

1 **Evaluación química, microbiológica y sensorial de helados utilizando el bagazo de**  
2 **caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como fuente de fibra y sustituto parcial**  
3 **de grasa**

4 \*Zuniga-Moreno Luis, Damián Burgos Fernando, El Salous Ahmed

5  
6 Instituto de Investigación “Dr Jacobo Bucaram” Universidad Agraria del Ecuador,  
7 Guayaquil, Ecuador

8  
9 \*Autor de correspondencia: lezm.jjlp@gmail.com

10

11 **Resumen**

12 Los subproductos agrícolas son fuentes importantes de valiosos compuestos bioactivos,  
13 como la fibra, cuya ingesta regular se asocia con beneficios para la salud. Este estudio  
14 evaluó las propiedades químicas, microbiológicas y sensoriales del helado utilizando el  
15 bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial de grasa y componente de  
16 enriquecimiento de fibra. Se desarrollaron tres formulaciones de helado que contenían  
17 15% (T1), 20% (T2) y 25% (T3) de fibra de bagazo seco tamizada y se compararon con  
18 un helado de control (C) sin incluir el subproducto. La reducción del contenido de grasa  
19 fue del 53,40%, 78,88% y 81,99%, respectivamente, y los valores de fibra dietética total  
20 fueron de 14,2%, 19,0% y 24,3%, respectivamente. Los parámetros microbiológicos de  
21 todas las formulaciones de helados cumplieron con los requisitos establecidos en la  
22 Norma Técnica Ecuatoriana para helados - NTE INEN 706:2013 y los límites para el  
23 recuento de mohos y levaduras incluidos en el Código Alimentario Argentino. En  
24 comparación con la muestra de control (C), la formulación T1 no mostró una diferencia  
25 estadística significativa ( $p>0,05$ ) para cuatro de los cinco parámetros sensoriales  
26 evaluados (apariencia, textura, sabor y aceptación general, excepto el gusto) utilizando  
27 una escala hedónica estructurada de 9 puntos. La fibra de bagazo resultó en un  
28 ingrediente alimentario prometedor que reduce el contenido de grasa y aumenta el valor  
29 de la fibra.

30 **Palabras clave:** aprovechamiento, funcional, revalorización, subproducto

31

## 32 1. Introducción

33 Hoy en día, existe un patrón cada vez mayor de conciencia de los consumidores de  
34 alimentos hacia la demanda de productos más saludables. Varios subproductos  
35 agrícolas han estado atrayendo la atención de la industria alimentaria por ser fuente de  
36 compuestos valiosos que podrían incorporarse en el desarrollo de alimentos funcionales.  
37 La caña de azúcar es uno de los cultivos más cultivados en los países tropicales, con  
38 una producción mundial anual de 1.910 millones de toneladas. El bagazo de caña de  
39 azúcar es uno de los principales subproductos de la fabricación de azúcar (Dotaniya et  
40 al., 2016). De cada 10 toneladas de caña de azúcar utilizadas en la extracción del jugo,  
41 se generan 3 toneladas de subproductos sólidos (bagazo) (Yadav et al., 2015). Los  
42 destinos más probables para una gran parte de estos subproductos son la incineración  
43 como fuente de energía y su eliminación en vertederos, lo que contribuye a la  
44 contaminación ambiental. Mientras tanto, una pequeña cantidad podría destinarse a  
45 producir combustible de bioetanol (Verma et al., 2012).

46 El bagazo es una rica fuente de fibra insoluble, como celulosa (50 %), hemicelulosa (25  
47 %) y lignina (25 %) (Balaji et al., 2014). La fibra insoluble es una fracción de la fibra  
48 dietética total que no forma gel debido a su insolubilidad y resistencia a la fermentación  
49 (Lattimer y Haub, 2010). El papel de la fibra en un proceso de digestión saludable se ve  
50 influenciado por la disminución del tiempo de tránsito intestinal y el aumento del volumen  
51 de las heces (Skiba et al., 2019). Otro posible mecanismo sugerido es la fermentación  
52 de la fibra en butirato producido por el microbiota intestinal; el butirato es un ácido graso  
53 de cadena corta que exhibe propiedades homeostáticas esenciales, previniendo o  
54 inhibiendo la carcinogénesis (Gonçalves y Martel, 2013; Bultman, 2014). Los beneficios  
55 asociados a la ingesta de fibra implican la reducción de los niveles de colesterol LDL  
56 (lipoproteínas de baja densidad); disminución de la glucosa en sangre posprandial; y  
57 reducción de los niveles de insulina (Lunn y Buttriss, 2007). Además, la evidencia indica  
58 que la fibra induce un efecto quimioprotector sobre la propagación y la metástasis del  
59 cáncer (Papandreou et al., 2015). De ahí la importancia de consumirlo. Según la FDA, la  
60 ingesta diaria recomendada de fibra debe rondar los 25 g (Anjali y Vijayaraj, 2020).

61 El helado es uno de los alimentos más consumidos, con unos ingresos anuales en el  
62 mercado mundial de 73.800 millones de dólares. Su enorme popularidad puede atribuirse  
63 a factores como una gran diversidad de ingredientes, múltiples presentaciones, formas y  
64 sabores. A pesar de esta gran demanda, tradicionalmente los helados se han  
65 considerado postres deliciosos poco o nada nutritivos (Goff y Hartel, 2013). Existe un  
66 interés creciente en desarrollar helados como vehículos de compuestos que promueven  
67 la salud, como probióticos, prebióticos, fibra dietética, antioxidantes naturales y ácidos  
68 grasos (Soukoulis et al., 2014).

69 Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un helado de fresa bajo en grasa y alto  
70 contenido en fibra utilizando las fibras de bagazo de los subproductos de la caña de  
71 azúcar como fuente de enriquecimiento de fibra y reemplazo parcial de grasa. Se  
72 evaluaron las características químicas, microbiológicas y sensoriales de los helados.

73 **2. Materiales y Métodos**

74 *2.1 Fibra de bagazo de caña de azúcar (BF)*

75 Previo a su uso, el rodillo del molino artesanal de acero inoxidable, así como las  
76 cañas de azúcar, fueron lavados, desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio  
77 de 5000 ppm y enjuagados minuciosamente con agua potable. Luego de ser triturado, el  
78 bagazo fue recogido y colocado en baldes de polietileno de alta densidad (HDPE) con  
79 sus respectivas tapas herméticas. Los cubos se mantuvieron en refrigeración a 4°C.  
80 Utilizando un horno de convección a 55 °C, el bagazo se deshidrató durante  
81 aproximadamente 12 h hasta alcanzar peso constante. Luego, se redujo el tamaño de  
82 partícula del bagazo deshidratado utilizando un molino de rodillos a escala de laboratorio.  
83 El bagazo de caña en polvo se tamizó empleando un tamiz de tamaño de partícula de  
84 425 µm. El polvo tamizado de bagazo (BF) se esterilizó en autoclave a 121 °C durante  
85 20 minutos para su inactivación microbiana y enzimática; luego de enfriarse, se colocó  
86 en bolsas de HDPE, luego se selló al vacío y se mantuvo en refrigeración a 4 °C hasta  
87 su uso.

88 *2.2 Desarrollo de helados*

89 Se desarrollaron cuatro tratamientos de helado (Tabla 1). Tres de ellos (T1, T2 y T3)  
90 contenían diferentes porcentajes de BF (15%, 20% y 25%), reemplazando parcialmente  
91 a la crema como fuente de grasa. Este último (C) se utilizó como control, excluyendo el  
92 subproducto de la caña de azúcar.

93 **Tabla 1.** Formulaciones de helados

Componente	Tratamientos (%)			
	T1	T2	T3	C
BF	15	20	25	0
Azúcar blanca	5	5	5	5
Concentrado de frutilla	6	6	6	6
Leche evaporada	60	60	60	60
Crema de leche	13.3	8.3	3.3	28.3
Goma guar	0.3	0.3	0.3	0.3
Goma Xantana	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	100	100	100	100

94 *2.3 Análisis microbiológicos y químicos*

95 Los criterios de referencia químicos y microbiológicos se tomaron de la Norma  
96 Ecuatoriana NTE INEN 706:2013 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2013), que  
97 enumera los requisitos para helados y mezclas de helados. El Código Alimentario  
98 Argentino (Argentina, 2021) estableció los límites para los recuentos de mohos y  
99 levaduras.

100 Los contenidos de fibra dietética total (TDF) (AOAC 991.43), grasa total (AOAC 995.19)  
101 y sólidos totales (TS) (AOAC 941.08) se determinaron siguiendo los procedimientos  
102 descritos por los métodos de la AOAC (Association of Official Agriculture Chemists,  
103 2012).

104 Los ensayos microbiológicos y los procedimientos fueron: recuento de aerobios en placa  
105 (AOAC 966.23), recuento de coliformes totales (AOAC 991.14), recuento de *Escherichia*  
106 *coli* (AOAC 991.14), recuento de *Salmonella* spp. (AOAC 967.26), enumeración de  
107 *Listeria monocytogenes* (AOAC 2013.10), enumeración de *Staphylococcus aureus*  
108 (AOAC 2003.07) y recuentos de mohos y levaduras (AOAC 997.02). Todos los ensayos  
109 se realizaron por triplicado.

#### 110 *2.4 Evaluación sensorial*

111 Treinta panelistas no entrenados, consumidores habituales de helados y estudiantes del  
112 último semestre de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, utilizaron una escala de  
113 calificación hedónica de 9 niveles (Lawless & Heymann, 2013) para evaluar apariencia,  
114 textura, sabor, gusto y aceptación general. La escala variaba desde la más alta (9 – “Me  
115 gusta mucho”) hasta la más baja (1 – “No me gusta mucho”). Brevemente, 40 g de cada  
116 muestra identificada con un código aleatorio de tres dígitos se sirvieron a -10 °C en vasos  
117 de plástico y se entregaron a los panelistas. Antes de la evaluación, los helados  
118 permanecían congelados a -18 °C.

#### 119 *2.5 Análisis estadístico*

120 Los datos se evaluaron mediante Análisis de Varianza unidireccional (ANOVA) y prueba  
121 de Tukey a un nivel de significancia de 0,05. Se empleó el software estadístico Minitab  
122 v. 19.2020.2 para realizar los análisis estadísticos. Todos los ensayos se realizaron por  
123 triplicado.

### 124 **3. Resultados y discusión**

#### 125 *3.1 Resultados de análisis químicos*

126 Todas las muestras de helado que contenían BF mostraron una reducción notable en el  
127 contenido de grasa en comparación con el helado de control (Tabla 2). El contenido de  
128 grasa disminuyó en 53,40%, 78,88% y 81,99% para T1, T2 y T3, respectivamente. Estos  
129 resultados concuerdan parcialmente con la reducción promedio del contenido de lípidos  
130 del 51% informada por Crizel et al. (2014), quienes utilizaron fibra de naranja procedente  
131 de sus cáscaras y bagazo como sustituto parcial de grasa en la elaboración de helados.  
132 Además, nuestros resultados se asemejan a los mencionados por Meneses et al. (2020),

133 quienes señalaron una disminución del contenido de grasa que va desde 28,49% hasta  
134 54,81% por utilizar subproductos lácteos en lugar de leche entera en helados.

135 **Tabla 2.** Resultados de análisis químicos

Componente	T1	T2	T3	C
Grasa total (%)	7,04±0,18 <sup>a</sup>	3,19±0,1 <sup>b</sup>	2,72±0,15 <sup>c</sup>	15,11±0,23 <sup>d</sup>
TDF (%)	14,0±0,06 <sup>a</sup>	18,0±0,09 <sup>b</sup>	24,0±0,07 <sup>c</sup>	ND
TS (%)	73,62±1,02 <sup>a</sup>	78,42±0,92 <sup>b</sup>	78,87±0,72 <sup>b</sup>	65,04±0,63 <sup>c</sup>

136 Medias de tres réplicas±desviación estándar. ND: No determinado. Medias con letras  
137 distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

138 El contenido de TDF del helado (Tabla 2) mostró un patrón muy similar a los valores de  
139 BF añadidos en cada formulación; esto sugiere fuertemente que el contenido de TDF  
140 encontrado en los helados experimentales se debe, en gran medida, a la fibra de bagazo  
141 de caña de azúcar añadida. Parte de nuestros hallazgos se relacionan con los expuestos  
142 por Barrionuevo et al. (2011), quienes reportaron un contenido de 12,51% de fibra total  
143 utilizando inulina en polvo como ingrediente en la elaboración de un helado de arándano  
144 con características prebióticas.

145 El contenido de TS de los helados (Tabla 2) varió significativamente entre formulaciones,  
146 excepto para T2 y T3. Los valores de TS de todas las formulaciones aumentaron con la  
147 adición de fibra de bagazo. Parcialmente similar a estos resultados, Akalin et al. (2018)  
148 y Erkaya et al. (2012) reportaron un aumento del 34,64% al 37,52% y del 29,31% al  
149 35,20% en el contenido de TS de helados elaborados con fibras obtenidas de diferentes  
150 fuentes naturales. Se ha informado de que un aumento del contenido de TS conlleva una  
151 reducción general del tamaño de los cristales de hielo (Flores & Goff, 1999). El  
152 mecanismo implicado señala que a mayor presencia de sólidos totales reducen la  
153 cantidad de agua disponible para la cristalización, reduciendo la cantidad total de hielo  
154 formado (Adapa et al., 2000). El tamaño de los cristales de hielo es un factor fundamental  
155 en la calidad sensorial de los helados, ya que está directamente relacionado con la  
156 obtención de una textura cremosa y la vida útil, ya que los cristales crecen  
157 constantemente por recristalización durante el almacenamiento (Cook & Hartel, 2010).

### 158 *3.2 Resultados de análisis microbiológicas*

159 Los resultados de los estudios microbiológicos se presentan en la Tabla 3. De acuerdo  
160 con los resultados, la adición de BF a las formulaciones no afectó ninguno de los  
161 parámetros microbiológicos evaluados. Además, cabe mencionar que todos los  
162 parámetros cumplen con los requisitos de la Norma Ecuatoriana para helados - INEN  
163 706:2013. De acuerdo con el Código Alimentario Argentino descrito en la legislación para  
164 helados, los recuentos de mohos y levaduras cumplieron. La conformidad con las normas

165 alimentarias, específicamente los requisitos microbiológicos, en los productos  
 166 alimenticios relacionados con los lácteos, como los helados, es esencial para  
 167 salvaguardar la seguridad alimentaria de los consumidores (Wolf-Hall & Nganje, 2017).

168 **Tabla 3.** Resultados de análisis microbiológicos

Parámetro	Unidad	T1	T2	T3	C	Requisito*
Aerobios mesófilos	UFC/g	4,2x10 <sup>1</sup>	4,4x10 <sup>1</sup>	4,5x10 <sup>1</sup>	4,3x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>4</sup>
Coliformes totales	NMP/g	3,5x10 <sup>1</sup>	3,8x10 <sup>1</sup>	3,4x10 <sup>1</sup>	3,7x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>
<i>E. coli</i>	NMP/g	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<i>Salmonella</i>		Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>L. monocytogenes</i>		Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>S. aureus</i>	UFC/g	1,0x10 <sup>1</sup>	1,0x10 <sup>1</sup>	1,0x10 <sup>1</sup>	1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>
Mohos y levaduras	UFC/g	10	10	10	10	<100 <sup>&amp;</sup>

169 \*Requisitos tomados de la Norma Ecuatoriana para helados - INEN 706:2013 (INEN,  
 170 2013). &Requisito considerado del Código Alimentario Argentino (Argentina, 2021).

### 171 3.3 Resultados de la evaluación sensorial

172 Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la Tabla 4. El control (C) fue  
 173 calificado como el helado con mayor aceptación sensorial, seguido de la formulación T1.  
 174 En cuanto al aspecto, la textura, el sabor y la aceptación general, no hay diferencias  
 175 significativas ( $p > 0,05$ ) entre el control y el helado que incluyó el 15% de BF (T1). Por  
 176 otro lado, las formulaciones experimentales compuestas por 20% y 25% de BF, T2 y T3,  
 177 respectivamente, tuvieron puntuaciones considerablemente más bajas en los cinco  
 178 atributos en comparación con el control. En estas dos muestras específicas, los  
 179 panelistas informaron de una desagradable sensación granulosa y grumosa que influyó  
 180 en la percepción global. Nuestros resultados coinciden con hallazgos anteriores  
 181 (Dervisoglu y Yazici, 2006; Siçramaz et al., 2016).

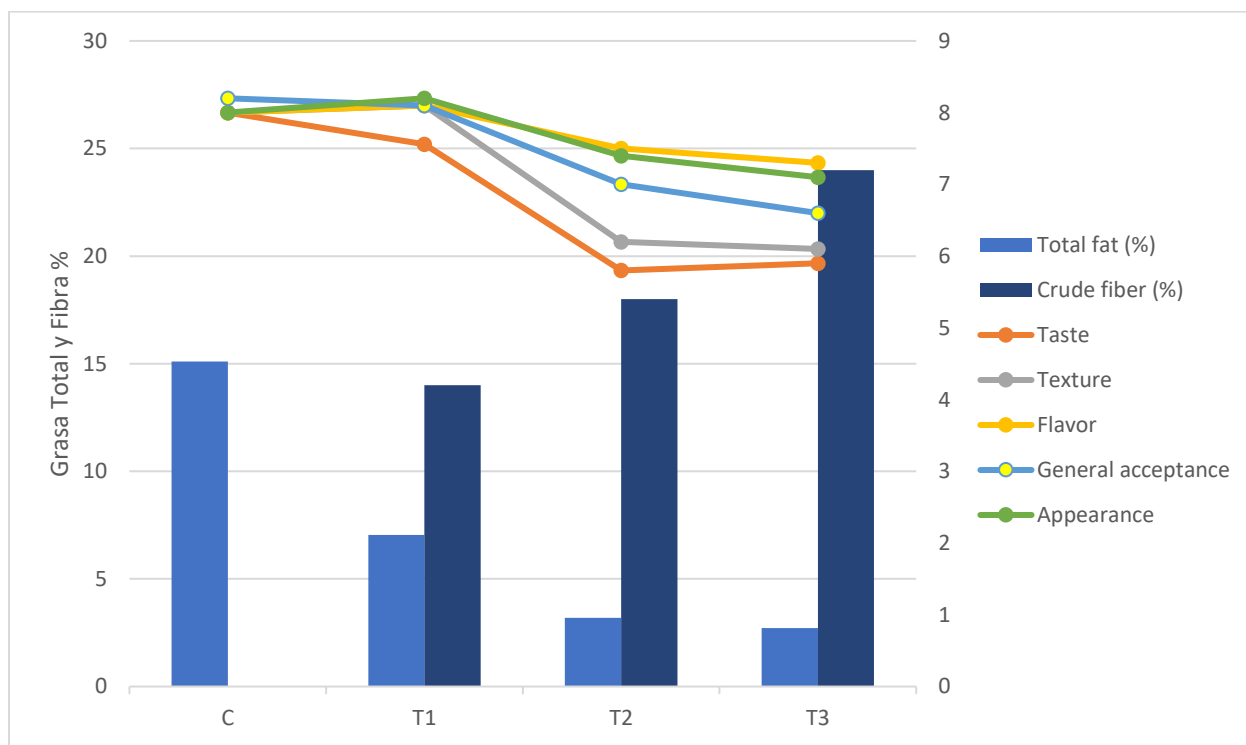
182 **Tabla 4.** Resultados de la evaluación sensorial

Parámetro sensorial	T1	T2	T3	C
Apariencia	8,2±0,72 <sup>a</sup>	7,4±1,32 <sup>bc</sup>	7,1±1,55 <sup>c</sup>	8,0±0,90 <sup>a</sup>
Sabor	7,56±0,87 <sup>b</sup>	5,8±1,09 <sup>c</sup>	5,9±1,49 <sup>c</sup>	8,0±0,84 <sup>a</sup>

Textura	8,1±0,87 <sup>a</sup>	6,2±1,61 <sup>b</sup>	6,1±1,43 <sup>b</sup>	8,0±1,23 <sup>a</sup>
Gusto	8,1±0,79 <sup>a</sup>	7,5±1,40 <sup>b</sup>	7,3±1,44 <sup>b</sup>	8,0±0,71 <sup>a</sup>
Aceptación general	8,1±0,81 <sup>a</sup>	7,0±1,34 <sup>b</sup>	6,6±1,29 <sup>c</sup>	8,2±0,76 <sup>a</sup>

183 Medias±desviación estándar. Medias con letras distintas en la misma fila indican  
184 diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

185 Como se muestra en la Figura 1, excepto en el parámetro del sabor, casi no hay  
186 diferencias entre el helado de control (C) y la formulación experimental T1. Se observa  
187 que la adición de BF afectó negativamente a los parámetros de sabor y textura,  
188 específicamente para las formulaciones experimentales T2 y T3, que sustituyeron la  
189 fuente de grasa (crema de leche) en un 20% y un 25%. Anteriormente, se ha declarado  
190 que la sustitución parcial de grasa por fibra dietética puede modificar los atributos  
191 sensoriales de los helados, en particular sus propiedades texturales. Sin embargo, su  
192 adición también influye positivamente en otros aspectos, como mejorar la capacidad de  
193 retención de agua, evitar la sinéresis y mejorar la vida útil (Akbari et al., 2019).



194  
195 Figura 1. Comparación de TDF versus parámetros sensoriales

## 196 Conclusión

197 La inclusión de fibra de bagazo de caña de azúcar aumento el contenido de fibra y redujo  
198 el contenido de grasa total en las formulaciones de helados, ambos son atributos  
199 promisorios en la fabricación de alimentos más saludables. La incorporación de 15% de

200 fibra de bagazo de caña de azúcar, en sustitución de crema de leche, no presentó  
201 diferencia estadística significativa en cuatro de los cinco parámetros sensoriales  
202 evaluados (apariencia, textura, sabor y aceptación general, excluyendo sabor). En  
203 conclusión, la fibra de bagazo de caña de azúcar puede ser revalorizada, incorporándola  
204 como fuente de fibra y sustituto parcial de grasa en la elaboración y desarrollo de  
205 productos alimenticios.

## 206 **Bibliografía**

207 Adapa, S., Schmidt, K. A., Jeon, I. J., Herald, T. J., & Flores, R. A. (2000). Mechanisms  
208 of ice crystallization and recrystallization in ice cream: A review. *Food Reviews*  
209 *International*, 16(3), 259-271. <http://dx.doi.org/10.1081/FRI-100100289>

210 Akalin, A. S., Kesenkas, H., Dinkci, N., Unal, G., Ozer, E., & Kınık, O. (2018). Enrichment  
211 of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture  
212 viability. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 37-46. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13468>

214 Akbari, M., Eskandari, M. H., & Davoudi, Z. (2019). Application and functions of fat  
215 replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 34-  
216 40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.036>

217 Anjali, P., & Vijayaraj, P. (2020). Functional food ingredients from old age cereal grains.  
218 In B. Prakash (Ed.), *Functional and preservative properties of phytochemicals* (pp. 47-  
219 92). London: Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818593-3.00002-6>

220 Argentina. (2021). Código Alimentario Argentino: Normas para producción, elaboración  
221 y circulación de alimentos para consumo humano en todo el país. Buenos Aires: Boletín  
222 Nacional.

223 Association of Official Agricultural Chemists - AOAC. (2012). *Official methods of analysis*  
224 *of AOAC International* (19th ed.). Maryland: AOAC International.

225 Balaji, A., Karthikeyan, B., & Raj, C. S. (2014). Bagasse fiber - the future biocomposite  
226 material: A review. *International Journal of Chemtech Research*, 7(1), 223-233.

227 Barrionuevo, M. R., Carrasco, J. M. N., Cravero, B. A. P., & Ramón, A. N. (2011).  
228 Formulation of a diet blueberry ice-cream with prebiotic characteristics. *Diaeta*, 29(134),  
229 23-28.

230 Bultman, S. J. (2014). Molecular pathways: Gene-environment interactions regulating  
231 dietary fiber induction of proliferation and apoptosis via Butyrate for cancer prevention.  
232 *Clinical Cancer Research*, 20(4), 799-803. <http://dx.doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-13-2483>

234 Cook, K. L. K., & Hartel, R. W. (2010). Mechanisms of ice crystallization in ice cream  
235 production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(2), 213-222.  
236 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00101.x>



237 Crizel, T. D. M., Araujo, R. R. D., Rios, A. D. O., Rech, R., & Flôres, S. H. (2014). Orange  
238 fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Science and Technology*, 34(2),  
239 332-340. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0057>

240 Dervisoglu, M., & Yazici, F. (2006). Note. The effect of citrus fibre on the physical,  
241 chemical and sensory properties of ice cream. *Food Science & Technology International*,  
242 12(2), 159-164. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013206064005>

243 Dotaniya, M. L., Datta, S. C., Biswas, D. R., Dotaniya, C. K., Meena, B. L., Rajendiran,  
244 S., Regar, K. L., & Lata, M. (2016). Use of sugarcane industrial by-products for improving  
245 sugarcane productivity and soil health. *International Journal of Recycling of Organic*  
246 *Waste in Agriculture*, 5(3), 185-194. <http://dx.doi.org/10.1007/s40093-016-0132-8>

247 Erkaya, T., Dağdemir, E., & Şengül, M. (2012). Influence of Cape gooseberry (*Physalis*  
248 *peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral  
249 concentrations of ice cream. *Food Research International*, 45(1), 331-335.  
250 <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.013>

251 Flores, A. A., & Goff, H. D. (1999). Ice crystal size distributions in dynamically frozen  
252 model solutions and ice cream as affected by stabilizers. *Journal of Dairy Science*, 82(7),  
253 1399-1407. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75366-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75366-X)

254 Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream* (7th ed.). New York: Springer.  
255 <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>

256 Gonçalves, P., & Martel, F. (2013). Butyrate and colorectal cancer: The role of butyrate  
257 transport. *Current Drug Metabolism*, 14(9), 994-1008.  
258 <http://dx.doi.org/10.2174/1389200211314090006>

259 Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on  
260 metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266-1289. <http://dx.doi.org/10.3390/nu2121266>

261 Lawless, H. T., & Heymann, H. (2013). *Sensory evaluation of food principles and*  
262 *practices* New York: Springer.

263 Lunn, J., & Buttriss, L. (2007). Carbohydrates and dietary fibre. *Nutrition Bulletin*, 32(1),  
264 21-64. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-3010.2007.00616.x>

265 Meneses, R. B., Silva, M. S., Monteiro, M. L. G., Rocha-Leão, M. H. M., & Conte-Junior,  
266 C. A. (2020). Effect of dairy by-products as milk replacers on quality attributes of ice  
267 cream. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10022-10035.  
268 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2020-18330>

269 Ötles, S., & Ozgoz, S. (2014). Health effects of dietary fiber. *Acta Scientiarum Polonorum.*  
270 *Technologia Alimentaria*, 13(2), 191-202. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2014.2.8>

271 Papandreou, D., Noor, Z. T., & Rashed, M. (2015). The role of soluble, insoluble fibers  
272 and their bioactive compounds in cancer: A mini review. *Food and Nutrition Sciences*,  
273 6(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.61001>

274 Servicio Ecuatoriano de Normalización - INEN. (2013). Ice cream. Requirements (NTE  
275 INEN 706:2013). Quito: INEN. Retrieved in 2023, May 26, from  
276 <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/> In Spanish.

277 Siçramaz, H., Ayar, A., & Ayar, E. (2016). The evaluation of some dietary fiber rich by-  
278 products in ice creams made from the traditional pudding - Kesme Muhallebi. Journal of  
279 Food Technology Research, 3(2), 105-109.  
280 <http://dx.doi.org/10.18488/journal.58/2016.3.2/58.2.105.109>

281 Skiba, M. B., Kohler, L. N., Crane, T. E., Jacobs, E. T., Shadyab, A. H., Kato, I.,  
282 Snetselaar, L., Qi, L., & Thomson, C. (2019). The association between prebiotic fiber  
283 supplement use and colorectal cancer risk and mortality in the women's health initiative.  
284 Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, 28(11), 1884-1890.  
285 <http://dx.doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-0326>

286 Soukoulis, C., Fisk, I. D., & Bohn, T. (2014). Ice cream as a vehicle for incorporating  
287 health-promoting ingredients: Conceptualization and overview of quality and storage  
288 stability. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(4), 627-655.  
289 <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12083>

290 Verma, D., Gope, P. C., Maheshwari, M. K., & Sharma, R. K. (2012). Bagasse fiber  
291 composites - a review. Journal of Materials and Environmental Science, 3(6), 1079-1092.

292 Wolf-Hall, C., & Nganje, W. (2017). Microbial food safety: A food systems approach  
293 Boston: CABI. Humans and microbes - risk analysis, pp. 29-38.  
294 <http://dx.doi.org/10.1079/9781780644806.0029>

295 Yadav, S., Gupta, G., & Bhatnagar, R. (2015). A review on composition and properties of  
296 bagasse fibers. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(5), 143-147.