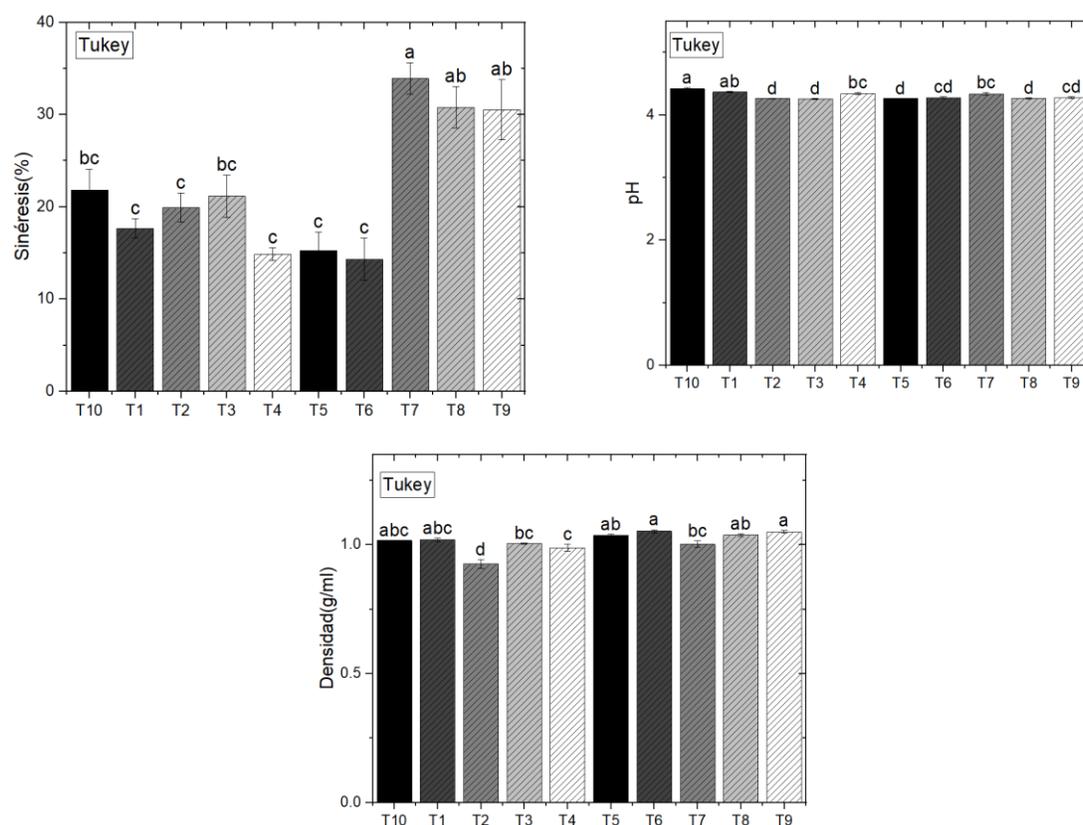
El valor reportado de ceniza en base seca fue 1.75 ± 0.003 %, indicando el contenido total de minerales. Este resultado es superior al encontrado por Popescu et al. (2022), para el orujo de sidra de manzanas Golden Delicious (1.67 ± 0.02) y la cáscara de manzana Granny Smith (1.93 ± 0.02). Sin embargo, el bajo porcentaje de cenizas podría favorecer que las características reológicas del yogurt sean principalmente influenciadas por la fibra dietética y no por el contenido mineral.

## Caracterización fisicoquímica del yogurt con adición de los residuos de manzana deshidratada

La incorporación de los residuos de manzana deshidratada al yogurt tuvo efecto sobre las propiedades fisicoquímicas (Figura 1). Se observó una ligera disminución del pH, debido a la presencia de ácidos orgánicos naturales en la manzana y a la producción de ácido láctico post fermentación, similar a lo reportado por Popescu et al. (2022). La sinéresis, o separación de suero, se vio afectada por la concentración de residuos y la temperatura de almacenamiento de manera significativa. Los resultados oscilaron entre 14.33% y 33.91%, observándose una disminución en la sinéresis con el aumento de la concentración de residuos, lo que indica una mayor estabilidad del producto. Sin embargo, a temperaturas más elevadas, se registró un incremento en la sinéresis. La densidad de los yogures aumentó significativamente con el incremento en la concentración de residuos de manzana, debido al mayor contenido de sólidos en la mezcla.

**Figura 1**

*Caracterización fisicoquímica del yogurt bebible con residuos de manzana en polvo en diferentes concentraciones y temperaturas de almacenamiento*



### **Modelado matemático de las propiedades reológicas del fluido en estudio**

Los datos ajustados al modelo de Herschel–Bulkley obtuvieron coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre 0.84 y 0.99. Los yogures con mayor concentración de residuos de manzana y almacenados a temperaturas más bajas presentaron un límite elástico superior y tiempos de medición más prolongados. Esta mayor resistencia al flujo se atribuye a la formación de una red tridimensional más densa y estable. Respecto al efecto de la temperatura se observó una disminución de la viscosidad a temperaturas más altas, relacionado con la desestabilización de la estructura del gel. Los resultados del análisis reológico se presentan en la Tabla 3.

### **Efecto de la adición de residuos de manzana deshidratada y temperatura de almacenamiento sobre las propiedades reológicas del yogurt bebible**

Los resultados obtenidos muestran que los efectos sobre  $k$ ,  $n$  y  $\tau_0$  no fueron significativos ( $p > 0.05$ ). Se observaron tendencias en el comportamiento reológico, donde el incremento en la concentración de residuos de manzana se asoció con un aumento en el índice de consistencia, lo que indica un aumento en la viscosidad del yogurt. Esta tendencia coincide con estudios previos que señalan que un mayor contenido de sólidos, como los presentes en los residuos de manzana, eleva la viscosidad del producto (Penna et al., 2006). La pectina presente en los residuos de manzana, al hidratarse y formar un gel, contribuye a esta mayor viscosidad, formando una red más densa.

La Figura 2a muestra el gráfico de contorno de respuesta del índice de consistencia, donde se observa una tendencia clara de aumento del índice de consistencia a medida que aumenta la concentración de residuos de manzana y disminuye la temperatura de almacenamiento. Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por Zhou (2018) para yogures con cáscara de manzana Granny Smith en polvo ( $37.87 \pm 3.94$  y  $39.53 \pm 4.90$ )

El índice de comportamiento de flujo ( $n$ ) es un indicador de pseudoplasticidad o dilatancia. Un valor de  $n$  menor a 1 indica un comportamiento pseudoplástico, mientras que un valor mayor a 1 indica un comportamiento dilatante (Sözeri et al., 2024). La Figura 2b muestra el gráfico de contorno del índice de comportamiento de flujo, donde se observa una clara tendencia de aumento de  $n$  a medida que aumenta la concentración de residuos de manzana y disminuye la temperatura de almacenamiento. La región roja representa los tratamientos con los valores de  $n$  más altos, indicando un comportamiento más dilatante.



**Tabla 3***Parámetros reológicos del modelo Herschel–Bulkley para las muestras evaluadas*

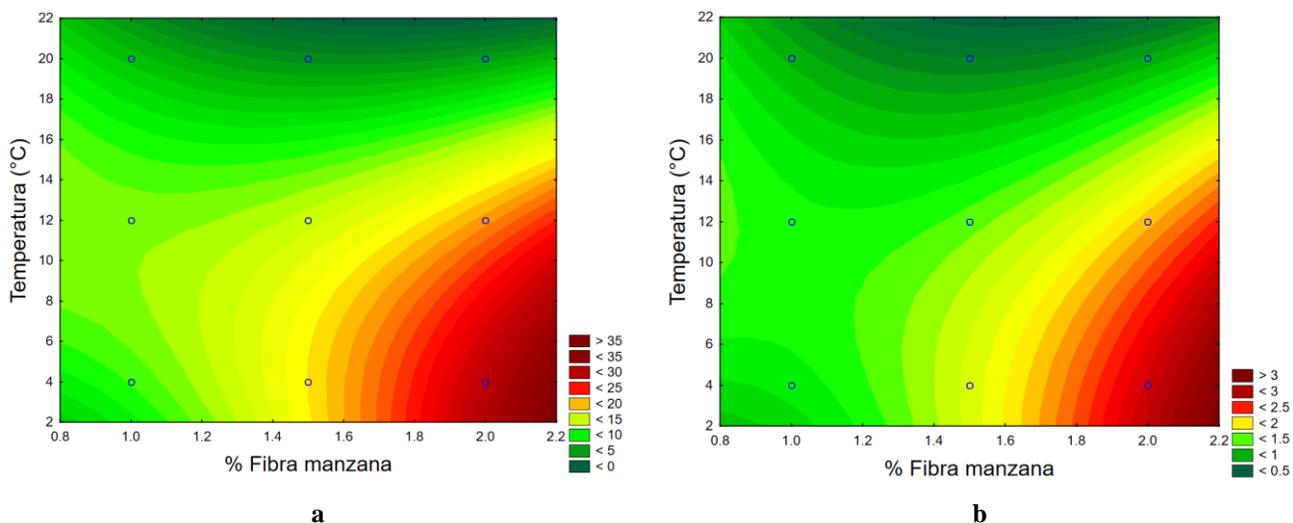
Tratamiento	% cáscara de manzana deshidratada en polvo	Temperatura (°C)	n	k	R <sup>2</sup>	$\tau_0$	Tipo de fluido	Límite elástico (Pa)	Deformación (rad)
T10	1	4	0.761 ± 0.082	4.433 ± 0.212	0.92	0 ± 0.248	Pseudoplástico	3.6 ± 0.11	0.521 ± 0.05
T1	1.5	4	1.172 ± 0.062	10.767 ± 0.161	0.982	0 ± 0.159	Dilatante	3.70 ± 0.17	0.204 ± 0.04
T2	2	4	2.168 ± 0.025	23.109 ± 0.332	0.998	0.098 ± 0.024	Dilatante	3.80 ± 0.07	0.590 ± 0.14
T3	1	12	2.365 ± 0.024	24.380 ± 0.340	0.999	0.447 ± 0.019	Dilatante	3.83 ± 0.04	0.650 ± 0.09
T4	1.5	12	1.147 ± 0.075	10.029 ± 0.176	0.972	0 ± 0.191	Dilatante	3.64 ± 0.01	0.424 ± 0.02
T5	2	12	1.254 ± 0.126	11.045 ± 0.473	0.947	0 ± 0.264	Dilatante	3.65 ± 0.22	0.644 ± 0.04
T6	1	20	2.446 ± 0.017	26.574 ± 0.263	0.999	0.24 ± 0.013	Dilatante	4.12 ± 0.20	0.693 ± 0.04
T7	1.5	20	1.233 ± 0.130	9.543 ± 0.221	0.958	0 ± 0.306	Dilatante	3.66 ± 0.04	0.570 ± 0.02
T8	2	20	0.468 ± 0.25	1.9831 ± 0.95	0.989	0 ± 0.961	Pseudoplástico	3.8 ± 0.18	0.587 ± 0.04
T9	0	20	0.898 ± 0.414	3.182 ± 0.295	0.839	0 ± 0.579	Pseudoplástico	3.84 ± 0.23	0.864 ± 0.26

*Nota.* Los valores de la tabla representan las medias ± desviación estándar. T: Tratamiento; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación; n: índice de comportamiento del flujo; K: índice de consistencia, expresado en Pa\*sn;  $\tau_0$ : límite elástico, expresado en Pa.



**Figura 2**

Gráfico de contorno de respuesta



Nota. a: índice de consistencia b: índice de comportamiento de flujo

## DISCUSIÓN

Las temperaturas de almacenamiento más bajas favorecieron una mayor viscosidad, mientras que a temperaturas altas se observó una disminución del índice de consistencia. Este comportamiento se debe al fortalecimiento de las interacciones moleculares a bajas temperaturas, y con ello una estructura más rígida (Jakubowska & Karamucki, 2020). Adicionalmente, Oraç & Akın, 2019 señalan que el enfriamiento afecta directamente la firmeza y consistencia del gel durante el periodo de almacenamiento, debido a la reestructuración de las micelas de caseína. A temperaturas más bajas, el gel es menos propenso a reordenarse, y la presencia de pectina, al gelificar alrededor de las micelas, evita su agregación y estabiliza la estructura. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba la concentración de residuos de manzana, también el valor de  $n$ , indicando un comportamiento más dilatante. Esto indica que la presencia de fibra en los residuos de manzana, especialmente la pectina y celulosa, contribuye a la formación de una estructura más compleja y resistente al flujo. La pectina, al formar un gel, estabiliza la red de caseína y la celulosa actúa como una barrera física, dificultando el movimiento de las moléculas (Dong et al., 2022). A temperaturas más bajas de almacenamiento (4°C y 12°C), los yogures presentaron un comportamiento dilatante ( $n > 1$ ), lo que indica que su viscosidad aumentaba al aplicar un esfuerzo cortante. Sin embargo, a 20°C, se observó un comportamiento más pseudoplástico. Este comportamiento puede explicarse por la influencia de la temperatura en las interacciones moleculares.

Los resultados mostraron que un aumento en la concentración de residuos de manzana se asoció con un incremento en el límite elástico, indicando una mayor resistencia del yogurt a la deformación. Esto se debe a la formación de una red tridimensional más densa debido a las interacciones entre la pectina y las proteínas de la leche, lo que dificulta el inicio del flujo (Kausar et al., 2024). Respecto a la temperatura de almacenamiento, se observó un aumento del límite elástico a 12°C, especialmente en los tratamientos con mayor concentración de residuos de manzana. Sin embargo, a 4°C y 20°C, el límite elástico fue menor. Al comparar los resultados obtenidos mediante el modelo de Herschel–Bulkley y las mediciones directas, se observó que los valores con el modelo de Herschel–Bulkley el límite elástico fue nulo en algunos casos, por lo que para fluidos como el yogurt bebible, las mediciones directas pueden proporcionar valores más precisos.

## CONCLUSIONES

Los residuos de manzana deshidratada (0.125 mm) mostraron potencial como ingrediente funcional en yogurt bebible, destacando por su contenido de fibra (7.86% soluble y 15.37% insoluble), especialmente la fibra insoluble; presentando una buena capacidad de retención de agua ( $3.99 \pm 0.14$  g agua/g), hinchamiento ( $2.60 \pm 0.01$  ml/g) y absorción de compuestos orgánicos ( $0.91 \pm 0.08$  g grasa/g). Los yogures evaluados mostraron un comportamiento reológico no newtoniano de carácter dilatante y pseudoplástico, cuyos datos experimentales se ajustaron al modelo reológico de Herschel–Bulkley, con valores de  $R^2 > 0.84$ . La adición de residuos de manzana deshidratada (*Malus domestica*, 'Red Delicious'), particularmente por su contenido de fibra insoluble, incidió positivamente en las propiedades reológicas del yogurt bebible, aumentando el índice de consistencia, el índice de comportamiento de flujo y el límite elástico. La temperatura de almacenamiento mostró un efecto negativo en las propiedades reológicas, con una disminución en el índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo y límite elástico a temperaturas más altas. Aunque este efecto no fue estadísticamente significativo, señala la importancia de mantener condiciones controladas en el almacenamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Barua, S., & Roy, S. (2023). Chapter 12—Rheology and microstructure of yogurt. En J. Ahmed & S. Basu (Eds.), *Advances in Food Rheology and Its Applications (Second Edition)* (pp. 335-363). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823983-4.00020-0>
- Ajila, C. M., & Prasada Rao, U. J. S. (2013). Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 444-450. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.017>

- Dong, R., Liao, W., Xie, J., Chen, Y., Peng, G., Xie, J., Sun, N., Liu, S., Yu, C., & Yu, Q. (2022a). Enrichment of yogurt with carrot soluble dietary fiber prepared by three physical modified treatments: Microstructure, rheology and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102901. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102901>
- Jakubowska, M., & Karamucki, T. (2020). The effect of storage time and temperature on the quality of natural yoghurt. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 18(4), 29-38.
- Kauser, S., Murtaza, M. A., Hussain, A., Imran, M., Kabir, K., Najam, A., An, Q. U., Akram, S., Fatima, H., Batool, S. A., Shehzad, A., & Yaqub, S. (2024). Apple pomace, a bioresource of functional and nutritional components with potential of utilization in different food formulations: A review. *Food Chemistry Advances*, 4, 100598. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100598>
- Macagnan, F. T., Santos, L. R. dos, Roberto, B. S., de Moura, F. A., Bizzani, M., & da Silva, L. P. (2015). Biological properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.04.001>
- Meneses-Peralta, J. (2021). Valorización biotecnológica a partir de residuos del proceso de elaboración de Sidra de manzana (*Malus domestica*). *REVISTA DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PRODUCTIVA*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i2.e005>
- Oraç, A., & Akin, N. (2019). How do different cooling temperatures affect the characteristics of set-type yoghurt gel? *International Dairy Journal*, 97, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.06.003>
- Pascual-Chagman, G. J., & Encina-Zelada, C. R. (2022). Caracterización de las harinas de trigo (*Triticum aestivum*), y de residuo de naranja (*Citrus x aurantium*) y de manzana (*Malus domestica*) para su aplicación en alimentos. *Agroindustrial Science*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.03.06>
- Penna, A. L. B., Converti, A., & de Oliveira, M. N. (2006). Simultaneous Effects of Total Solids Content, Milk Base, Heat Treatment Temperature and Sample Temperature on the Rheological Properties of Plain Stirred Yogurt.
- Simultaneous Effects of Total Solids Content, Milk Base, Heat Treatment Popescu, L., Ceşco, T., Gurev, A., Ghendov-Mosanu, A., Sturza, R., & Tarna, R. (2022). Impact of Apple Pomace Powder on the Bioactivity, and the Sensory and Textural Characteristics of Yogurt. *Foods*, 11(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/foods11223565>
- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramírez, J. (2010). Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101(3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.023>

- 
- Sözeri Atik, D., Öztürk, H. İ., & Akin, N. (2024). Perspectives on the yogurt rheology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 263, 130428. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130428>
- Sun, Y., Roos, Y. H., & Miao, S. (2025). Impacts of high-methoxyl pectin on structure, composition, and rheological properties of milk fat globule emulsion. *Food Hydrocolloids*, 160, 110717. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110717>
- Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2019). The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. *Food Hydrocolloids*, 91, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.004>
- Zang, J., You, H., Li, S., Zhang, Y., Xu, H., Tang, D., Wu, S., Yao, Y., Tu, Y., & Yin, Z. (2023). Interpreting the “twice gelation” mechanism of a novel egg-based yoghurt through the dynamics of rheology, microstructure, and intermolecular forces. *Food Bioscience*, 56, 103318. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103318>
- Zhou, Z. (2018). *Effects of dried apple peel powder on the rheological and sensory properties of drinking yogurt* [University of Guelph]. <http://hdl.handle.net/10214/12158>