

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

Máster Universitario en Tecnología y Calidad Agroalimentaria



Leche fermentada enriquecida con *Cinnamomum cassia* y *Cinnamomum verum* molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Convocatoria – 2021

AUTOR: Alexandra Estefanía Vargas Loza

DIRECTOR/ES: Marina Cano Lamadrid

Esther Sendra Nadal



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2020/2021

Director/es del trabajo
Marina Cano Lamadrid Esther Sendra Nadal

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Leche fermentada enriquecida con <i>Cinnamomum cassia</i> y <i>Cinnamomum verum</i> molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur
Alumno
Alexandra Estefanía Vargas Loza

Orihuela, a 13 de Septiembre de 2021

Firma/s tutores trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Leche fermentada enriquecida con *Cinnamomum cassia* y *Cinnamomum verum* molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur

Title: Fermented milk enriched with *Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum verum* ground: effect of cinnamon on fermentation and quality of yoghurt

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: Alexandra Estefanía Vargas Loza

Director/es/Advisor: Marina Cano Lamadrid/ Esther Sendra Nadal

Convocatoria: Septiembre 2021 (CUISA)

Month and year: Septiembre de 2021

Número de referencias bibliográficas/number of references: 33

Número de tablas/Number of tables: 5

Número de figuras/Number of figures: 3

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): leche fermentada, canela, *clean label*, I+D+i

Key words (5 words): fermented milk, cinnamon, *clean label*, I+D+i



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN (mínimo 10 líneas):

En el mercado se pueden encontrar principalmente dos tipos de canela: canela de Ceilán (*Cinnamomum verum*) y cassia (*Cinnamomum cassia*). A pesar de presentar apariencia similar, muestran características sensoriales y precio diferentes. Actualmente buena parte de los consumidores evitan o reducen el consumo de azúcar, en algunos alimentos la adición de canela puede aportar además del aroma característico, capacidad edulcorante y antioxidante. El objetivo principal es conocer la adecuación del uso de ambas especies de canela en diferentes concentraciones (0,5 % y 1,5%) en yogures realizados con una formulación estándar (leche entera esterilizada, 4 % leche en polvo desnatada) y un cultivo de yogur liofilizado con *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Lactobacillus lactis*. Los parámetros estudiados para evaluar la calidad tecnológica, funcional y sensorial fueron: curva de acidificación, análisis de pH, recuento de *Lactobacillus* y *Streptococcus*, sinéresis (composición del suero), color, textura, perfil de ácidos orgánicos y azúcares y ensayo de capacidad antioxidante, junto con la aceptación del consumidor. Al final de la vida útil (30 días) se realizaron las principales determinaciones para conocer la evolución durante el almacenamiento en refrigeración (4°C). El principal resultado obtenido fue que la especie *C. cassia* modificó la curva de acidificación y tuvo efecto inhibitorio sobre las poblaciones de *Streptococcus*. Además, afectó negativamente a la estabilidad del gel, la textura y el color. Desde el punto de vista tecnológico la adición de 0,5 % de canela de ambas especies es aceptable y solo lo es la concentración de 1,5 % de *C. verum*.

ABSTRACT (10 lines or more):

Two main types of cinnamon can be found on the market: Ceylon cinnamon (*Cinnamomum verum*) and cassia (*Cinnamomum cassia*). Although similar in appearance, they have different sensory characteristics and price. Currently, many consumers avoid or reduce sugar consumption, in some foods the addition of cinnamon can provide, in addition to the characteristic aroma, sweetening and antioxidant capacity. The main objective is to know the suitability of the use of both species of cinnamon in different concentrations (0.5 % and 1.5 %) in yoghurts made with a standard formulation (sterilized whole milk, 4 % skimmed milk powder) and a freeze-dried yoghurt culture with *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Lactobacillus lactis*. The parameters studied to evaluate the technological, functional and sensory quality were: acidification curve, pH analysis, *Lactobacillus* and *Streptococcus* count, syneresis (whey composition), color, texture, organic acids and sugars profile and antioxidant capacity test, together with consumer acceptance. At the end of the shelf life (30 days), the main determinations were carried out to know the evolution during storage under refrigeration (4°C). The main result obtained was that the *C. cassia* spice modified the acidification curve and had an inhibitory effect on *Streptococcus* populations. In addition, it negatively affected gel stability, texture and color. From a

technological point of view the addition of 0,5 % cinnamon of both species is acceptable and only the 1,5 % concentration of *C. verum* is acceptable.



II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria (CUISA)

Programa Científico

Fecha	16 de septiembre de 2021
8:45-9:00	Ceremonia de Apertura
9:00-9:45	Conferencia Inaugural: “Impacto de la genómica en investigación e innovación agroalimentaria”. Dr. Manuel Jamilena (Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería)
Sesión 1	Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal. Moderador: Dra. Nuria Alburquerque Ferrando (CEBAS-CSIC, Murcia)
	Presentaciones Orales
S1-O1 9:45-10:00	Mejora de la micropropagación en variedades de albaricoquero (<i>Prunus armeniaca</i> L.) mediante Sistemas de Inmersión Temporal. <i>C. Pérez-Caselles, L. Burgos, V. Origüela y N. Alburquerque.</i>
S1-O2 10:00-10:15	Efecto de la aplicación de ácido salicílico en precosecha sobre la calidad de pimiento verde en la recolección y conservación. <i>A. Rodríguez, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, P.J. Zapata y M. Giménez.</i>
S1-O3 10:15-10:30	Cultivo a media escala de líneas de tomate Muchamiel con resistencia a virus para su comercialización en Alicante. <i>P. Carbonell, J.A. Cabrera, J.F. Salinas, A. Grau, A. Alonso, J.J. Ruiz, S. García-Martínez.</i>
S1-O4 10:30-10:45	Introducción del gen <i>Ty-2</i> en el Programa de Mejora Genética de Variedades Tradicionales de Tomate del CIAGRO-UMH. <i>J.A. Cabrera, P. Carbonell, J.F. Salinas, A. Grau, A. Alonso, S. García-Martínez y J.J. Ruiz.</i>
S1-O5 10:45-11:00	Seguimiento de tres ensayos de tomate Muchamiel con resistencia a virus en el término municipal de Mutxamel durante el ciclo de primavera-verano 2021.

	<i>S. García-Martínez, J.M. Sánchez, A. Gómez, F. Hernández, M. Juárez, P. Guirao, A.M. Ortega, L. Noguera, A. Alonso, J.J. Ruiz.</i>
S1-06 11:00-11:15	Efecto de nanotubos de carbono sobre diferentes combinaciones de citoquininas en la proliferación in vitro del portainjertos Garnem. <i>J. A. Medina, F. Hernández y A. Galindo.</i>
Presentaciones en Póster	
S1-P1	Diferencias en fenoles, flavonoides, flavonoles y actividad antioxidante totales entre 24 cultivares de tápenas de dos subespecies, <i>spinosa</i> y <i>rupestris</i> . <i>M. Grimalt, M.S. Almansa, S. García, F. Hernández, P. Legua y A. Amorós.</i>
11:15-11:30	Pausa Café
Sesión 2	Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos. Moderador: Dr. Jesús García Brunton (IMIDA, Murcia)
Presentaciones Orales	
S2-01 11:30-11:45	Influencia del envejecimiento sobre la composición volátil y sensorial del vino tinto. <i>J. González-Sánchez, F. Burló y L. Noguera-Artiaga.</i>
S2-02 11:45-12:00	Estudio sobre calidad sensorial y aromática de vino tinto. <i>A. Grao-Ruiz, P. J. Zapata y L. Noguera-Artiaga.</i>
S2-03 12:00-12:15	Influencia de las propiedades del suelo en mostos de la variedad Monastrell en la Comarca del Noroeste-Región de Murcia. <i>M.A. Martínez, N. Martí y C. Paredes.</i>
S2-04 12:15-12:30	Efecto del tratamiento de limoneros con melatonina sobre la producción y calidad del fruto. <i>F. Badiche, M. Serrano, J.M. Valverde, A. Carrión-Antolí, D. Martínez-Romero, D. Valero, S. Castillo.</i>
S2-05 12:30-12:45	Los tratamientos con melatonina de cerezos 'Sweet Heart' aumentan el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto en la recolección y durante la conservación. <i>M.V. Arias A. Carrión, F. Garrido, J.M. Lorente, P.J. Zapata, D. Valero, M. Serrano.</i>
S2-06 12:45-13:00	La aplicación precosecha de jasmonato de metilo incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo de pimiento verde. <i>A. Dobón-Suárez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i>
S2-07 13:00-13:15	Caracterización temporal del limón mediterráneo para su aprovechamiento en la industria del zumo. <i>M.J. Rubio-Martínez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor, V. Serna-Escolano</i>

	<i>y P.J. Zapata.</i>
Sesión 3	Economía Agraria y Gestión de Empresas. Moderador: Dra. Margarita M. Brugarolas (UMH, Orihuela)
	Presentaciones Orales
S3-O1 13:15-13:30	Estudio a consumidores sobre la aceptación de carne de cordero trashumante. <i>A. Ros Almela, N. Godoy Morales y L. Martínez-Carrasco Martínez.</i>
S3-O2 13:30-13:45	Black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i>) breeding and processing company in Aranda de Duero (Burgos). <i>P. Saiz Valle, I. Blanco-Gutiérrez, L. Luna.</i>
S3-O3 13:45-14:00	Aspectos valorados por los consumidores a la hora de comprar o consumir ensaladas de IV gama. <i>J.M. Lorente, M. Serrano y M.T. Pretel.</i>
14:00-15:00	Pausa Comida
Sesión 4	Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal. Moderador: Dr. Alberto Atzori (UNISS, Sassari, Italia)
	Presentaciones Orales
S4-O1 15:00-15:15	Crioconservación de dos líneas de conejos seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada. <i>B. Ruiz, M.L. García y M.J. Argente.</i>
S4-O2 15:15-15:30	Conductas individuales y expresiones faciales en ovinos estabulados criados libres de parásitos gastrointestinales. <i>A.A. Luna Bojórquez, P.G. González Pech, F.A. Méndez Ortíz, C.A. Sandoval Castro, J.F.J. y Torres Acosta.</i>
S4-O3 15:30-15:45	Estudio del porcentaje de inclusión de subproducto de alcachofa (brácteas) en dietas de cabras lecheras para una producción sostenible y circular. <i>P. Monllor, R. Muelas, A. Roca, E. Sendra, J.R. Díaz y G. Romero</i>
	Presentaciones en Póster
S4-P1	Las actividades formativas del IFAPA en el sector ganadero, en la provincia de Almería. <i>S. Aparicio, A. González, V. Navarro, L. Lara, S. Parra, y M.C. García-García.</i>

Sesión 5	Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales. Moderador: Dr. José Antonio Sánchez Zapata (UMH, Elche)
	Presentaciones Orales
S5-01 15:45-16:00	Optimización de un método para evaluar la capacidad antifúngica de extractos de cianobacterias. <i>M.P. Marí, A.D. Asencio, M.T. Pretel y G. Díaz</i>
S5-02 16:00-16:15	Mejora de la sostenibilidad del cultivo de fresa: mecanismos fisiológicos desencadenados por bacterias PGP bajo condiciones subóptimas de fertilización. <i>E. Romano, J.V. García López, N.J. Flores-Duarte, S. Merino, J. Mesa-Marín, I.D. Rodríguez-Llorente, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo y E. Mateos-Naranjo.</i>
S5-03 16:15-16:30	Estudio de caracterización de suelos contaminados con ceniza volcánica y forraje destinado a consumo animal en la zona de Bilbao-Ecuador. <i>L. Carrera-Beltrán, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, V. H. Valverde, T. Albán-Guerrero, S. Ruiz- Illapa, C. Paredes y A.A. Carbonell-Barrachina.</i>
S5-04 16:30-16:45	Influencia de la micorrización con <i>Glomus sp.</i> sobre sustancias farmacológicamente activas en el cultivo de <i>Cistus albidus</i> L. <i>D. Raus de Baviera, E. Barraión-Catalán, A. Ruiz Canales, M. Losada-Echeberría y F. J. Álvarez-Martínez.</i>
S5-05 16:45-17:00	Especies de <i>Variovorax</i> asociadas al nódulo que mejoran el crecimiento y la nodulación de <i>Medicago sativa</i> en situaciones de estrés. <i>N.J. Flores-Duarte, J. Pérez-Pérez, E. Mateos-Naranjo, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo, I.D. Rodríguez-Llorente y S. Navarro-Torre.</i>
S5-06 17:00-17:15	Aplicaciones con poliaminas en floración y durante el desarrollo en el árbol reducen fisiopatías e incrementan la calidad de cereza (<i>Prunus avium</i> L.) de la IGP montaña de Alicante <i>M. Nicolás, M.C. Ruiz-Aracil, A. Carrión-Antolí, J.M. Lorente-Mento, J.M. Valverde y F. Guillén.</i>
S5-07 17:15-17:30	Climate Change, Food Crisis, Covid-19 in Mozambique. <i>Jérôme Etsong Mbang.</i>
	Presentaciones en Póster
S5-P1	Biofertilizantes: herramientas para optimizar la producción de fresa con reducciones de riego y fertilización química. <i>J.V. García López, N.J. Flores-Duarte, E. Romano, J. Mesa-Marín, I.D. Rodríguez-Llorente, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo y E. Mateos-Naranjo.</i>

S5-P2	Efecto de la aplicación de biofertilizantes basados en hongos micorrícicos y <i>Trichoderma harzianum</i> en el desarrollo de plantas de puerro. <i>G. Díaz, V. Fernández y P. Torres</i>
17:30-17:45	Pausa Café
Sesión 6	Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura. Moderador: Dr. Antonio Rosal Raya (UPO, Sevilla)
	Presentaciones Orales
S6-O1 17:45-18:00	Efectos del tipo de estiércol en la evolución de su co-compostaje con residuos vegetales y en la calidad agronómica del compost obtenido. <i>C. Santiago-Cubas y C. Paredes.</i>
S6-O2 18:00-18:15	Aplicación agronómica de los digeridos procedentes de residuos de frutas y verduras. <i>C. Álvarez, M.P. Bernal y R. Clemente.</i>
S6-O3 18:15-18:30	Importancia del manejo de pilas de compostaje en la evolución y calidad del compost en Liria (Valencia) <i>J.O. Medina Benavides, M.T. Fernández Suarez, A. Pérez Espinosa, M.D. Pérez Murcia y R. Moral.</i>
S6-O4 18:30-18:45	Caracterización de residuos orgánicos agrícolas y ganaderos generados en la provincia de Chimborazo (Ecuador) para el estudio de alternativas a su gestión actual. <i>V.H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, L. Carrera-Beltrán, S. Buri Tanguila, K. Salazar García y C. Paredes.</i>
S6-O5 18:45-19:00	Combined effect on substrate, plastic biofilm and earthworms (<i>Eisenia fetida</i>) in presence of different type of plastic material under vermicomposting. <i>Z. Emil Blesa, Marcela Pedraza-Torres, J.A. Sáez, J.C. Sánchez-Hernández y R. Moral.</i>
S6-O6 19:00-19:15	Efecto sobre la calidad del fruto del naranjo Navel v. Chislett Summer empleando varias opciones de manejo agronómico en una finca del sureste español. <i>S. Sánchez Méndez, E. Martínez Sabater, A. Pérez Espinosa, J. Sáez Tovar y R. Moral.</i>
S6-O7 19:15-19:30	Presencia de plaguicidas en mezclas iniciales y compost maduros de productores agroecológicos. El rol del compostaje en su eliminación. <i>A. García-Rández, M.T. Fernández-Suárez, M.D. Pérez-Murcia y R. Moral.</i>
	Presentaciones en Póster
S6-P1	Valorización de residuos de la industria agroalimentaria mediante compostaje.

	<i>C. Álvarez y M.A. Bustamante.</i>
--	--------------------------------------

Sesión 7	Instalaciones Industriales y Agrícolas. Moderador: Dr. Andrés Fernando Jiménez López (Universidad de los Llanos, Colombia)
	Presentaciones Orales
S7-O1 19:30-19:45	Diseño de un velocímetro de banda de rodadura para ensayo de velocidad máxima en ciclomotor de 2 ruedas (L1/L1e) en condiciones estáticas. <i>M.M. Paricio-Caño y M. Ferrández-Villena.</i>
	Presentaciones en Póster
S7-P1	Empleo de nariz, lengua y ojo electrónicos de bajo coste para el monitoreo de procesos agroalimentarios <i>M. Fernández, M. Ferrández-Villena, M. Oates, C. Molina, A. Conesa, J. Ramos, N. Abu Khalaf y A. Ruiz Canales.</i>
S7-P2	Empleo de nariz electrónica de bajo coste en el monitoreo de colmenas de abejas <i>E. González, M.A. Madueño y A. Ruiz Canales.</i>
19:45-20:15	Presentaciones de los Pósteres del día 1 (Sesiones 1-7)
Fecha	17 de septiembre de 2021
Sesión 8	Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura. Moderador: Dr. Alejandro Galindo Egea (Departamento de Agronomía, Universidad de Sevilla)
	Presentaciones Orales
S8-O1 9:00-9:15	Estimación de la huella de carbono: caso práctico en diez Comunidades de Regantes. Estrategias para su reducción. <i>S. Colino Jiménez, A. Melián Navarro y A. Ruiz Canales.</i>
S8-O2 9:15-9:30	Obtención automática del punto de capacidad de campo a través de sensores de humedad de suelo. <i>M. Soler-Méndez, D. Parras-Burgos, A. Cisterne-López, E. Mas-Espinosa, J.M. Molina-Martínez y D. Intrigliolo.</i>
S8-O3 9:30-9:45	Aplicaciones de teledetección para la mejora del riego de granado en la Vega Baja del Segura (Alicante, España). <i>J. Solano-Jimenez, S. Rodriguez-Cámara, H. Puerto-Molina y J.M. Cámara-Zapata.</i>
	Presentaciones en Póster

S8-P1	<p>Determinación de la variación de la huella hídrica y la huella de carbono en una comunidad de regantes como medida de la mejora medioambiental de las instalaciones. Aplicación a un caso de estudio.</p> <p><i>F. López Peñalver, J. Chazarra Zapata, A. Melián Navarro y A. Ruiz Canales.</i></p>
Sesión 9	Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural.
	Moderador: Dra. María Dolores de Miguel (UPCT, Cartagena)
	Presentaciones Orales
S9-O1 9:45-10:00	<p>Caracterización edafológica de los suelos de la comarca “La Marina Alta” para determinar su capacidad vitícola.</p> <p><i>B. López, E. Martínez-Sabater, M.A. Molina-Huertas y C. Paredes.</i></p>
S9-O2 10:00-10:15	<p>Diversidad social y agroambiental en los paisajes mediterráneos costeros: el ENP La Muela y Cabo Tiñoso (Cartagena – Murcia).</p> <p><i>J. Martínez Sánchez y L. Martínez-Carrasco Martínez.</i></p>
S9-O3 10:15-10:30	<p>Gotas de tierra: Mejora de las parcelas de cultivo, la equidad y seguridad alimentaria de mujeres rurales en Colombia desde la perspectiva de los ODS.</p> <p><i>P. Espitia-Zambrano y J.A. Pérez-Álvarez.</i></p>
	Presentaciones en Póster
S9-P1	<p>Peligrosidad del combustible en la Región de Murcia. El abandono de los cultivos agrícolas incrementa el riesgo de incendio en la interfaz urbano-forestal</p> <p><i>J.F. Sarabia y M.T. Pretel.</i></p>
S9-P2	<p>Desarrollo territorial en las marismas de la margen izquierda del Guadalquivir.</p> <p><i>M.A. Falcón Sánchez</i></p>
Sesión 10	Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal.
	Moderador: Dr. José Manuel Lorenzo Rodríguez (Centro Tecnológico de la Carne, CTC, Galicia)
	Presentaciones Orales
S10-O1 10:30-10:45	<p>Reformulación de hamburguesas de ternera con geles de emulsiones de agua y aceites vegetales.</p> <p><i>A. Gea-Quesada, E. Sayas-Barberá, C. Botella-Martínez y M. Viuda-Martos.</i></p>
S10-O2 10:45-11:00	<p>Aplicación de un subproducto de mango como antioxidante en un producto cárnico.</p> <p><i>L. Morocho, F. Reyes, M.C. Guamán-Balcázar</i></p>
11:00-11:15	Pausa Café

S10-O3 11:15-11:30	<p>Caracterización de queso curado de oveja con y sin DOP Manchego basado en el perfil de compuestos volátiles, pH, humedad y ATR-FTIR.</p> <p><i>R. Pesci de Almeida, K. A. Iglar, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, A. Beltrán y A. Valdés.</i></p>
S10-O4 11:30-11:45	<p>Reducción parcial de sal y grasa en salchichas tipo Frankfurt con adición de harinas de <i>Agaricus bisporus</i> y <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p> <p><i>M.I. Cerón-Guevara, E. Rangel-Vargas, J.M. Lorenzo, R. Bermúdez, M. Pateiro, J.A. Rodríguez, I. Sánchez-Ortega y E.M. Santos.</i></p>
S10-O5 11:45-12:00	<p>Efecto de la incorporación un coproducto de semillas de chía a un embutido sobre las propiedades fisicoquímicas durante la etapa secado-maduración.</p> <p><i>J. García-Martín, A. Roldán-Verdú y J.A. Pérez-Álvarez.</i></p>
Presentaciones en Póster	
S10-P1	<p>Modificación del perfil lipídico en salchichas tipo Frankfurt mediante una emulsión gelificada a base de trigo sarraceno y aceite de cáñamo.</p> <p><i>C. Botella-Martínez, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez y M. Viuda-Martos.</i></p>
S10-P2	<p>Aplicación de agentes de carga de aceite de oliva para desarrollar salchichas Frankfurt saludables y sostenibles.</p> <p><i>T. Pintado, A.M. Herrero y C. Ruiz-Capillas.</i></p>
Sesión 11	<p>Postcosecha y procesado de productos vegetales.</p> <p>Moderador: Dr. Lorenzo Ángel Zacarías (IATA, Valencia)</p>
Presentaciones Orales	
S11-O1 12:00-12:15	<p>Efectos del tratamiento en precosecha con melatonina sobre los parámetros de calidad en granada 'Mollar de Elche'.</p> <p><i>F. Garrido, J.M. Lorente-Mento, D. Valero y M. Serrano.</i></p>
S11-O2 12:15-12:30	<p>Proteína PeAfpA: optimización de su producción biotecnológica y aplicación en patosistemas postcosecha.</p> <p><i>C. Roperó, J.F. Marcos y P. Manzanares.</i></p>
S11-O3 12:30-12:45	<p>Sustancias de origen natural frente a compuestos comerciales de origen artificial: efecto sobre la prolongación del almacenamiento refrigerado de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) y el mantenimiento de compuestos bioactivos.</p> <p><i>E. Bernabé-García, M.C. Ruiz-Aracil, F. Guillén y J.M. Valverde.</i></p>
S11-O4 12:45-13:00	<p>Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad durante el almacenamiento de aguacate (<i>Persea americana</i> M.).</p> <p><i>M.I. Madalina-Ilea, M.C. Ruiz-Aracil, J.M. Valverde, M. Nicolás y F.</i></p>

	<i>Guillén.</i>
S11-O5 13:00-13:15	Aprovechamiento de un subproducto de la industria de aceituna para el desarrollo de alimentos con un valor añadido. <i><u>M. Ródenas</u>, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i>
S11-O6 13:15-13:30	Mejora de la conservación de la granada “Mollar de Elche” mediante tratamientos precosecha con Jasmonato de Metilo. <i><u>A.M. Codes-Alcaraz</u>, A. Dobón-Suárez, M.E. García-Pastor y S. Castillo.</i>
S11-O7 13:30-13:45	Efecto de la aplicación postcosecha de nitroprusiato de sodio sobre la calidad de limón ecológico. <i><u>A. Del Cerro</u>, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.</i>
S11-O8 13:45-14:00	Melatonina aplicada como tratamiento en campo incrementa los sistemas antioxidantes en las cerezas ‘Prime Giant’. <i><u>A. Carrión-Antolí</u>, F. Badiche, J.M. Lorente-Mento, F. Guillén, S. Castillo, M. Serrano y D. Valero.</i>
14:00-15:00	Pausa comida
Sesión 11- Continuación	Postcosecha y procesado de productos vegetales. Moderador: Dr. Salvador Castillo (UMH, Orihuela)
S11-O9 15:00-15:15	Eliminación de etileno con un reactor de luz ultravioleta con titanio y su efecto sobre brócoli en condiciones de conservación. <i><u>A. Guirao</u>, P. García-Ponsoda, S. Castillo, F. Guillén, M. Serrano y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O10 15:15-15:30	Efecto de una trampa de ozono acoplada a un eliminador de etileno fotocatalítico: caso práctico en tomate Raf. <i><u>P. García-Ponsoda</u>, A. Guirao, J.M. Valverde, D. Valero y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O12 15:30-15:45	Evaluación de las condiciones de almacenamiento de hojas de <i>Aloe vera</i> para su comercialización en fresco. <i><u>A. Campaña</u>, P. García-Ponsoda, A. Guirao y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O13 15:45-16:00	Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.): aptitud para cuarta gama. <i><u>M. Giménez-Berenguer</u>, M. J. Giménez, P. Carbonell, J. A. Cabrera y P. J. Zapata.</i>
Sesión 12	Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud. Moderador: Dra. María José Frutos Fernández (UMH, Orihuela)
	Presentaciones Orales

S12-O1 16:00-16:15	Esteroles vegetales en matrices líquidas: obtención e incorporación en una bebida de frutas. <i>M. Álvarez-Henao, J. Londoño-Londoño y C. Jiménez-Cartagena.</i>
S12-O2 16:15-16:30	Efecto de endulzantes alternativos sobre la biodisponibilidad y bioactividad de antocianos y flavanonas de una bebida de maqui-limón. <i>V. Agulló, R. Domínguez-Perles y C. García-Viguera.</i>
S12-O3 16:30-16:45	Influencia de edulcorantes sobre compuestos bioactivos en un sistema modelo. <i>A. Bica, V. Agulló y C. García-Viguera.</i>
S12-O4 16:45-17:00	Microencapsulación de <i>L. Plantarum</i> en cápsulas simples y de doble capa: efecto de las condiciones térmicas y la digestión gastrointestinal sobre la viabilidad probiótica. <i>E. López-Martínez, M.J. Frutos y E. Valero-Cases.</i>
17:00-17:15	Pausa Café
S12-O5 17:15-17:30	Variabilidad de los parámetros de calidad funcional y sensorial de la canela molida. <i>C. Muñoz-Ezcurra, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, F. Hernández y L. Lipan.</i>
S12-O6 17:30-17:45	Comparación de distintos parámetros de quesos curados de oveja DOP Manchego (Denominación de Origen Protegida) vs no-DOP. <i>K. A. Iglér Marí, E. Sendra, A. Valdés García, A. Beltrán Sanahuja, R. Pesci De Almeida y M. Cano Lamadrid.</i>
S12-O7 17:45-18:00	Leche fermentada enriquecida con <i>Cinnamomum cassia</i> y <i>Cinnamomum verum</i> molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur. <i>A. E. Vargas, M. Cano y E. Sendra.</i>
S12-O8 18:00-18:15	Caracterización de las flores y estigmas de <i>Crocus sativus</i> L. argelino y su valor como alimento. <i>R. Vicente, D. Cerdá, E. Valero y M.J. Frutos.</i>
S12-O9 18:15-18:30	Estudio del grado de implementación de Clean Label en alimentos de gran consumo en España: propuestas de mejora. <i>N. Jiménez-Redondo, M. Cano-Lamadrid y J. M. Valverde.</i>
S12-O10 18:30-18:45	Elaboración de cerveza artesana sin alcohol enriquecida funcionalmente con brotes de brócoli ecológico. <i>J. Gerth, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.</i>
S12-O11 18:45-19:00	Revisión científica y visión del sistema de alertas RASFF del contenido de metales pesados en alimentos. <i>R.M. Franco-Calderón, E. Sendra y M. Cano-Lamadrid.</i>
	Presentaciones en Póster
S12-P1	Composición nutricional y actividad antioxidante del azafrán (<i>Crocus sativus</i> , L.) y sus subproductos florales para el desarrollo de nuevos

	<p>ingredientes funcionales.</p> <p><u>D. Cerdá-Bernad</u>, E. Valero-Cases y M.J. Frutos .</p>
S12-P2	<p>Alteración de la microbiota intestinal en pacientes con COVID-19.</p> <p>P. Bersano-Reyes y G. Nieto-Martínez.</p>
S12-P3	<p>Aplicación de subproducto de mango como antioxidante en un producto de panadería.</p> <p><u>J. Rueda</u>, N. Ortega y M. Guamán.</p>
S12-P4	<p>Caracterización de compuestos bioactivos de las semillas de dos cultivares de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. en condiciones homogéneas de cultivo.</p> <p><u>L. Andreu-Coll</u>, J. Kolniak-Ostek, A. Kita, J. Miedzianka, P. Legua y F. Hernández.</p>
S12-P5	<p>Desarrollo de galletas funcionales sin gluten adaptadas a los requerimientos nutricionales de celíacos.</p> <p><u>C. Campuzano</u> y G. Nieto.</p>
19:00-20:00	Presentaciones de los Pósteres del día 2 (Sesiones 8-12)
20:00-20:30	Ceremonia de Clausura

Dr. Santiago García-Martínez (Presidente del Comité Organizador)
Dra. María Serrano (Presidenta del Comité Científico)

Leche fermentada enriquecida con *Cinnamomum cassia* y *Cinnamomum verum* molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur

A. E. Vargas¹, M. Cano-Lamadrid¹ y E. Sendra¹

¹Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra de Beniel km 3,2. Orihuela, Alicante. 03312. E-mail:

Alexandra.vargas@goumh.umh.es

Resumen

En el mercado se pueden encontrar principalmente dos tipos de canela: canela de Ceilán (*Cinnamomum verum*) y cassia (*Cinnamomum cassia*). A pesar de presentar apariencia similar, muestran características sensoriales y precio diferentes. Actualmente buena parte de los consumidores evitan o reducen el consumo de azúcar, en algunos alimentos la adición de canela puede aportar además del aroma característico, capacidad edulcorante y antioxidante. El objetivo principal es conocer la adecuación del uso de ambas especies de canela en diferentes concentraciones (0,5 % y 1,5%) en yogures realizados con una formulación estándar (leche entera esterilizada, 4 % leche en polvo desnatada) y un cultivo de yogur liofilizado con *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Lactobacillus lactis*. Los parámetros estudiados para evaluar la calidad tecnológica, funcional y sensorial fueron: curva de acidificación, análisis de pH, recuento de *Lactobacillus* y *Streptococcus*, sinéresis (composición del suero), color, textura, perfil de ácidos orgánicos y azúcares y ensayo de capacidad antioxidante, junto con la aceptación del consumidor. Al final de la vida útil (30 días) se realizaron las principales determinaciones para conocer la evolución durante el almacenamiento en refrigeración (4°C). El principal resultado obtenido fue que la especie *C. cassia* modificó la curva de acidificación y tuvo efecto inhibitorio sobre las poblaciones de *Streptococcus*. Además, afectó negativamente a la estabilidad del gel, la textura y el color. Desde el punto de vista tecnológico la adición de 0,5 % de canela de ambas especies es aceptable y solo lo es la concentración de 1,5 % de *C. verum*.

Palabras clave: leche fermentada, canela, *clean label*, I+D+i

Fermented milk enriched with *Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum verum* ground: effect of cinnamon on fermentation and quality of yoghurt

Abstract

Two main types of cinnamon can be found on the market: Ceylon cinnamon (*Cinnamomum verum*) and cassia (*Cinnamomum cassia*). Although similar in appearance, they have different sensory characteristics and price. Currently, many consumers avoid or reduce sugar consumption, in some foods the addition of cinnamon can provide, in addition to the characteristic aroma, sweetening and antioxidant capacity. The main objective is to know the suitability of the use of both species of cinnamon in different concentrations (0.5 % and 1.5 %) in yoghurts made with a standard formulation (sterilized whole milk, 4 % skimmed milk powder) and a freeze-dried yoghurt culture with *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Lactobacillus lactis*. The parameters studied to evaluate the technological, functional and sensory quality were: acidification curve, pH analysis, *Lactobacillus* and *Streptococcus* count, syneresis (whey composition), color, texture, organic acids and sugars profile and antioxidant capacity test, together with consumer acceptance. At the end of the shelf life (30 days), the main determinations were carried out to know the evolution during storage under refrigeration (4°C). The main result obtained was that the *C. cassia* spice modified the acidification curve and had an inhibitory effect on *Streptococcus* populations. In addition, it negatively affected gel stability, texture and color. From a technological point of view the addition of 0.5 % cinnamon of both species is acceptable and only the 1.5 % concentration of *C. verum* is acceptable.

Keywords: fermented milk, cinnamon, *clean label*, I+D+i

Introducción y/o Justificación

Los productos lácteos fermentados poseen propiedades funcionales, elevado valor nutricional y buenas características sensoriales que son populares en el mercado. En general los productos lácteos fermentados se pueden clasificar, según el método de fermentación y/o procesamiento, en tres tipos

diferentes: fermentación láctica en la que se emplean BAL (Bacterias Ácido Lácticas) mesófilas o termófilas, fermentación alcohol-láctica que implica levaduras y BAL; y fermentación láctica con moho. Todos los productos son el resultado final de la fermentación de lactosa en ácido láctico primordialmente (Surono, 2021). El yogur es el producto lácteo fermentado más popular y es originario de los Balcanes y el Mediterráneo Oriental. Se puede elaborar con leche homogeneizada, semidesnatada o desnatada. Es un gel de leche ácido que se origina de la fermentación por bacterias lácticas iniciadoras como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* las cuales transforman la lactosa de la leche en ácido láctico. Además, los azúcares de la leche también son hidrolizados por las mismas bacterias (Najgebauer-Lejko *et al.*, 2020). El yogur es un producto lácteo nutritivo, fuente de vitaminas, minerales y calcio necesarios para la salud de los dientes, los huesos y el sistema inmunológico (El-Abbadi *et al.*, 2014). Hay estudios que relacionan el consumo de yogur con una reducción en el riesgo de enfermedades intestinales y favorecimiento de la salud intestinal (Widayat *et al.*, 2020). Los suplementos añadidos al yogurt pueden potenciar el valor nutricional de las leches fermentadas pero las propiedades de textura, aroma y acidez y la falta de separación del suero son características cruciales para la aceptación de los consumidores. Debido a la compleja estructura, los yogures son susceptibles a daños irreversibles como resultado de la acción de la temperatura, tiempo y fuerzas de corte (Najgebauer-Lejko *et al.*, 2020).

Los yogures son productos lácteos que tienen una concentración potencialmente alta de azúcar agregada, lo que desafía a la industria a producir yogur con bajo contenido de azúcar sin sacrificar el sabor (McCain *et al.*, 2018). Se ha potenciado el uso de alternativas más saludables al azúcar ya que el consumo de alimento procesados industrialmente con elevado contenido de azúcar está relacionado con el aumento de casos de diabetes, obesidad, síndrome metabólico, enfermedades cardíacas, entre otras complicaciones de salud (Anari *et al.*, 2017; Jensen *et al.*, 2018; Mojto *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2017). Por todo ello, la tendencia de los productos alimenticios "clean label" está en aumento, en la que los consumidores exigen productos con etiquetas que contienen ingredientes que son familiares, lo que lleva a los fabricantes de yogur a disminuir e incluso eliminar el uso de aditivos artificiales y agentes conservantes (Wan *et al.*, 2021). De esta forma la adición de canela en polvo para darle sabor al yogur puede funcionar como una alternativa al uso de saborizantes y edulcorantes alimentarios, satisfaciendo así esta demanda y contribuyendo a aumentar las opciones del consumidor (Behrad *et al.*, 2009; Helal & Tagliazucchi, 2018; Tang *et al.*, 2020). Por lo tanto, el uso de edulcorantes naturales puede ayudar a la industria láctea en el desarrollo de yogures sin la adición de sacarosa.

El género *Cinnamomum* (familia *Lauraceae*) contiene más de 300 árboles y arbustos aromáticos de hoja perenne. Cuatro especies tienen una gran importancia económica por sus múltiples usos culinarios como especias comunes en todo el mundo: *Cinnamomum zeylanicum* (sinónimo de *Cinnamomum verum*), *Cinnamomum loureiroi* (conocida como canela vietnamita), *Cinnamomum burmanni* (conocida como canela de Indonesia) y *Cinnamomum aromaticum* (sinónimo de *Cinnamomum cassia*) (Nabavi *et al.*, 2015). La canela posee actividades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y antimicrobianas (Kaskatepe *et al.*, 2016; Kuspradini *et al.*, 2016; Tung *et al.*, 2008; Unlu *et al.*, 2010). Los compuestos de la canela consisten principalmente en polímeros de procianidina tipo A, ácido cinámico, cinamaldehído y cumarina (Silva *et al.*, 2019).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la adición de dos especies de canela en polvo, *Cinnamomum cassia* y *Cinnamomum verum*, en diferentes concentraciones (0,5 % y 1,5%) en yogures así como su validez tecnológica tras la finalización de la vida útil y su aceptación sensorial mediante un estudio de consumidores sobre los atributos sensoriales, propiedades fisicoquímicas y tecnológicas.

Material y Métodos

- Preparación yogur

Se utilizó 4 % de leche en polvo desnatada (HACENDADO) y leche entera UHT (3,5% materia grasa, HACENDADO). Se empleó un fermento láctico liofilizado concentrado de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (CHOOZIT™ MY800, Danisco France SAS, Dangé-Saint-Romain, Francia) en la concentración recomendadas por el proveedor. Se prepararon las siguientes formulaciones de yogures en 2 producciones independientes: Cs0,5 (Canela *cassia* al 0,5%), Cs1,5 (Canela *cassia* al 1,5%),

Cy0,5 (Canela *verum* al 0,5%) y Cy1,5 (Canela *verum* al 1,5%). De cada formulación se prepararon 6 duquesitas, de las cuales 3 se reservaron para realizar los análisis tras 30 días de almacenamiento (T30). El resto de procesado se siguió según la Figura 1.

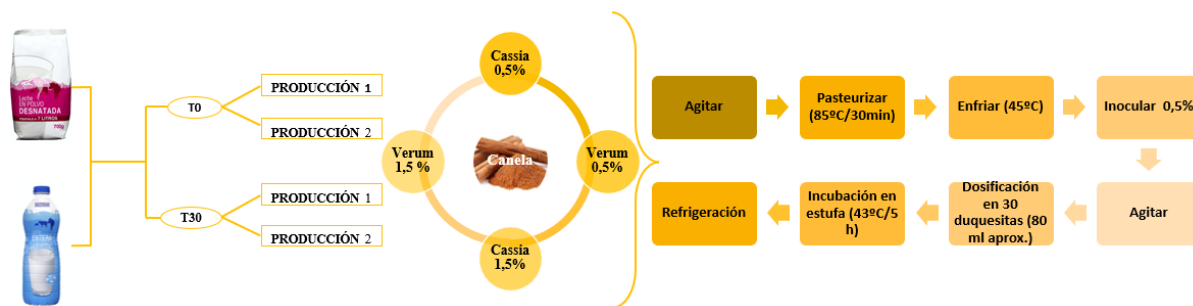


Figura 1. Diseño experimental para la elaboración y caracterización de yogur enriquecido con canela.

- Análisis físico-químico y microbiológico

Se estudió el espacio de color CIEL*a*b de los yogures y se evaluaron las coordenadas L* (luminosidad), a* (verde-rojo) y b* (azul-amarillo) mediante un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón), con un accesorio líquido CR-A70 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón), con iluminante D65 y un observador de 10°. Se determinó el pH usando un medidor de pH (GLP Crison, Alella, España) y se utilizó agar MRS (Man Rogosa Sharpe) para los recuentos de lactobacilos (incubados 48 h, 45°C, microaerofilia), M17 para los lactococos (24 h, 37°C, aerobiosis) y agar Rosa de Bengala para mohos y levaduras (72 h, 26°C, aerobiosis).

- Perfil de textura y estabilidad del gel

El análisis de textura de los yogures se llevó a cabo en un analizador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, Reino Unido) conectado a un ordenador personal. Se utilizó una sonda cilíndrica de ebonita de 10mm de diámetro y una célula de carga de 25 kg. La estabilidad del gel se evaluó cuantificando el desuerado espontáneo (ml liberados en reposo) y la sinéresis por centrifugación según el método propuesto por Morgan *et al.* (2003).

- Ácidos orgánicos y azúcares, contenido fenólico total (TPC), capacidad antioxidante

Los contenidos de ácidos orgánicos y azúcares se analizaron mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) según el método propuesto por Trigueros *et al.* (2012). El método de extracción para la determinación del contenido en polifenoles totales se basa en el método descrito por Li *et al.* (2009) y para determinar el contenido de polifenoles totales se utilizó el método originalmente propuesto por Folin en 1927, modificado por Singleton y Rossi (1965) con algunas modificaciones citadas por Kim *et al.* (2003). Para la determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH se empleó el método descrito por Brand-Williams *et al.* (1995).

- Análisis sensorial y estadístico

El análisis descriptivo y el estudio de consumidores se realizó siguiendo la metodología publicada previamente por Sendra *et al.* (2008) y Clemente-Villalba *et al.* (2021), respectivamente, con algunas modificaciones. El análisis estadístico y la comparación entre media se realizó con el paquete estadístico SPSS facilitado por el AULA VIRTUAL de la Universidad Miguel Hernández. El estudio estadístico se realizó mediante un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor (tipo y concentración de canela y tiempo de almacenamiento) y para un nivel de significancia (α) de 0,05. Se aplicó el análisis post hoc de la diferencia mínima significativa de Tukey.

Resultados y Discusión

Según el Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt, estos deben alcanzar un pH igual o inferior de 4,6. El pH de los yogures con 0,5% de canela fue similar al pH de los yogures control, alcanzando a las 8 horas de incubación, junto a las muestras de 1,5% de canela *verum*, el pH establecido. Behrad *et al.* (2009) también concluyeron que la adición de cortezas de tallo de canela al 10% de extracto acuoso al 6% no modificaba la fermentación del yogur, y del mismo modo Bakr y Salihin (2013) en la adición de extracto acuoso de canela *verum* 0,1 g ml⁻¹ en la leche de cabra, vaca y camello. Sin embargo, se produjo un retraso

elevado en la acidificación de las muestras con canela *cassia* al 1,5%, probablemente debido a la presencia del cinamaldehído (Silva *et al.*, 2019), un compuesto antimicrobiano de la canela.

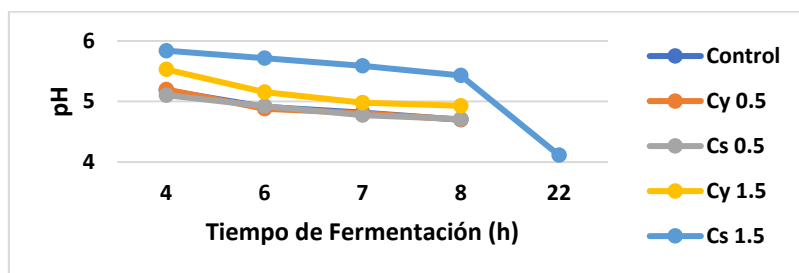


Figura 2. Cambios en el pH de los yogures durante el tiempo de incubación.

El contenido y tipo de canela modificaron significativamente los parámetros de textura (Tabla 1) ($p < 0,001$). Valores elevados de fuerza máxima y trabajo de penetración, junto con largas distancias de fractura son indicadores de un producto firme que ofrece resistencia a la rotura del cual se espera una consistencia firme en boca. En este estudio se observa una relación no dependiente respecto a la presencia de canela: son más firmes los yogures con ambas canelas al 0,5% que al 1,5. El yogur con *C. cassia* al 1,5% presentó la mayor fuerza máxima pero escasa distancia de fractura y un trabajo para fractura mínimo, menos estable fue incluso el de 1,5% *C. verum*. Esto es un indicador de que la canela afecta a la estructura interna del gel como explicaremos al comentar la sinéresis, especialmente elevada en yogures con 1,5% de canela. Otras especias en polvo, como el jengibre sí refuerzan la estabilidad del gel en yogur de leche de vaca con jengibre en polvo, donde a mayor fuerza máxima, menor porcentaje de sinéresis se obtenía (Felfoul *et al.*, 2017). Tras el almacenamiento, las propiedades texturales de los yogures permanecieron casi intactas, salvo un aumento en la distancia de rotura ($p < 0,01$) en yogur con 1,5% de *C. verum*. Es importante destacar que la canela muestra características de flujo viscoso o mucilaginoso (el mucílago es una sustancia espesa y pegajosa producida por las plantas) durante el procesamiento, probablemente debido a los carbohidratos con un grado de polimerización superior a 200, como el arabinosilano, el β -glucano y la pectina (Pederson, 2017).

Tabla 1. Textura de las muestras a T0 Y T30.

MUESTRA		Distancia de Rotura (mm)	Fuerza Máxima (g)	Trabajo Total (g×mm)
ANOVA		***	***	***
Control		14,82 ± 0,17 ^a	25,011 ± 0,94 ^c	280,35 ± 16,79 ^b
0,5Cs		14,91 ± 0,057 ^a	28,72 ± 1,3 ^b	346,23 ± 15,65 ^a
0,5Cy		14,85 ± 0,11 ^a	22,46 ± 0,89 ^c	270,35 ± 7,97 ^b
1,5Cs		3,48 ± 2,23 ^b	50,34 ± 6,03 ^a	97,34 ± 66,18 ^d
1,5Cy		7,42 ± 5,94 ^b	15,023 ± 12,37 ^d	172,91 ± 94,86 ^c
ANOVA respecto a T0				
Control	NS/***/***	14,91 ± 0,083	28,94 ± 1,69	323,17 ± 14,1
0,5Cs	NS/NS/NS	14,89 ± 0,13	29,51 ± 0,98	349,28 ± 11,96
0,5Cy	NS/NS/NS	14,86 ± 0,15	23,12 ± 2,59	266,84 ± 25,87
1,5Cs	NS/NS/NS	2,86 ± 0,54	48,09 ± 3,75	78,98 ± 21,75
1,5Cy	**/NS/NS	12,44 ± 4,83	28,84 ± 11,34	237,28 ± 102,96

Abreviaturas: 0,5Cs, yogur con 0,5% de canela *cassia*; 0,5Cy, yogur con 0,5% de canela *verum*; 1,5Cs, yogur con 1,5% de canela *cassia*; 1,5Cy, yogur con 1,5% de canela *verum*. Los datos son medias ± desviación estándar; diferentes letras en superíndice minúsculas dentro de la misma columna indican que las medias difieren significativamente ($p < 0,05$). Los datos de ANOVA respecto a T0 se leen horizontalmente, donde cada corresponde a cada parámetro de la formulación que corresponde.

La determinación de la calidad de los alimentos generalmente depende de numerosos factores como lo son el color, sabor, textura y el valor nutricional (Ilmi *et al.*, 2017). Los parámetros de color para las formulaciones de yogur con canela se muestran en la Tabla 2. La adición de canela en polvo disminuyó la luminosidad de las muestras de 97,5 de la muestra control hasta 81,38 para la muestra con 1,5% de *C. cassia*, mientras que los valores de a^* y b^* aumentaron, especialmente los de *C.*

cassia, lo que demuestra que los yogures con canela fueron más oscuro, rojo y amarillo que el yogur control. Estos colores pueden deberse al color característico de la canela en polvo. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Alfadel *et al.* (2018) previamente para yogur de leche de cabra con canela en polvo. Tras el almacenamiento se comprobó que hubo diferencias significativas respecto a las muestras iniciales ($p < 0,001$), excepto en *C. cassia* al 1,5 % donde solo mostró diferencias significativas en el parámetro a^* ($p < 0,01$). Esto confirma que con el paso del tiempo, todas las muestras se vuelven más oscuras, menos rojas y más verdes que las muestras iniciales.

Tabla 2. Parámetros de color de las muestras a T0 y T30.

MUESTRA		L^*	a^*	b^*
ANOVA		***	***	***
Control		97,5 ± 1,07 ^a	-0,08 ± 0,04 ^e	2,43 ± 0,12 ^e
0,5Cs		88,13 ± 0,35 ^b	4,04 ± 0,28 ^c	8,6 ± 0,32 ^c
0,5Cy		88,99 ± 0,5 ^b	3,37 ± 0,14 ^d	5,96 ± 0,24 ^d
1,5Cs		81,38 ± 0,52 ^c	5,18 ± 0,23 ^a	15,06 ± 0,31 ^a
1,5Cy		82,16 ± 0,6 ^c	4,53 ± 0,012 ^b	11,06 ± 0,15 ^b
ANOVA respecto a T0				
Control	***/***/***	83,73 ± 0,67	-2,71 ± 0,034	7,35 ± 0,082
0,5Cs	***/***/***	75,44 ± 0,76	1,19 ± 0,33	12,13 ± 0,17
0,5Cy	***/***/***	76,74 ± 0,27	0,55 ± 0,24	9,92 ± 0,42
1,5Cs	NS/**/NS	82,72 ± 17,19	1,7 ± 2,06	9,32 ± 7,49
1,5Cy	***/***/***	69,32 ± 1,76	2,35 ± 0,25	14,12 ± 0,73

Abreviaturas: 0,5Cs, yogur con 0,5% de canela *cassia*; 0,5Cy, yogur con 0,5% de canela *verum*; 1,5Cs, yogur con 1,5% de canela *cassia*; 1,5Cy, yogur con 1,5% de canela *verum*. Los datos son medias ± desviación estándar; diferentes letras en superíndice minúsculas dentro de la misma columna indican que las medias difieren significativamente ($p < 0,05$). Los datos de ANOVA respecto a T0 se leen horizontalmente, donde cada corresponde a cada parámetro de la formulación que corresponde.

Los recuentos microbiológicos junto a la concentración de ácidos orgánicos y azúcares se muestran en la Tabla 3. Según los resultados, la adición de canela molida en las diferentes concentraciones y variedades tuvo un efecto significativo ($p < 0,01$) en el número de *Lactobacillus* a T0. Los recuentos de *Lactobacillus* aumentaron ligeramente con la concentración de canela, salvo para *C. verum* que disminuye ligeramente. De igual modo informaron Bakr y Salihin (2013) que la adición de *Cinnamomum Verum* y extracto de agua de *Allium sativum* en la leche de cabra, vaca y camello estimularon el crecimiento de bacterias del ácido láctico (BAL). Durante la refrigeración los recuentos de *Lactobacillus* disminuyeron significativamente ($p < 0,01$) en todas las formulaciones excepto en *C. cassia* al 0,5%, fenómeno reportado también por Behrad *et al.* (2009). El número de células viables de *Lactococcus* muestra como a T0 se hallan diferencias significativas entre sí ($p < 0,05$), mostrando las formulaciones con *C. verum* valores más elevados. Respecto al recuento de células viables durante el almacenamiento se encontró que el número de *Lactococcus* tan solo mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en la fórmula Control respecto a T0 y que por tanto el número de células viables se mantuvieron estables durante la refrigeración.

En cuanto a la concentración de ácido láctico sí hubo diferencias significativas en las diferentes formulaciones ($p < 0,01$) y durante el almacenamiento tan solo las muestras Control y con *C. verum* al 1,5% mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$). Posiblemente este estancamiento de la producción es debido a la reducción y estabilidad de las BAL durante el almacenamiento de los yogures, que por tanto no producen ácidos orgánicos. La cantidad de galactosa está relacionada con los valores de ácido láctico, obteniéndose así en los yogures de 1,5 *C. cassia* y 0,5% *C. verum* los valores más elevados (0,73 y 0,7 g/100g, respectivamente). Finalmente la concentración de lactosa no mostró diferencias significativas a causa de la formulación. Durante el almacenamiento las bacterias sobreviven y consumen lactosa lentamente, ocasionando un descenso de lactosa significativo ($p < 0,05$) en yogures control, *C. cassia* al 0,5% y *C. verum* al 1,5%.

Tabla 3. Microbiología y ácidos orgánicos y azúcares.

MUESTRA	<i>Lactobacillus</i> (UFC/g)	<i>Lactococcus</i> (UFC/g)	Ácido láctico (g/100g)	Galactosa (g/100g)	Lactosa (g/100g)
ANOVA	**	***	**	*	NS

Control		7,11 ± 0,06 ^{a,b}	8,74 ± 0,05 ^a	0,71 ± 0,15 ^b	0,6 ± 0,08 ^{a,b}	2,85 ± 0,67 ^a
0,5Cs		7,17 ± 0,35 ^{a,b}	9 ± 0,16 ^a	0,72 ± 0,08 ^b	0,64 ± 0,04 ^{a,b}	3,25 ± 0,27 ^a
0,5Cy		6,82 ± 0,2 ^b	9,01 ± 0,26 ^a	0,89 ± 0,03 ^{a,b}	0,7 ± 0,05 ^{a,b}	3,24 ± 0,32 ^a
1,5Cs		7,54 ± 0,07 ^a	8,26 ± 0,14 ^b	0,97 ± 0,04 ^a	0,73 ± 0,07 ^a	2,69 ± 0,08 ^a
1,5Cy		7,32 ± 0,19 ^a	8,91 ± 0,22 ^a	0,73 ± 0,08 ^b	0,55 ± 0,08 ^b	2,53 ± 2,91 ^a
ANOVA respecto a T0						
Control	*/*/*/*NS/**	6,23 ± 0,67	8,87 ± 0,07	0,98 ± 0,05	0,86 ± 0,11	2,76 ± 0,12
0,5Cs	NS/NS/NS/NS/*	6,27 ± 0,15	8,88 ± 0,06	0,77 ± 0,03	0,7 ± 0,02	2,99 ± 0,07
0,5Cy	**/NS/*NS/NS	6,11 ± 0,17	8,77 ± 0,1	0,84 ± 0,02	0,74 ± 0,02	2,94 ± 0,06
1,5Cs	**/NS/NS/NS/NS	6,28 ± 0,46	8,34 ± 0,28	0,92 ± 0,1	0,8 ± 0,1	3,32 ± 0,58
1,5Cy	***NS/NS/NS/*	6,19 ± 0,24	5,73 ± 3,83	0,7 ± 0,05	0,68 ± 0,05	2,87 ± 0,15

Abreviaturas: 0,5Cs, yogur con 0,5% de canela *cassia*; 0,5Cy, yogur con 0,5% de canela *verum*; 1,5Cs, yogur con 1,5% de canela *cassia*; 1,5Cy, yogur con 1,5% de canela *verum*. Los datos son medias ± desviación estándar; diferentes letras en superíndice minúsculas dentro de la misma columna indican que las medias difieren significativamente ($p < 0,05$). Los datos de ANOVA respecto a T0 se leen horizontalmente, donde cada corresponde a cada parámetro de la formulación que corresponde.

La sinéresis por centrifugación, el desuerado espontáneo y el contenido en compuestos antioxidantes se muestran en la Tabla 4. Como se puede observar la adición de canela molida a diferentes concentraciones y variedades tuvo un efecto significativo en la sinéresis por centrifugación de los yogures, tanto a T0 como durante el almacenamiento ($p < 0,001$), mostrando las formulaciones con *C. verum* valores superiores a las del control y *C. cassia* inferiores a T0. Esto sugiere que *C. cassia* posee mayor capacidad de retención de agua y ejerce un efecto estabilizante del gel, solo a pequeñas concentraciones como se ha comentado con los resultados de textura: 0,5% de *C. cassia* presentó la mayor firmeza y menor sinéresis, por tanto la mayor estabilidad del gel.

En relación al desuerado espontáneo de los yogures a T0 mostró diferencias significativas ($p < 0,001$) y tan solo estuvo presente en la concentración del 1,5% en ambas canelas, siendo mayor en *C. cassia*. Se comprobó también que tras el almacenamiento no se obtuvieron diferencias significativas. Inestabilidad de yogur es sinónimo de inestabilidad de sus proteínas. Es bien sabido que desequilibrios en sales minerales, valores extremos de pH o sustancias que interaccionen con las proteínas son causas comunes de inestabilidad de caseínas. En este caso podemos apuntar al elevado contenido en fenoles presente en los yogures con 1,5% de canela como causantes de esta desestabilización. Es conocida la interacción entre compuestos fenólicos y proteínas, las diferencias entre ambos tipos de canela pueden explicar la razón por la cual los yogures con 1,5% *C. verum* son inestables a T0 y en cambio los de *C. cassia* se desestabilizan con el tiempo de almacenamiento para acabar igualmente inestables.

El contenido fenólico total (TPC) mostró diferencias significativas a T0 ($p < 0,001$), no siendo detectable en yogures con 0,5% de canela (ligado a proteínas) pero sí a 1,5%, siendo mayores en *C. verum*, concordando con Shori y Baba (2011) que informaron de que la corteza de canela *verum* al 10 % del extracto acuoso (0,1 g ml⁻¹) mejoraba el contenido fenólico total. Tras el almacenamiento las diferencias en TPC fueron significativas ($p < 0,001$) pero de escasa relevancia, en *C. cassia* aumentó la concentración, concordando con lo reportado por Felfoul *et al.* (2017) en yogures de leche de vaca con jengibre en polvo y por Helal y Tagliazucchi (2018) donde la adición de polvo de corteza de canela *cassia* (1,5% p/v) en el yogur aumentó el contenido fenólico total en comparación con el yogur natural, mientras *C. verum* la disminuyó.

Respecto a la variación en la actividad de captación de radicales DPPH no hubo diferencias significativas a T0, pero sí durante el almacenamiento en la concentración 0,5% de *C. cassia* ($p < 0,05$) y *C. verum* ($p < 0,01$), presentando una disminución en ambos valores, en cambio Felfoul *et al.* (2017) en su estudio de yogur de leche de vaca con jengibre en polvo el DPPH aumentaba tras el almacenamiento. Esto sugiere que la actividad antioxidante permanece estable durante el almacenamiento a concentraciones del 1,5%.

Tabla 4. Sinéresis, desuerado y compuestos antioxidantes.

MUESTRA	% sinéresis por centrifugación	% desuerado espontáneo	TPC (mg eq de Ac. Gálico/100 g)	DPPH (mmol Trolox/ g)	
ANOVA	***	***	***	NS	
Control	49,12 ± 1,01 ^a	n.d	n.d	17,34 ± 2,33 ^a	
0,5Cs	38,21 ± 2,17 ^b	n.d	n.d	17,47 ± 1,6 ^a	
0,5Cy	50,76 ± 0,86 ^a	n.d	n.d	18,92 ± 1,54 ^a	
1,5Cs	31,35 ± 2,53 ^b	23,04 ± 4,31 ^a	35,87 ± 11,96 ^a	18,72 ± 0,78 ^a	
1,5Cy	52,96 ± 1,84 ^a	0,81 ± 0,96 ^b	62,39 ± 27,07 ^a	17,82 ± 0,89 ^a	
ANOVA respecto a T0					
Control	***/NS/*	31,48 ± 2,03	0,33 ± 0,66	n.d	13,53 ± 1,76
0,5Cs	***/**/*	26,57 ± 1,71	n.d	n.d	14,67 ± 0,71
0,5Cy	***/NS/**	36,49 ± 2,38	0,56 ± 0,55	n.d	14,71 ± 0,48
1,5Cs	***/NS/***/NS	19,7 ± 1,66	21,02 ± 3,91	39,45 ± 13,15	14,9 ± 0,38
1,5Cy	***/NS/***/NS	29,8 ± 6,8	5,82 ± 7,09	56,78 ± 24,64	14,85 ± 0,58

Abreviaturas: 0,5Cs, yogur con 0,5% de canela *cassia*; 0,5Cy, yogur con 0,5% de canela *verum*; 1,5Cs, yogur con 1,5% de canela *cassia*; 1,5Cy, yogur con 1,5% de canela *verum*; n.d, no detectado. Los datos son medias ± desviación estándar; diferentes letras en superíndice minúsculas dentro de la misma columna indican que las medias difieren significativamente ($p < 0,05$). Los datos de ANOVA respecto a T0 se leen horizontalmente, donde cada corresponde a cada parámetro de la formulación que corresponde.

Las puntuaciones sensoriales de las formulaciones de *C. cassia* y *C. verum* al 0,5% se muestran en el diagrama de araña de la Figura 3. La cremosidad, arenosidad fueron mejor evaluadas en *C. verum* que en *C. cassia*, obteniendo esta última los mejores puntajes en el resto de atributos por los consumidores. El dulzor de las muestras fue mejor valorado en los yogures con *C. cassia*. Según los resultados evaluados por el análisis de varianza se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para ambas formulaciones en todas las características sensoriales puntuadas.

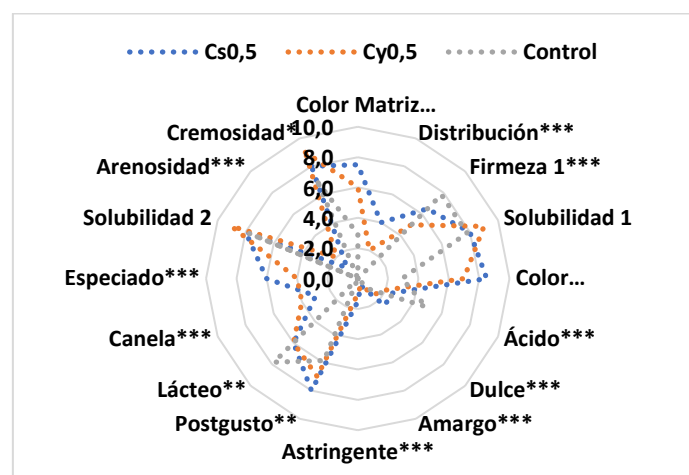


Figura 3. Perfil sensorial.

En la Tabla 5 se muestra la valoración final de satisfacción de los consumidores de ambas formulaciones para cada atributo sensorial. Como se puede observar tan solo se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,001$) en la apariencia, textura y viscosidad. Los consumidores puntuaron más satisfactoriamente la apariencia del yogur con *C. verum*, pero valoraron mejor la textura y viscosidad del yogur con *C. cassia*.

Tabla 5. Satisfacción global de ambas formulaciones desarrolladas tecnológicamente aceptables.

	ANOVA	Cs0,5	Cy0,5
Apariencia	**	5,8b	7,0a
Presencia de canela	NS	6,2	6,4
Textura (Firmeza)	**	7,0a	5,8b
Cremosidad	NS	6,9	6,4
Apariencia	NS	6,4	6,3

Color	NS	6,6	6,7
Viscosidad	**	6,2a	5,1b
Part. Suspensión	NS	6,0	5,8
Acidez	NS	5,5	5,4
Dulzor	NS	5,4	5,2
Canela	NS	6,2	6,1
Postgusto	NS	6,0	5,4
Sat. Global	NS	5,9	5,8

Conclusiones

A través de este estudio se ha podido comprobar que la cantidad de canela en polvo añadida afecta a las propiedades tecnológicas de los yogures desarrollado, concluyendo finalmente que las formulaciones con 1,5% no son viables debido a afecta a la estructura interna del gel afectando a la textura y provocando un elevado desuerado espontáneo, además de dar un aspecto viscoso poco deseable. Por otro lado, entre canela *cassia* y *verum* al 0,5% hubo diferencias en el color, recuento microbiológico, porcentaje de sinéresis por centrifugación y calidad sensorial. La adición de 0,5% de canela *verum* y *cassia* molida antes de la fermentación del yogur no afecta el proceso de fermentación de las bacterias lácticas y resulta adecuado para la obtención de yogures enriquecidos a los que aporta capacidad antioxidante, capacidad edulcorante, presenta aceptación por los consumidores respecto al control, a la vez que asegura la viabilidad de la microbiota láctica durante 30 días de conservación en refrigeración. Finalmente se sugiere una continuación de este estudio con las formulaciones de 0,5% en yogur batido y realizando una mezcla homogénea de ambas canelas.

Bibliografía

- Anari, R., Amani, R., & Veissi, M. (2017). Sugar-sweetened beverages consumption is associated with abdominal obesity risk in diabetic patients. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 11, S675–S678. <https://doi.org/10.1016/J.DSX.2017.04.024>
- Bakr, S. A., & Salihin, B. A. (2013). *Effects of Inclusion of Allium sativum and Cinnamomum verum in Milk on the Growth and Activity of Lactic Acid Bacteria During Yogurt Fermentation Ministry of Higher Education , Riyadh 1153 , Kingdom of Saudi Arabia. 13(11), 1448–1457.* <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2013.13.11.76177>
- Behrad, S., Yusof, M. Y., Goh, K. L., & Baba, A. S. (2009). Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: Effects on yogurt formation and inhibition of Helicobacter pylori growth in vitro. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 36(12), 590–594. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1085692>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Clemente-Villalba, J., Cano-Lamadrid, M., Issa-Issa, H., Hurtado, P., Hernández, F., Carbonell-Barrachina, Á. A., & López-Lluch, D. (2021). Comparison on sensory profile, volatile composition and consumer's acceptance for PDO or non-PDO tigernut (*Cyperus esculentus* L.) milk. *LWT*, 140, 110606. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110606>
- El-Abbadi, N. H., Dao, M. C., & Meydani, S. N. (2014). Yogurt: role in healthy and active aging. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1263S–1270S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073957>
- Felfoul, I., Borchani, M., Samet-bali, O., Attia, H., & Ayadi, M. A. (2017). Effect of ginger (*Zingiber officinalis*) addition on fermented bovine milk : Rheological properties , sensory attributes and antioxidant potential. *Journal of New Science*, 44(3), 1–11.
- Helal, A., & Tagliazucchi, D. (2018). Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehyde bioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yogurt. *LWT*, 89, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.047>
- Ilmi, A., Praseptiangga, D., & Muhammad, D. R. A. (2017). Sensory Attributes and Preliminary Characterization of Milk Chocolate Bar Enriched with Cinnamon Essential Oil. *IOP Conference Series:*

Materials Science and Engineering, 193(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012031>

- Jensen, T., Abdelmalek, M. F., Sullivan, S., Nadeau, K. J., Green, M., Roncal, C., Nakagawa, T., Kuwabara, M., Sato, Y., Kang, D. H., Tolan, D. R., Sanchez-Lozada, L. G., Rosen, H. R., Lanasa, M. A., Diehl, A. M., & Johnson, R. J. (2018). Fructose and sugar: A major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Hepatology*, 68(5), 1063–1075. <https://doi.org/10.1016/J.JHEP.2018.01.019>
- Kaskatepe, B., Kiyimaci, M. E., Suzuk, S., Erdem, S. A., Cesur, S., & Yildiz, S. (2016). Antibacterial effects of cinnamon oil against carbapenem resistant nosocomial *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* isolates. *Industrial Crops and Products*, 81, 191–194. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2015.11.058>
- Kuspradini, H., Putri, A. S., Sukaton, E., & Mitsunaga, T. (2016). Bioactivity of Essential Oils from Leaves of *Dryobalanops Lanceolata*, *Cinnamomum Burmannii*, *Cananga Odorata*, and *Scorodocarpus Borneensis*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 411–418. <https://doi.org/10.1016/J.AASPRO.2016.02.157>
- Li, W., Hosseinian, F. S., Tsopmo, A., Friel, J. K., & Beta, T. (2009). Evaluation of antioxidant capacity and aroma quality of breast milk. *Nutrition*, 25(1), 105–114. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2008.07.017>
- McCain, H. R., Kaliappan, S., & Drake, M. A. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8619–8640. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14347>
- Mohamed, A. M. A., Alnafar, A. A. A., Daoud, A. A. A., Abad- Almajed, F. A. A., & Ahmed Hamid, O. I. (2018). Effect of Adding Cinnamon Powder on Chemical Characteristics and Sensory Properties of Yoghurt Produced From Goats Milk. In *Sudan University of Science and Technology*.
- Mojto, V., Singh, R. B., Gvozdjakova, A., Mojtoová, M., Kucharská, J., Jaglan, P., Vancová, O., & Takahashi, T. (2019). Dietary Sugar Intake and Risk of Noncommunicable Diseases. *The Role of Functional Food Security in Global Health*, 287–299. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813148-0.00017-7>
- Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F., Kandarakis, I., Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., & Raynal-Ljutovac, K. (2003). Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research*, 47(1), 39–49. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00252-3)
- Nabavi, S. F., Di Lorenzo, A., Izadi, M., Sobarzo-Sánchez, E., Daglia, M., & Nabavi, S. M. (2015). Antibacterial effects of cinnamon: From farm to food, cosmetic and pharmaceutical industries. *Nutrients*, 7(9), 7729–7748. <https://doi.org/10.3390/nu7095359>
- Najgebauer-Lejko, D., Witek, M., Żmudziński, D., & Ptaszek, A. (2020). Changes in the viscosity, textural properties, and water status in yogurt gel upon supplementation with green and Pu-erh tea. *Journal of Dairy Science*, 11039–11049. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19032>
- Pederson, P. J. (2017). *Cinnamon Hydrolysis Enzymatic and Acid Treatments for Viscosity Reduction*. The University of Minnesota.
- Real Decreto 271/2014 , de 11 de abril , por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt. (2014). *Boletín Oficial Del Estado (BOE)*, 102, 1–4. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-4515-consolidado.pdf>
- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*, 25(1), 13–21. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2007.09.003>
- Shori, A. B., & Baba, A. S. (2011). *Cinnamomum verum* improved the functional properties of bioyogurts made from camel and cow milks. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(2), 101–107. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2011.04.005>
- Silva, M. L. T. da, Bernardo, M. A. S., Singh, J., & Mesquita, M. F. de. (2019). Beneficial Uses of Cinnamon in Health and Diseases: An Interdisciplinary Approach. *The Role of Functional Food Security in Global Health*, 565–576. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813148-0.00033-5>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144 LP – 158. <http://www.ajevonline.org/content/16/3/144.abstract>
- Surono, I. S. (2021). Fermented Milks: Types and Standards of Identity. *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00261-0>

- Tang, P. L., Chen, Y. T., Qin, J., Hou, X., & Deng, J. (2020). Effect of cinnamon bark and twig extracts on the chemical, physicochemical and antioxidant properties of fermented milk. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(4), 2271–2281. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00474-5>
- Trigueros, L., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J. A., & Sendra, E. (2012). Use of date (*Phoenix dactylifera* L.) blanching water for reconstituting milk powder: Yogurt manufacture. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3), 506–514. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2011.10.001>
- Tung, Y. T., Chua, M. T., Wang, S. Y., & Chang, S. T. (2008). Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresource Technology*, 99(9), 3908–3913. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2007.07.050>
- Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G. V., Zeytinoglu, H. S., & Vural, N. (2010). Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food and Chemical Toxicology*, 48(11), 3274–3280. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2010.09.001>
- Wan, Z., Khubber, S., Dwivedi, M., & Misra, N. N. (2021). Strategies for lowering the added sugar in yogurts. *Food Chemistry*, 344, 128573. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.128573>
- Widayat, Satriadi, H., Cahyono, B., Girsang, D., Prabandari, N., & Dita, A. S. (2020). The characterization of physicochemical, microbiological and sensorial red ginger yogurt during fermentation. *Food Research*, 4(5), 1753–1757. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(5\).127](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(5).127)
- Zheng, M., Sui, Z., Li, Z., & Rangan, A. (2017). A modeling study of beverage substitution and obesity outcomes among Australian adults. *Nutrition*, 39–40, 71–75. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2017.03.010>