

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**  
**Máster Universitario en Tecnología y Calidad Agroalimentaria**



**VARIABILIDAD DE LOS PARÁMETROS DE  
CALIDAD DE MUESTRAS COMERCIALES  
DE CANELA MOLIDA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Convocatoria –2021**

**AUTOR: Carmen Muñoz Ezcurra**

**DIRECTOR/ES: Marina Cano Lamadrid  
Leontina Lipan**



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

## VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2020/2021

<b>Director/es del trabajo</b>
Marina Cano Lamadrid Leontina Lipan

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

<b>Título del Trabajo</b>
Variabilidad de los Parámetros de Calidad de Muestras Comerciales de Canela Molida
<b>Alumno</b>
Carmen Muñoz Ezcurra

Orihuela, a 9 de septiembre de 2021

Firma/s tutores trabajo



## **MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA**

### **REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER**

Título: Variabilidad de los Parámetros de Calidad de Muestras Comerciales de Canela Molida

Title: Variability of Quality Parameters of Commercial Ground Cinnamon Samples

Modalidad (proyecto/experimental): experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: Carmen Muñoz Ezcurra

Director/es/Advisor: Marina Cano Lamadrid y Leontina Lipan

Convocatoria: septiembre, 2021

Month and year: septiembre, 2021

Número de referencias bibliográficas/number of references: 32

Número de tablas/Number of tables: 5

Número de figuras/Number of figures: 2

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum cassia*, polifenoles totales, azúcares, volátiles

Key words (5 words): *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum cassia*, total phenols, sugars, volatile



## MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

### RESUMEN (mínimo 10 líneas):

En el mercado se pueden encontrar principalmente dos tipos de canela, *Ceilán (Cinnamomum verum o Cinnamomum zeylanicum)* conocida como “canela verdadera” y la canela *Cassia (Cinnamomum cassia)*. En rama, ambas pueden diferenciarse fácilmente, sin embargo, en polvo apenas se distinguen, siendo *C. zeylanicum* a menudo adulterada con *C. cassia*. La principal diferencia entre ambas es su contenido en cumarina y precio comercial, presentando *C. cassia* un precio inferior y un mayor contenido en cumarina. El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar distintas canelas disponibles en el mercado español comparándolas con las canelas puras *C. cassia* y *C. zeylanicum*. Para ello, se han analizado diferentes parámetros de calidad: humedad, actividad de agua ( $a_w$ ), color, ácidos orgánicos (AO), azúcares, actividad antioxidante (AA), contenido de fenoles totales (CFT), y compuestos volátiles. Los resultados mostraron que la humedad varió entre 7-14,3% y la  $a_w$  entre 0,4-0,6. Las coordenadas de color CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) registraron valores entre 36,2-47,5, 8,5-16,2 y 25,2-32,3, respectivamente. Los AO mayoritarios fueron ácido cítrico, málico, succínico, propiónico y butírico, mientras que los azúcares identificados fueron sacarosa, glucosa y fructosa. La AA (ABTS<sup>+</sup>, DPPH<sup>•</sup> y FRAP) osciló entre 61,7-226,1, 880,3-950,4 y 52,7-273,5 mmol kg<sup>-1</sup>, respectivamente. El CFT varió entre 14 y 138 g kg<sup>-1</sup>. Respecto a los volátiles, se identificaron 52 compuestos, entre los que se encontraron monoterpenos, sesquiterpenos, aldehídos, ésteres, fenoles, hidrocarburos aromáticos y cetonas, el contenido del fenol cumarina varió entre 1,4-116 mg kg<sup>-1</sup>. La gran variabilidad observada entre los parámetros estudiados demuestra la necesidad de mención del tipo de canela en el etiquetado del producto final.

### ABSTRACT (10 lines or more):

In the market it can be mainly found two types of cinnamon, *Ceylon (Cinnamomum verum or Cinnamomum zeylanicum)* known as "true cinnamon" and *Cassia cinnamon (Cinnamomum cassia)*. In bark, both can be easily differentiated, however, in powder they are barely distinguished, being *C. zeylanicum* often adulterated with *C. cassia*. The main difference between the two types of cinnamon is their coumarin content and commercial price, with *C. cassia* having a lower price and a higher coumarin content. The objective of this work has been to characterize different cinnamon available in the Spanish market, comparing them with the pure cinnamon *C. cassia and C. zeylanicum*. For this, different quality parameters have been analyzed: humidity, water activity ( $a_w$ ), color, organic acids (OA), sugars, antioxidant activity (AA), content of total phenols (CFT), and volatile compounds. The results showed that the humidity varied between

7-14.3% and the  $a_w$  between 0.4-0.6. The *CIELab* color coordinates ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) registered values between 36.2-47.5, 8.5-16.2 and 25.2-32.3, respectively. The main OA were citric, malic, succinic, propionic, and butyric, while the identified sugars were sucrose, glucose, and fructose. The AA (ABTS  $\bullet$  +, DPPH  $\bullet$  and FRAP) ranged between 61.7-226.1, 880.3-950.4 and 52.7-273.5  $\text{mmol kg}^{-1}$ , respectively. The CFT varied between 14 and 138  $\text{g kg}^{-1}$ . Regarding volatiles, 52 compounds were identified, including monoterpenes, sesquiterpenes, aldehydes, esters, phenols, aromatic hydrocarbons, and ketones, the content of coumarin phenol ranged from 1.4-116  $\text{mg kg}^{-1}$ . The great variability observed between the parameters studied demonstrates the need to mention the type of cinnamon in the labeling of the final product.



## II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria (CUISA)

### Programa Científico

Fecha	16 de septiembre de 2021
8:45-9:00	<b>Ceremonia de Apertura</b>
9:00-9:45	<b>Conferencia Inaugural:</b> "Impacto de la fisiología de la poscosecha en la Innovación agroalimentaria". <b>Dr. Juan Luis Valenzuela (Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería)</b>
<b>Sesión 1</b>	<b>Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal.</b> <b>Moderador: Dra. Nuria Alburquerque Ferrando (CEBAS-CSIC, Murcia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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-O6 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>
<b>Presentaciones en Póster</b>	
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	<b>Pausa Café</b>
<b>Sesión 2</b>	<b>Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos. Moderador: Dr. Jesús García Brunton (IMIDA, Murcia)</b>
<b>Presentaciones Orales</b>	
S2-O1 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-O2 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-O3 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, E. Martínez-Sabater y C. Paredes.</i>
S2-O4 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-O5 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-O6 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-O7 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-Escolanoy P.J. Zapata.</i>

<b>Sesión 3</b>	<b>Economía Agraria y Gestión de Empresas.</b> <b>Moderador: Dra. Margarita M. Brugarolas (UMH, Orihuela)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
<b>14:00-15:00</b>	<b>Pausa Comida</b>
<b>Sesión 4</b>	<b>Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal.</b> <b>Moderador: Dr. Alberto Atzori (UNISS, Sassari, Italia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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>



<b>Sesión 5</b>	<b>Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales.</b> <b>Moderador: Dr. José Antonio Sánchez Zapata (UMH, Elche)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S5-O1 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-O2 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-O3 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-O4 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. M. Losada-Echeberría, F. J. Álvarez-Martínez, F. Borrás-Rocher, E. Barrajón-Catalán y A. Ruiz Canales.</i>
S5-O5 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-O6 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-O7 17:15-17:30	Climate change, food crisis, Covid-19 in Mozambique. <i>Jérôme Etsonq Mbanq.</i>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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 <i>Trichoderma harzianum</i> en el desarrollo de plantas de puerro. <i>G. Díaz, V. Fernández y P. Torres</i>

17:30-17:45	<b>Pausa Café</b>
<b>Sesión 6</b>	<b>Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura.</b> <b>Moderador: Dr. Antonio Rosal Raya (UPO, Sevilla)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
S6-P1	Valorización de residuos de la industria agroalimentaria mediante compostaje. <i>C. Álvarez, M.D. Pérez-Murcia, R. Moral, J.A. Pascual, M. Ros, C. Egea-Gilabert, J.A. Fernández y M.A. Bustamante.</i>
<b>Sesión 7</b>	<b>Instalaciones Industriales y Agrícolas.</b> <b>Moderador: Dr. Andrés Fernando Jiménez López (Universidad de los Llanos, Colombia)</b>

	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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>
<b>19:45-20:15</b>	<b>Presentaciones de los Pósteres del día 1 (Sesiones 1-7)</b>

<b>Fecha</b>	<b>17 de septiembre de 2021</b>
<b>Sesión 8</b>	<b>Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura.</b> <b>Moderador: Dr. Alejandro Galindo Egea (Departamento de Agronomía, Universidad de Sevilla)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>

S8-P1	Determinación de la variación de la huella hídrica y la huella de carbono en una comunidad de regantes como medida de la mejoramedioambiental de las instalaciones. Aplicación a un caso de estudio. <i>F. López Peñalver, J. Chazarra Zapata, A. Melián Navarro y A. Ruiz Canales.</i>
<b>Sesión 9</b>	<b>Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural.</b> <b>Moderador: Dra. María Dolores de Miguel (UPCT, Cartagena)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S9-O1 9:45-10:00	Diversidad social y agroambiental en los paisajes mediterráneos costeros: el ENP La Muela y Cabo Tiñoso (Cartagena – Murcia). <i>J. Martínez Sánchez y L. Martínez-Carrasco Martínez.</i>
S9-O2 10:00-10:15	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. <i>P. Espitia-Zambrano y J.A. Pérez-Álvarez.</i>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
S9-P1	Peligrosidad del combustible en la Región de Murcia. El abandono de los cultivos agrícolas incrementa el riesgo de incendio en la interfaz urbano-forestal <i>J.F. Sarabia y M.T. Pretel.</i>
S9-P2	Desarrollo territorial en las marismas de la margen izquierda del Guadalquivir. <i>M.A. Falcón Sánchez</i>
<b>Sesión 10</b>	<b>Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal.</b> <b>Moderador: Dr. José Manuel Lorenzo Rodríguez (Centro Tecnológico de la Carne, CTC, Galicia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S10-O1 10:15-10:30	Reformulación de hamburguesas de ternera con geles de emulsiones de agua y aceites vegetales. <i>A. Gea-Quesada, E. Sayas-Barberá, C. Botella-Martínez y M. Viuda-Martos.</i>
S10-O2 10:30-10:45	Aplicación de un subproducto de mango como antioxidante en un producto cárnico. <i>L. Morocho, F. Reyes, M.C. Guamán-Balcázar</i>
<b>10:45-11:00</b>	<b>Pausa Café</b>
S10-O3 11:00-11:15	Caracterización de queso curado de oveja con y sin DOP Manchego basado en el perfil de compuestos volátiles, pH, humedad y ATR-FTIR.

	<i>R. Pesci de Almeida, K. A. Iglar, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, A. Beltrán y A. Valdés.</i>
S10-O4 11:15-11:30	Reducción parcial de sal y grasa en salchichas tipo Frankfurt con adición de harinas de <i>Agaricus bisporus</i> y <i>Pleurotus ostreatus</i> . <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>
S10-O5 11:30-11:45	Efecto de la incorporación un coproducto de semillas de chía a un embutido sobre las propiedades fisicoquímicas durante la etapa secado- maduración. <i>J. García-Martín, A. Roldán-Verdú y J.A. Pérez-Álvarez.</i>
<b>Presentaciones en Póster</b>	
S10-P1	Modificación del perfil lipídico en salchichas tipo Frankfurt mediante una emulsión gelificada a base de trigo sarraceno y aceite de cáñamo. <i>C. Botella-Martínez, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez y M. Viuda-Martos.</i>
S10-P2	Aplicación de agentes de carga de aceite de oliva para desarrollar salchichas Frankfurt saludables y sostenibles. <i>T. Pintado, A.M. Herrero y C. Ruiz-Capillas.</i>
<b>Sesión 11</b>	<b>Postcosecha y procesado de productos vegetales.</b> <b>Moderador: Dr. Lorenzo Ángel Zacarías (IATA, Valencia)</b>
<b>Presentaciones Orales</b>	
S11-O1 11:45-12:00	Efectos del tratamiento en precosecha con melatonina sobre los parámetros de calidad en granada 'Mollar de Elche'. <i>F. Garrido, J.M. Lorente-Mento, D. Valero y M. Serrano.</i>
S11-O2 12:00-12:15	Proteína PeAfpA: optimización de su producción biotecnológica y aplicación en patosistemas postcosecha. <i>C. Roperó, J.F. Marcos y P. Manzanares.</i>
S11-O3 12:15-12:30	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. <i>E. Bernabé-García, M.C. Ruiz-Aracil, F. Guillén y J.M. Valverde.</i>
S11-O4 12:30-12:45	Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad durante el almacenamiento de aguacate ( <i>Persea americana</i> M.). <i>M.I. Madalina-Ilea, M.C. Ruiz-Aracil, J.M. Valverde, M. Nicolás y F. Guillén.</i>
S11-O5 12:45-13:00	Aprovechamiento de un subproducto de la industria de aceituna para el desarrollo de alimentos con un valor añadido. <i>M. Ródenas, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i>

S11-O6 13:00-13:15	Mejora de la conservación de la granada “Mollar de Elche” mediante tratamientos precosecha con Jasmonato de Metilo. <i>A.M. Codes-Alcaraz, A. Dobón-Suárez, M.E. García-Pastor y S. Castillo.</i>
S11-O7 13:15-13:30	Efecto de la aplicación postcosecha de nitroprusiato de sodio sobre la calidad de limón ecológico. <i>A. Del Cerro, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.</i>
S11-O8 13:30-13:45	Melatonina aplicada como tratamiento en campo incrementa los sistemas antioxidantes en las cerezas ‘Prime Giant’. <i>A. Carrión-Antolí, F. Badiche, J.M. Lorente-Mento, F. Guillén, S. Castillo, M. Serrano y D. Valero.</i>
<b>13:45-15:00</b>	<b>Pausa comida</b>
<b>Sesión 11- Continuación</b>	<b>Postcosecha y procesado de productos vegetales. Moderador: Dr. Salvador Castillo (UMH, Orihuela)</b>
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>A. Guirao, 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>P. García-Ponsoda, A. Guirao, J.M. Valverde, D. Valero y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O11 15:30-15:45	Evaluación de las condiciones de almacenamiento de hojas de <i>Aloe vera</i> para su comercialización en fresco. <i>A. Campaña, P. García-Ponsoda, A. Guirao y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O12 15:45-16:00	Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.): aptitud para cuarta gama. <i>M. Giménez-Berenquer, M. J. Giménez, P. Carbonell, J. A. Cabrera y P. J. Zapata.</i>

<b>Sesión 12</b>	<b>Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud.</b> <b>Moderador: Dra. María José Frutos Fernández (UMH, Orihuela)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
<b>17:00-17:15</b>	<b>Pausa Café</b>
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. Iqler 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	Revisión científica y visión del sistema de alertas RASFF del contenido de metales pesados en alimentos.

18:45-19:00	<i>R.M. Franco-Calderón, E. Sendra y M. Cano-Lamadrid.</i>
<b>Presentaciones en Póster</b>	
S12-P1	Composición nutricional y actividad antioxidante del azafrán ( <i>Crocus sativus</i> , L.) y sus subproductos florales para el desarrollo de nuevos ingredientes funcionales. <i>D. Cerdá-Bernad, E. Valero-Cases y M.J. Frutos .</i>
S12-P2	Alteración de la microbiota intestinal en pacientes con COVID-19. <i>P. Bersano-Reyes y G. Nieto-Martínez.</i>
S12-P3	Aplicación de subproducto de mango como antioxidante en un producto de panadería. <i>J. Rueda, N. Ortega y M. Guamán.</i>
S12-P4	Caracterización de compuestos bioactivos de las semillas de dos cultivares de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. en condiciones homogéneas de cultivo. <i>L. Andreu-Coll, J. Kolniak-Ostek, A. Kita, J. Miedzianka, P. Legua y F. Hernández.</i>
S12-P5	Desarrollo de galletas funcionales sin gluten adaptadas a los requerimientos nutricionales de celíacos. <i>C. Campuzano y G. Nieto.</i>
<b>19:00-20:00</b>	<b>Presentaciones de los Pósteres del día 2 (Sesiones 8-12)</b>
<b>20:00-20:30</b>	<b>Ceremonia de Clausura</b>

Dr. Santiago García-Martínez (Presidente del Comité Organizador)

Dra. María Serrano (Presidenta del Comité Científi



## Introducción

Actualmente, las adulteraciones alimentarias asociadas comúnmente con el fraude alimentario, y que pueden producirse a lo largo de toda la cadena alimentaria, representan un problema de gran relevancia ya que se han vuelto cada vez más sofisticadas. Por lo tanto, detectar alimentos que han sido adulterados es una tarea compleja, requiriéndose métodos analíticos rápidos y sencillos que permitan detectar dichas adulteraciones. Las especias son una de las materias primas que se adulteran con mayor frecuencia, siendo una de las principales preocupaciones de esta industria, especialmente, cuando se comercializan molidas, y la canela es una de ellas (Cantarelli et al., 2020). La canela es una de las especias más empleadas en la cocina de casi todas las culturas y tiene un riesgo muy alto de adulteraciones fraudulentas como sustitución y dilución del producto. Se define como la corteza desecada y privada de la mayor parte de su capa epidérmica (RD 2242/1984, de 26 de septiembre), procedente de árboles del género *Cinnamomum* (familia *Lauraceae*) que tiene alrededor de 250 especies, pero solo cuatro de ellas se emplean comercialmente: *Cinnamomum zeylanicum* o *Cinnamomum verum*, conocida como canela Ceilán o canela verdadera; *Cinnamomum cassia* o *Cinnamomum aromaticum*, conocida como canela Cassia o china; *Cinnamomum burmannii*, conocida como canela indonesia o de Java; y *Cinnamomum loureiroi*, conocida como canela vietnamita o de Saigón (Jamali et al., 2020).

Las definiciones de canela en las legislaciones se especifican por separado, por lo que la norma UNE ISO 6539 regula la especie *C. zeylanicum* y la divide en 3 tipos: tipo Ceilán/Sri Lanka que también se conoce como la canela verdadera, tipo Seychelles y tipo Madagascar (ISO, 2015). Mientras que la norma UNE ISO 6538 regula la *C. cassia* y la divide en otros 3 tipos en función del origen: tipo China, tipo Indonesia y tipo Vietnam (ISO, 1997). Además, la canela representa una de las cuatro especias de las que se permiten sucedáneos. Su comercialización precisa indicar en la etiqueta (i) que se trata de un sucedáneo; y (ii) la materia orgánica de la misma. Este sucedáneo no podrá mezclarse con las especias (RD 2242/1984, de 26 de septiembre). Ambas especies son similares entre sí, pero presentan diferentes propiedades fisicoquímicas, sensoriales y precio en el mercado. Las ramas de la canela de *C. zeylanicum* están formadas por muchas capas finas que se rompen con facilidad, son de color marrón claro y presentan un sabor y aroma dulce y ligero. Por su parte, las ramas de *C. cassia* son más oscuras y gruesas, formadas por una única capa muy dura y difícil de romper, con un sabor y aroma más intenso y especiado. Cuando se encuentran en rama se pueden diferenciar con facilidad, pero en polvo resulta muy complicado distinguirlas. A pesar de sus características sensoriales, la principal diferencia entre ellas es su precio comercial y contenido en cumarina (Cantarelli et al., 2020). La canela *C. cassia* es más barata, lo que hace que cada vez esté más extendida en el mercado europeo mientras que la canela *C. zeylanicum* tiene un coste comercial mayor y, por tanto, más susceptible de ser adulterada con la primera (Wu et al., 2021). La *C. zeylanicum* se adultera frecuentemente con la corteza de *C. cassia* que es más áspera, gruesa y menos aromática. El polvo a menudo se adultera con cáscaras de haya aromatizado con cinamaldehído o con azúcar, cáscara de nuez molida o rizoma de galanga, entre otros (Thomas et al., 2012). Respecto a la cumarina, es un metabolito secundario natural que se encuentra en muchas plantas, y sobre todo en algunas especies de canela. Está regulado por la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) debido a su toxicidad hepática en humanos y establece una ingesta diaria tolerable (IDT) de 0,1 mg cumarina kg<sup>-1</sup> de peso corporal (pc) y un límite máximo de 2 mg kg<sup>-1</sup> para alimentos y bebidas en general (EFSA, 2008). Mientras que *C. cassia* contiene niveles más altos de cumarina (1%), la cantidad es imperceptible (0,004%) para *C. zeylanicum*, lo que la convierte en la más beneficiosa y segura para el consumo regular (Lončar et al., 2020).

El color es uno de los atributos más importantes en la aceptación de un producto alimentario. El espacio de color CIELab es el método más empleado para su determinación en alimentos (Hernández et al., 2016). Por su parte, una de las funciones más destacada de los azúcares es proporcionar sabor dulce, los métodos cromatográficos son los más apropiados para cuantificarlos e identificarlos en los alimentos y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) el método

más habitual (Deliza, Lima y Ares, 2021). La canela posee actividad antioxidante por la presencia de polifenoles, los métodos empleados con mayor frecuencia para medir dicha actividad en alimentos son, ABTS<sup>+</sup>, DPPH<sup>•</sup> y FRAP (Martinelli et al., 2021). En el caso de los compuestos volátiles, el aceite esencial de canela, que presenta cinamaldehído, eugenol, alcanfor o cariofileno, se puede extraer por hidrodestilación, extracción con solvente y extracción asistida por microondas y su composición se determina habitualmente por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS) (Cardoso-Ugarte, López-Malo y Sosa-Morales, 2016). Si en la literatura científica se encuentra bastante información respecto al perfil volátil en los aceites esenciales de canela, existe muy poca información acerca de la caracterización fisicoquímica y aromática de canela en polvo. Considerando lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo ha sido caracterizar mediante técnicas analíticas un amplio abanico de canelas molidas comerciales disponibles en el mercado español, comparándolas con las canelas puras *C. cassia* y *C. zeylanicum* para determinar su composición y características funcionales.

## Materiales y métodos

### Material vegetal

La canela en rama y en polvo fue adquirida en diferentes supermercados de la comarca de la Vega Baja (Alicante). Se evaluaron 16 tipos de canela comercial en polvo (M1 a M16) y 2 en rama (M17 y M18), utilizadas como referencias, correspondientes a las especies *C. cassia* y *C. zeylanicum*, respectivamente (**Tabla 1**). Las ramas se molieron con un molinillo (Moulinex Molinillo Café AR110830) y se pasaron por un tamiz de 0,417 mm.

**Tabla 1.** Codificación muestras de canela analizadas

Muestra	Descripción	Cantidad (g)	Fecha de Caducidad	Establecimiento	Precio (€)
M1	Canela Molida Puede contener mostaza, gluten, sésamo y apio	40	3/2024	A	1.69
M2	Canela Molida	38	2/2024	A	0.37
M3	Canela Molida	35	10/2023	B	0.65
M4	Canela Molida Origen Vietnam	37	12/2024	C	0.99
M5	Canela Molida	47	22/12/2020	D	0.48
M6	Canela Molida, Origen Ceylán e Indonesia	52	08/2022	E	0.51
M7	Canela Molida	39	07/01/2024	F	2.85
M8	Canela de Saigón Tostada Molida	40	08/2022	F	3.50
M9	Canela Molida	18	2023	G	0.55
M10	Canela Cassia	42	09/2023	H	1.75
M11	Canela Molida	38	11/01/2024	H	0.89
M12	Canela Molida	40	16/12/2023	I	0.39
M13	Canela Molida	43	11/2023	J	1.46
M14	Canela Molida	35	07/2023	J	0.85
M15	Canela Molida de Ceylán	40	02/2025	K	1.17
M16	Canela Molida Origen Vietnam	90	30/03/2023	L	2.25
M17	Canela en Rama Cassia	10	11/02/2024	M	0.65
M18	Canela en Rama Ceylon	22	11/02/2024	M	4.29

### Humedad, actividad de agua y color instrumental

La determinación de la humedad se realizó con una balanza infrarroja para humedad (modelo Gram RH-110; L' Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España). Además, la actividad de agua de las muestras de canela se determinó con un medidor de actividad de agua ( $a_w$ ) (Novasina aw-Sprint TH500; Pfaffikon, Zurich, Suiza). Las determinaciones de color se realizaron por triplicado utilizando un Colorímetro Minolta CR-300 (Osaka, Japón) que emplea un iluminante D<sub>65</sub> y un observador de 10° como referencia. Los resultados se presentan como coordenadas CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  que definen el color en un espacio tridimensional:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $H^{\circ}$  y  $C^*$ .

### Ácidos orgánicos y azúcares

La identificación y cuantificación de los ácidos orgánicos (AO) y azúcares se realizó mediante un equipo de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (serie Hewlett Packard 1100; Willmington, DE, EE. UU.). La metodología seguida fue la publicada previamente por Lipan et al. (2021). Los resultados se expresaron como  $\text{g kg}^{-1}$  de peso seco.

### Actividad antioxidante y polifenoles totales

Para determinar la actividad antioxidante (AA) se mezclaron aproximadamente 0,3 gramos de canela en polvo con 10 ml de extractante (MeOH / agua (80:20, v/v) + HCl al 1%), la mezcla se sonicó a 20 ° C durante 15 minutos y se almacenó durante 24 horas a 4 ° C. Transcurrido este tiempo se volvió a sonicar en las mismas condiciones antes mencionadas y se centrifugó a 10.000 rpm durante 10 minutos. La actividad antioxidante del extracto se midió a través de 3 métodos: ABTS<sup>+</sup>, DPPH<sup>•</sup> y FRAP, siguiendo la metodología publicada por Miller et al. (1993), Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995) y Benzie y Strain (1996), respectivamente. Los resultados se expresaron como mmol de Trolox  $\text{kg}^{-1}$  de peso fresco. El contenido total de polifenoles (CFT) se midió a través del método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Singleton, Orthofer y Lamuela-Raventós, 1999). Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico (GAE),  $\text{g kg}^{-1}$  de peso fresco.

### Compuestos volátiles

Se colocaron 1 g de canela en polvo y 100  $\mu\text{L}$  de 1-octanol ( $1000 \text{ mg kg}^{-1}$ ) que se empleó como patrón interno, colocando la muestra en un muestreador automático (AOC-6000 Plus, Shimadzu) a 250 rpm y 40 ° C, durante 60 min (técnica de extracción “espacio de cabeza”). La identificación y cuantificación de los compuestos volátiles se llevó a cabo utilizando un cromatógrafo de gases Shimadzu GC2030 y un espectrómetro de masas de triple cuadrupolo TQ8040 NX como detector, utilizándose solamente un cuadrupolo (Shimadzu Scientific Instruments, Inc., Columbia, MD, EE. UU.). La columna utilizada fue una X5MS (polímero de silfenileno; Teknokroma, Barcelona, España) con dimensiones de 30 m (longitud), 0,25 mm (diámetro interno) y 0,25  $\mu\text{m}$  (espesor de película). El programa de temperatura de GC fue: 50 ° C  $2 \text{ min}^{-1}$ , 3 ° C  $\text{min}^{-1}$  hasta 180 ° C y, 20 ° C  $\text{min}^{-1}$  hasta 230 ° C. Los compuestos volátiles se identificaron (GCMS (Shimadzu)) mediante la comparación de: (i) espectros de masas (NIST 17 Mass Spectral) e (ii) índices de retención lineal (n-alcanos C6-C20, Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania). Los resultados se expresaron en  $\text{mg kg}^{-1}$ .

### Análisis estadístico

Los análisis se realizaron por triplicado. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el análisis de varianza de un factor (ANOVA), posteriormente los datos se sometieron a la prueba de rango múltiple de Tukey para la comparación de medias. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$  (XLSTAT Premium 2016, Addinsoft, Nueva York, EE. UU.).

## Resultados y Discusión

### Humedad, actividad de agua y color instrumental

La humedad de las muestras varió entre un 7,0% (M4) y 14,3% (M6) (**Tabla 2**). Las muestras control M17 (*C. cassia*) y M18 (*C. zeylanicum*) presentaron una humedad de 12,7 y 12,0%, respectivamente. Las muestras comerciales M6 y M10 (14,3%), M7 (13,3%) y M5 (12,7%) fueron las de mayor humedad. Respecto a la actividad de agua, osciló entre 0,4 (M8) y 0,6 (M10), pero sin diferencias significativas entre ninguna muestra analizada excepto entre M10 (0,6) y M8 (0,4). Voelker et al. (2020) obtuvieron valores similares, 0,5 para  $a_w$  y Xie et al. (2021) valores de

humedad y  $a_w$  de 9,6% y 0,5 respectivamente. El contenido de humedad de M5 fue similar al de M17 (*C. cassia*) y el de M11 y M12 al de M18 (*C. zeylanicum*).

Los valores de  $L^*$  que representa la luminosidad de las muestras, variaron de (oscuro-claro) 36,2 (M1) a 47,5 (M6); los valores de  $a^*$  que indican colores entre verde-rojo variaron de 8,5 (M4) a 16,2 (M5); mientras que los valores de  $b^*$  (azul-amarillo) oscilaron entre 25,2 (M18) y 32,3 (M10) (**Tabla 2**). Los valores de la muestra de referencia M17 (*C. cassia*) fueron: 38,1; 16,0; y 28,6 para los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$ , respectivamente mientras que para la muestra de referencia M18 (*C. zeylanicum*) fueron: 39,7; 11,6; y 25,2. Esto significa que la canela *C. cassia* se caracterizó por un color marrón oscuro debido a los bajos valores de  $L^*$  y altos de  $a^*$  y  $b^*$  mientras que la canela *C. zeylanicum* presentó un color más claro debido a los valores más bajos de estos parámetros. Respecto a las muestras comerciales, M6 (47,5), M2 (46,2) y M10 (45,9) fueron las muestras que presentaron una mayor luminosidad, sin diferencias significativas entre ellas, indicando un color claro de estas muestras. En lo referente a la coordenada  $a^*$ , M5 (16,2) fue la que mostró una coloración más rojiza junto con M17 (*C. cassia*), sin diferencias significativas entre ellas, seguidas de M11 (15,2). La coordenada  $b^*$  indicó que la muestra M10 (32,3) fue la de coloración más amarillenta junto con M15 (30,5), M2 (30,1), M9 (29,8), M6 (29,5), M13 (29,1) y M3 (28,8), sin mostrar diferencias significativas entre ellas. En cuanto al croma ( $C^*$ ), M10 (34,8) y M11 (33,6) fueron las de mayor intensidad. Atendiendo al ángulo de tono ( $h^*$ ), los valores más elevados se dieron en M4 (72, 0 °), M9 (69,6 °) y M3 (68,5 °) y los más bajos en M5 (58,7 °), M8 (60,6 °) y M1 (60,7 °), oscilando el ángulo de tono entre el naranja y amarillo. La muestra más parecida a *C. cassia* en cuanto a la luminosidad fue M8 y a *C. zeylanicum*, M12. Respecto a la coordenada  $a^*$ , M5 fue la más similar a M17 y M3, M9 y M14 fueron las más similares a M18. En cuanto a la coordenada  $b^*$ , M7 y M12 se asemejaron a M17 mientras que M1 y M3 a M18.

**Tabla 2.** Humedad, actividad de agua y color instrumental

Muestras	Humedad	$a_w$	Color Instrumental				
	%		$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$H^{°*}$
<b>Test de ANOVA<sup>†</sup></b>							
	***	***	***	***	***	***	***
<b>Test de Rangos Múltiple de Tukey<sup>‡</sup></b>							
M1	10,7bcde	0,52abc	36,2h	14,3c	25,5h	29,2f	60,7l
M2	9,67def	0,48abc	46,2ab	12,5ef	30,1bc	32,6bcd	67,4e
M3	8,67ef	0,50abc	44,9ab	11,4g	28,9bcde	31,0de	68,5c
M4	7,00f	0,47bc	44,0bcd	8,47h	26,1gh	27,4g	72,0a
M5	12,7abc	0,54abc	44,1cdef	16,2a	26,6fgh	31,1cde	58,7m
M6	14,3a	0,52abc	47,5a	13,0de	29,5bcd	32,3bcd	66,2f
M7	13,3ab	0,54abc	44,5abc	14,6c	28,5cde	32,1bcd	62,9k
M8	8,67ef	0,42c	38,6fgh	14,5c	25,7gh	29,5ef	60,6l
M9	11,0bcde	0,50abc	44,2abcd	11,1g	29,8bc	31,8bcd	69,6b
M10	14,3a	0,63a	45,9ab	13,0de	32,3a	34,8a	68,1d
M11	11,7abcd	0,56abc	42,8bcde	15,2b	29,9bc	33,6ab	63,0jk
M12	11,7abcd	0,58abc	39,8efg	14,2c	28,0def	31,4cd	63,2j
M13	11,3 bcde	0,54abc	44,3abc	13,2d	29,1bcd	32,0bcd	65,6g
M14	9,67def	0,54abc	40,9def	11,3g	27,3efg	29,5ef	67,6e
M15	8,67ef	0,48abc	44,6abc	12,3f	30,5b	32,9bc	68,0d
M16	10,0cde	0,58abc	37,1gh	12,3f	26,0gh	28,8fg	64,6i
M17	12,7abc	0,57abc	38,1fgh	16,0a	28,6cde	32,8bcd	60,8l
M18	12,0abcd	0,55abc	39,7efg	11,6g	25,2h	27,8fg	65,2h

<sup>†</sup> NS = no significativo a  $p > 0.05$ ; \*, \*\*, y \*\*\* significativo a  $p < 0.05$ , 0.01, y 0.001, respectivamente. <sup>‡</sup> Los valores (media de 3 repeticiones) seguidos de la misma letra dentro de la misma columna, no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) de acuerdo con el Test de Rangos Múltiples Tukey.

## Ácidos orgánicos y azúcares

Los principales AO encontrados fueron cítrico, málico, succínico, propiónico y butírico, a concentraciones que oscilaron entre: 0,9-3,9; 0,5-15,5; 8,2-30,3; 5,0-76,2; y 0,2-53,6 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (**Tabla 3**). De todas las muestras analizadas, M18 fue la que tuvo el contenido total de AO más alto (124 g kg<sup>-1</sup>) seguida de M10 (105 g kg<sup>-1</sup>). La muestra que más se asemejó a la canela pura *C. cassia* fue M5 mientras que a *C. zeylanicum* fue M10. La principal función de los azúcares es aportar dulzura a la comida, pero también mejorar el perfil sensorial y la intensidad

de los sabores (Hutchings, Low y Keast, 2019). En este estudio, sacarosa (1,7-5,2 g kg<sup>-1</sup>), glucosa (13,5-19,8 g kg<sup>-1</sup>) y fructosa (6,6-14,1 g kg<sup>-1</sup>) fueron los azúcares identificados (**Tabla 3**). El contenido fue superior en *C. zeylanicum* comparado con *C. cassia*. En las comerciales, M15 fue la de contenido más elevado en sacarosa, glucosa y fructosa, sin diferencias significativas respecto a la fructosa con M13, M14 y M18, el contenido total de azúcares también fue superior en M15. El contenido total de azúcares de M1, M8 y M16 se asemejó al de *C. cassia* y el de M15 fue el más parecido al de *C. zeylanicum*.

**Tabla 3.** Composición de ácidos orgánicos y azúcares de las muestras analizadas

Muestras	Ácidos orgánicos						Azúcares			
	Cítrico	Málico	Succínico	Propiónico	Butírico	Total	Sacarosa	Glucosa	Fructosa	Total
	g kg <sup>-1</sup>									
	Test de ANOVA <sup>†</sup>									
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	Test de Rangos Múltiple de Tukey <sup>‡</sup>									
M1	0,98h	1,42ij	8,15i	5,02e	2,50j	18,1j	1,79i	13,5e	6,60g	21,9f
M2	1,24defgh	6,34de	19,1c	13,9cde	5,11ef	45,7ef	4,03bc	14,9cde	12,6bc	31,5c
M3	0,99gh	6,46de	15,8def	18,1cd	7,98c	49,4def	3,06de	14,1cde	11,5cde	28,8de
M4	1,04fgh	5,25f	15,3cde	13,8cde	10,9b	46,4ef	2,54efgh	14,0de	11,0de	27,5e
M5	1,52cd	2,02i	15,8def	19,2cd	3,90hi	42,4efg	2,71ef	14,2cde	10,1e	27,1e
M6	1,21defgh	5,10fg	13,1fgh	5,01e	3,02ij	27,5ij	2,72ef	14,3cde	10,1e	27,1e
M7	1,73c	3,07h	23,7b	31,2b	0,29k	60,0c	2,79ef	14,3cde	10,5de	27,6e
M8	1,33def	8,18c	11,2h	5,98e	6,71d	33,4ghi	2,06ghi	13,9de	7,66fg	23,6f
M9	1,19efgh	6,61de	18,8cd	18,7cd	5,94de	51,4cde	2,62efg	14,7cde	10,7de	28,0de
M10	1,72c	3,14h	23,7b	76,2a	0,29k	105b	3,55cde	15,1cde	11,5cde	30,4cd
M11	1,13efgh	8,68c	11,4h	6,65e	4,16gh	32,01hi	4,16fgh	13,8de	10,9de	27,1e
M12	1,11fgh	8,47c	11,9h	6,68e	4,11h	32,3hi	2,73ef	16,7de	11,0de	27,4e
M13	1,81c	4,21g	18,4cd	4,56e	3,07ij	32,0hi	4,16b	15,5c	12,7abc	32,4c
M14	1,30defg	6,78d	13,4fgh	12,4cde	6,50d	40,4fgh	3,04de	14,8cde	13,6ab	31,4c
M15	3,92a	13,9b	30,3a	5,25e	5,04fg	58,4cd	5,24a	19,9a	14,1a	39,2a
M16	1,14efgh	5,81ef	12,9fgh	9,57de	5,33ef	34,8ghi	2,27fghi	14,1cde	7,82fg	24,1f
M17	1,39de	0,54j	16,7cde	19,7c	4,15gh	42,5efg	2,01hi	13,9de	8,24f	24,1f
M18	2,92b	15,5a	12,6gh	39,3b	53,8a	124a	3,82bc	17,5b	13,8ab	35,1b

<sup>†</sup> NS = no significativo a p < 0.05; \*, \*\*, y \*\*\* significativo a p < 0.05, 0.01, y 0.001, respectivamente. <sup>‡</sup> Los valores (media de 3 repeticiones) seguidos de la misma letra dentro de la misma columna, no presentan diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05) de acuerdo con el Test de Rangos Múltiples Tukey.

### Actividad antioxidante y polifenoles totales

En la **Tabla 4** se muestran los resultados de la actividad antioxidante (AA) y contenido de fenoles totales (CFT). Los antioxidantes presentan un papel esencial en la defensa de trastornos de salud inducidos por el estrés oxidativo a través de la eliminación de radicales libres. Ha sido demostrado que distintas partes de la canela presentan una importante AA gracias a la presencia de gran cantidad de compuestos fenólicos (Almatroodi et al., 2020). De hecho, en el presente estudio se encontraron valores elevados de AA (62-226, 880-947 y 53-274 mmol Trolox kg<sup>-1</sup> para ABTS<sup>+</sup>, DPPH<sup>•</sup> y FRAP, respectivamente). Por su parte, el CFT osciló entre 14 y 138 g GAE kg<sup>-1</sup>, esta variación concuerda con los valores reportados por Su et al., (2007) que obtuvieron un CFT de 14,8 g kg<sup>-1</sup> y Shan et al., (2005) de 119 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabla 4.** Actividad antioxidante y contenido en polifenoles totales

	ABTS	DPPH	FRAP	CFT
	mmol Trolox kg <sup>-1</sup>			
	Test de ANOVA <sup>†</sup>			
Muestras	***	***	***	***
	Test de Rangos Múltiple de Tukey <sup>‡</sup>			
M1	118cd	908def	108f	55,3d
M2	129c	913def	143de	90,7b
M3	86,7efg	947a	68,0hij	30,4fg
M4	69,2gh	880gef	52,7j	14,2h
M5	207a	906bcde	235b	131a
M6	132c	922ab	137e	66,3c
M7	226a	940abcd	274a	138a
M8	90,2ef	930abc	87,8g	44,4e
M9	77,7fgh	936abc	77,9ghi	22,4gh
M10	155b	892fg	163c	70,6c
M11	81,9fgh	928abcde	78,5ghi	33,7f
M12	78,0fgh	907def	68,1hij	28,4fg
M13	107de	941ab	112f	47,1de
M14	61,8h	915cdef	61,8ij	17,0h
M15	154b	938ab	160cd	73,3c
M16	82,6fg	915cdef	81,0gh	27,3fg
M17	105de	929abcd	133e	53,5de
M18	114cd	950a	131e	55,6d

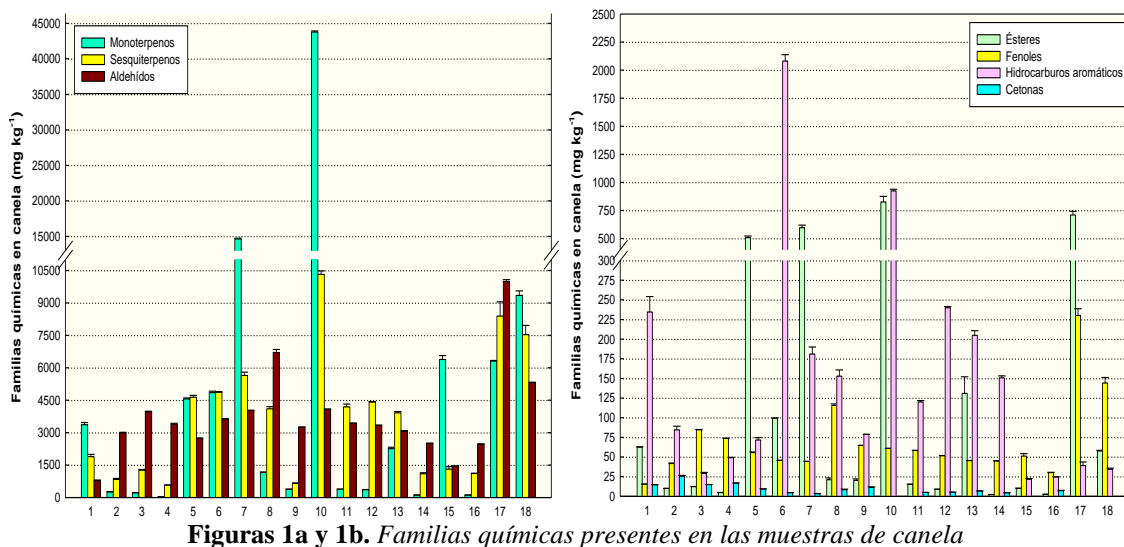
<sup>†</sup> NS = no significativo a  $p < 0.05$ ; \*, \*\*, y \*\*\* significativo a  $p < 0.05$ , 0.01, y 0.001, respectivamente. <sup>‡</sup> Los valores (media de 3 repeticiones) seguidos de la misma letra dentro de la misma columna, no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) de acuerdo con el Test de Rangos Múltiples Tukey.

Las canelas puras *C. cassia* y *C. zeylanicum* (M17 y M18) no presentaron diferencias significativas, sin embargo, estos valores fueron inferiores a los reportados en la literatura científica (525,8 y 637 mmol Trolox kg<sup>-1</sup> ABTS y FRAP, respectivamente) y (4130 y 1880 mmol Trolox kg<sup>-1</sup> ABTS<sup>+</sup> y DPPH<sup>•</sup>, respectivamente) para *C. zeylanicum* (Lu et al., 2011; Vallverdú-Queralt et al., 2014). El CFT tampoco presentó diferencias significativas entre ambas muestras. Considerando los métodos ABTS<sup>+</sup> y FRAP, las muestras M5, M7, M10 y M15 fueron las de mayor AA, coincidiendo estas junto con M2 como las muestras de CFT superior. La muestra más parecida a *C. cassia* fue M13 y M1 fue la más similar a *C. zeylanicum* para el método ABTS<sup>+</sup> mientras que para FRAP las dos referencias presentaron una AA similar a M6. Respecto al CFT, M13 fue la más parecida a *C. cassia* y M1 a *C. zeylanicum*. Atendiendo al método DPPH<sup>•</sup>, la mayoría de muestras mostraron una AA similar sin diferencias significativas entre ellas ni tampoco con las canelas puras.

### Compuestos volátiles

Se identificaron un total de 52 compuestos volátiles. Se encontraron monoterpenos (20), sesquiterpenos (19), aldehídos (5), ésteres (2), fenoles (3), hidrocarburos aromáticos (2) y cetonas (1). Los monoterpenos fueron los mayoritarios, junto a aldehídos y sesquiterpenos. El contenido de estas moléculas se representa en las **Figuras 1a** y **1b**. La **Tabla 5** muestra sus tiempos de retención, índices de retención utilizados para la identificación de compuestos aromáticos y sus descriptores de olor. Las referencias M17 (*C. cassia*) y M18 (*C. zeylanicum*) presentaron compuestos de las siguientes familias: monoterpenos, sesquiterpenos, aldehídos, ésteres, fenoles e hidrocarburos aromáticos, pero no se identificaron cetonas. Estos compuestos se asocian con notas cítricas y de pino; verdes, vegetales y herbáceas; afrutadas, verdes y amaderadas; balsámicas, florales y pungentes; y dulces, respectivamente (Cano-Lamadrid et al., 2015). Entre las canelas comerciales, M10 presentó una concentración muy superior de monoterpenos (43778 mg kg<sup>-1</sup>). La concentración más alta de sesquiterpenos se encontró en M10 (10322 mg kg<sup>-1</sup>). Los aldehídos fueron mayoritarios en M8 (6705 mg kg<sup>-1</sup>). Los ésteres fueron más abundantes en M10 (826 mg kg<sup>-1</sup>) y M7 (597 mg kg<sup>-1</sup>). La mayor cantidad de fenoles se reportó en M8 (116 mg kg<sup>-1</sup>). En cuanto a los hidrocarburos aromáticos, M6 (2082 mg kg<sup>-1</sup>) y M10 (925 mg kg<sup>-1</sup>) tuvieron el contenido más alto. Por último, las muestras M2 y M4 (25,4 y 925 mg kg<sup>-1</sup>) fueron las de mayor contenido en cetonas. En lo referente al contenido de cinamaldehído, el compuesto aromático más

importante de la canela y responsable de su típico olor (Silvis et al., 2019), fue el compuesto más abundante en todas las muestras analizadas, en *C. cassia* (M17) fue mayor ( $9862 \text{ mg kg}^{-1}$ ) que en *C. zeylanicum* (M18) ( $5122 \text{ mg kg}^{-1}$ ), la muestra comercial M8 ( $6364 \text{ mg kg}^{-1}$ ) fue la de mayor concentración. Se ha informado que el contenido de cinamaldehído es mayor en *C. cassia* que en *C. zeylanicum* (Ananthakrishnan et al., 2018) como se ha encontrado en este estudio.



**Figuras 1a y 1b.** Familias químicas presentes en las muestras de canela

En cuanto a la cumarina, con notas de haba Tonka y heno, en *C. cassia* su nivel es mayor (Lončar et al., 2020), al igual que en el presente estudio, donde el mayor contenido se encontró en el control *C. cassia* ( $116 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y en M8 ( $112 \text{ mg kg}^{-1}$ ), mientras que el más bajo se observó en M15 ( $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y en el control *C. zeylanicum* ( $5,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Esto indica que, excepto M15, todas las demás muestras pertenecen a la especie *C. cassia* o bien contienen una mezcla con este tipo de canela. La cumarina es hepatotóxica y su consumo habitual en cantidades importantes podría representar un riesgo para la salud pudiendo ocasionar insuficiencia hepática, del que *C. zeylanicum* podría quedar exento (Farag et al., 2018). A pesar de su toxicidad, la EFSA determinó que una ingesta 3 veces superior a la IDT ( $0,1 \text{ mg kg}^{-1} \text{ pc}$ ) durante 1 o 2 semanas no representaba un problema de seguridad (EFSA, 2008).

**Tabla 5.** Perfil volátil en canela, índice de retención y principales descriptores de olor (The Good Scent Company, 2021; National Center for Biotechnology Information, 2021).

Código	Compuesto	Familia Química	TR <sup>a</sup> (min)	Índice de Retención		Descriptor de olor
				Experimental	Literatura <sup>b</sup>	
V1	n-Hexanal	Aldehído	5.388	789	787	Rancio
V2	Estireno	HA <sup>c</sup>	8.554	889	888	Balsámico, floral
V3	$\alpha$ -Pirino	Monoterpeno	10.600	919	917	Pino, herbal, terroso
V4	Canfeno	Monoterpeno	11.444	935	929	Amaderado, pino, leñoso
V5	Benzaldehído	Aldehído	11.950	952	955	Almendra amarga
V6	$\beta$ -pirino	Monoterpeno	12.954	962	965	Herbal, leñoso, pino, verde
V7	Mirceno	Monoterpeno	13.632	976	983	Picante, balsámico, leñoso
V8	$\beta$ -Felandreno	Monoterpeno	14.602	995	1003	Pimienta, leñoso, cítrico
V9	$\alpha$ -Terpineno	Monoterpeno	15.254	1004	1012	Cítrico, amaderado, tomillo
V10	Para-Cimeno	Monoterpeno	15.701	1012	1017	Comino, cilantro
V11	Limoneno	Sesquiterpeno	16.080	1015	1020	Cítrico, piel limón, agrio
V12	$\beta$ -Felandreno	Monoterpeno	16.114	1018	1013	Menta
V13	Eucalipto	Monoterpeno	16.190	1018	1020	Eucalipto, herbario, medicinal
V14	$\beta$ -(E)-Ocimeno	Monoterpeno	17.156	1034	1034	Floral, verde, vegetal, tropical
V15	Gamma-Terpineno	Monoterpeno	17.864	1044	1035	Cítrico, lima, tropical, aceitoso
V16	Acetofenona	Cetona	18.240	1053	1057	Dulce, mazapán, vainilla
V17	Terpinoleno	Monoterpeno	19.646	1071	1079	Pino, cítricos dulces, piel limón
V18	Linalool	Sesquiterpeno	20.639	1088	1090	Floral, rosas, naranja
V19	Endo-Fenchol	Monoterpeno	21.817	1103	1110	Menta, terroso, leñoso
V20	D-3-Careno	Monoterpeno	22.224	1109	1109	Pimienta, enebro, wasabi
V21	Aldehído Canfenólico	Aldehído	22.325	1111	1111	Vegetal, cilantro
V22	Alcanfor	Monoterpeno	23.681	1130	1126	Alcanforoso, pungente
V23	Acetato de Bencilo	Aldehído	24.652	1147	1151	Floral, jazmín, afrutado
V24	Isoborneol	Monoterpeno	25.383	1156	1156	Balsámico, pino, amaderado
V25	Terpinen-4-ol	Monoterpeno	26.005	1165	1174	Picante, mentolado, pimienta
V26	Cryptona	Monoterpeno	26.412	1171	1180	-
V27	$\alpha$ -Terpineol	Monoterpeno	26.980	1180	1189	Floral, lila, pino, cítrico
V28	Cis-Pinocarveol	Monoterpeno	27.476	1188	1184	Pino, menta, pungente
V29	Cuminaldehído	Aldehído	29.997	1226	1226	Picante, especiado, comino
V30	(E)-Cinnamaldehído	Aldehído	31.670	1255	1260	Canela, dulce, picante
V31	Acetato de Borilo	Éster	32.403	1268	1270	Pino, cedro, picante
V32	Delta-Elemento	Sesquiterpeno	35.186	1318	1326	Lavanda, amaderado, leñoso
V33	Eugenol	Fenol	35.906	1333	1341	Clavo, picante, canela
V34	Cyclosativeno	Sesquiterpeno	36.808	1351	1358	Floral
V35	$\alpha$ -Cubebeno	Sesquiterpeno	37.244	1359	1354	Herbal, ceroso
V36	$\alpha$ -Funebreno	Sesquiterpeno	38.563	1385	1385	-
V37	7-Epi-Sesquithujeno	Sesquiterpeno	39.040	1394	1393	-
V38	(E)-Cariofileno	Sesquiterpeno	39.305	1400	1409	Picante, clavo
V39	Cumarina	Fenol	39.767	1410	1406	Haba Tonka, heno
V40	$\alpha$ -cis-Bergamoteno	Sesquiterpeno	39.970	1414	1415	Picante, cítrico, té
V41	(E)-Acetato cinámico	Funebreno	40.385	1424	1418	Picante, floral, canela, especiado
V42	$\alpha$ -Guaieno	Sesquiterpeno	40.610	1430	1435	Madera Guaiacum, violetas, rosas
V43	$\alpha$ -Humuleno	Sesquiterpeno	40.934	1436	1432	Amaderado, pino, leñoso
V44	$\gamma$ -Muuroloeno	Sesquiterpeno	41.836	1456	1461	Oleoso, amaderado, picante
V45	$\alpha$ -Curcumina	Sesquiterpeno	42.019	1462	1459	Curry, picante
V46	Naftalina	HA <sup>c</sup>	42.413	1469	1471	Pungente, acre, resinoso
V47	$\alpha$ -Muuroloeno	Sesquiterpeno	42.888	1479	1480	Pungente, alquitrán
V48	Bisaboleno	Sesquiterpeno	43.321	1487	1482	Verde, plátano, afrutado
V49	Trans-Calameneno	Sesquiterpeno	43.846	1500	1510	Lúpulo
V50	$\alpha$ -Calacoreno	Sesquiterpeno	44.667	1520	1523	Alquitrán
V51	Fokienol	Sesquiterpeno	46.365	1561	1568	Etéreo, afrutado, uva
V52	Cadaleño	Sesquiterpeno	49.944	1650	1654	-

<sup>a</sup>TR, tiempo de retención; <sup>b</sup>NIST (National Institute of Standards and Technology) (NIST, 2021); HP: <sup>c</sup>hidrocarburo aromático

## Conclusiones

Las muestras analizadas han permitido observar la gran variabilidad existente en los parámetros estudiados demostrando la necesidad de indicar en el etiquetado la especie de canela utilizada en la elaboración del producto final. Esta variabilidad se ha observado en la humedad y color de las



muestras, especialmente, en la luminosidad. También en los ácidos orgánicos, principalmente, en butírico y el azúcar glucosa. Asimismo, la actividad antioxidante y contenido de fenoles totales han mostrado gran variación entre muestras. De igual forma ha sucedido en volátiles, destacando el cinamaldehído como uno de los compuestos más variables y abundantes. Estos parámetros podrían utilizarse como indicadores de la especie de canela utilizada, aunque se requieren más estudios para poder optimizarlos.

## Bibliografía

Almatroodi, S. A., Alsahli, M. A., Almatroudi, A., Anwar, S., Verma, A. K., Dev, K., & Rahmani, A. H., 2020. Cinnamon and its active compounds: A potential candidate in disease and tumour management through modulating various genes activity. *Gene Reports*, 100966. <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100966>

Ananthakrishnan, R., Chandra, P., Kumar, B., & Rameshkumar, K. B., 2018. Quantification of coumarin and related phenolics in cinnamon samples from south India using UHPLC-ESI-QqQLIT-MS/MS method. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 50-57. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1437629>

Benzie, I. F., & Strain, J. J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T., 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)

Cano-Lamadrid, M., Girón, I. F., Pleite, R., Burló, F., Corell, M., Moriana, A., & Carbonell-Barrachina, A. A., 2015. Quality attributes of table olives as affected by regulated deficit irrigation. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.063>

Cantarelli, M. Á., Moldes, C. A., Marchevsky, E. J., Azcarate, S. M., & Camiña, J. M., 2020. Low-cost analytic method for the identification of Cinnamon adulteration. *Microchemical Journal*, 159, 105513. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105513>

Cardoso-Ugarte, G. A., López-Malo, A., & Sosa-Morales, M. E., 2016. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 339-347). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00038-9>

Deliza, R., Lima, M. F., & Ares, G., 2021. Rethinking sugar reduction in processed foods. *Current Opinion in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.01.010>

European Food Safety Authority (EFSA), 2008. Coumarin in flavourings and other food ingredients with flavouring properties-Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC). *EFSA Journal*, 6(10), 793. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.793>

Farag, M. A., Labib, R. M., Noleto, C., Porzel, A., & Wessjohann, L. A., 2018. NMR approach for the authentication of 10 cinnamon spice accessions analyzed via chemometric tools. *LWT*, 90, 491-498. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.069>

Hernández, B., Sáenz, C., Alberdi, C., & Diñeiro, J. M., 2016. CIELAB color coordinates versus relative proportions of myoglobin redox forms in the description of fresh meat appearance. *Journal of food science and technology*, 53(12), 4159-4167. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2394-6>

Hutchings, S. C., Low, J. Y., & Keast, R. S., 2019. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream?. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(14), 2287-2307. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1450214>

ISO, N. T. C. (1997). *Sistema de Gestión de la Calidad*. NTC ISO, 1997-1992.

ISO, N. T. C. (2015). *Sistema de Gestión de la Calidad*. NTC ISO, 9001-2015.

Jamali, N., Jalali, M., Saffari-Chaleshtori, J., Samareh-Najaf, M., & Samareh, A., 2020. Effect of cinnamon supplementation on blood pressure and anthropometric parameters in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(2), 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.01.009>

Lipan, L., Carbonell-Pedro, A.A., Cárceles Rodríguez, B., Durán-Zuazo, V.H., Franco Tarifa, D., García-Tejero, I.F., Gálvez Ruiz, B., Cuadros Távira, S., Muelas, R., Sendra, E., Carbonell-Barrachina, A.A., &

- Hernández, F., 2021. Can Sustained Deficit Irrigation Save Water and Meet the Quality Characteristics of Mango? *Agriculture* 2021, 11, 448. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050448>
- Lončar, M., Jakovljević, M., Šubarić, D., Pavlić, M., Buzjak Služek, V., Cindrić, I., & Molnar, M., 2020. Coumarins in Food and Methods of Their Determination. *Foods*, 9(5), 645. <https://doi.org/10.3390/foods9050645>
- Lu, M., Yuan, B., Zeng, M., & Chen, J., 2011. Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food Research International*, 44(2), 530-536. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.055>
- Martinelli, E., Granato, D., Azevedo, L., Gonçalves, J. E., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., ... & Lucini, L., 2021. Current perspectives in cell-based approaches towards the definition of the antioxidant activity in food. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.024>
- NIST, National Institute of Standards and Technology (Libro delWeb de Química del NIST. SRD69. In U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America; 2021. Disponible en línea: <https://webbook.nist.gov/chemistry/> (consultado 10 Agosto 2021).
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science*, 84(4), 407-412. <https://doi.org/10.1042/cs0840407>
- Real Decreto 2242/1984, de 26 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 306, de 22 de diciembre de 1984, pp. 36997 a 37003. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1984/09/26/2242>
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., & Corke, H., 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7749-7759.
- Silvis, I. C. J., Luning, P. A., Klose, N., Jansen, M., & Van Ruth, S. M., 2019. Similarities and differences of the volatile profiles of six spices explored by Proton Transfer Reaction Mass Spectrometry. *Food chemistry*, 271, 318-327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.021>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-178.
- Su, L., Yin, J. J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., & Yu, L. L., 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food chemistry*, 100(3), 990-997. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.058>
- The Good Scents Company Information System., 2021. Providing information for the Flavor, Fragrance, Food and Cosmetic industries. Retrieved from <https://www.thegoodscentscompany.com/> (consultado 10 Agosto 2021).
- Thomas, J., & Kuruvilla, K. M., 2012. Cinnamon. In *Handbook of herbs and spices* (pp. 182-196). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857095671.182>
- Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Martínez-Huélamo, M., Alvarenga, J. F. R., Leal, L. N., & Lamuela-Raventós, R. M., 2014. A comprehensive study on the phenolic profile of widely used culinary herbs and spices: Rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. *Food chemistry*, 154, 299-307.
- Voelker, A. L., Sommer, A. A., & Mauer, L. J., 2020. Moisture sorption behaviors, water activity-temperature relationships, and physical stability traits of spices, herbs, and seasoning blends containing crystalline and amorphous ingredients. *Food Research International*, 136, 109608. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109606>
- Wu, N., Balayssac, S., Assemat, G., Danoun, S., Déjean, S., Malet-Martino, M., & Gilard, V., 2021. Evaluation of low-field versus high-field proton NMR spectroscopy for quality control of cinnamon samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103706. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103706>
- Xie, Y., Cheng, T., Wei, L., Zhu, M. J., Sablani, S. S., & Tang, J., 2021. Thermal inactivation of *Salmonella* Enteritidis PT30 in ground cinnamon as influenced by water activity and temperature. *Food Control*, 124, 107935. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107935>