



Desarrollo de chorizo de cerdo celta sin aditivos. Efecto sobre la composición y estabilidad durante la vida útil

Se ha elaborado un chorizo a partir de carne de cerdo celta sustituyendo los aditivos sintéticos empleados en su elaboración tradicional por un preparado comercial natural, evaluando su impacto en la composición y características físico-químicas y oxidativas a lo largo de seis meses de vida útil.

**Rubén Domínguez-Valencia¹, Adriana González Peaguda¹,
Mirian Pateiro¹, Roberto Bermúdez¹, Anxo López²
y José Manuel Lorenzo^{1,3}**

¹ Centro Tecnológico de la Carne,
Rúa Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia,
San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense, España

² O Rualdi S.L., Estrada OU-104, Maceda, 32703 Ourense, España

³ Área de Tecnoloxía dos Alimentos,
Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo,
32004 Ourense, España

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo reformular chorizos gallegos de cerdo celta con la finalidad de eliminar los principales aditivos sintéticos usados tradicionalmente en su elaboración. Para ello se empleó un sustituto a base de proteína de cerdo y extractos naturales. El efecto de esta reformulación se evaluó sobre la composición química tras el proceso de curado, mientras que se estudiaron los cambios en las principales propiedades físico-químicas, como el pH, el color, la dureza y la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento al vacío



y a refrigeración (4 °C) durante 6 meses. La reformulación no afectó a la composición química, a la estabilidad oxidativa o al pH, mientras que afectó levemente en el color. En cambio, la textura (dureza) sí fue claramente superior en los chorizos control. Como conclusión general, el uso de extractos naturales permite la elaboración de un chorizo de cerdo celta *Clean Label* sin afectar a su composición ni a las propiedades tecnológicas, físico-químicas o de estabilidad oxidativa.

Introducción

La tendencia actual de la industria cárnica es la elaboración de productos diferenciados, empleado ingredientes de alta calidad para poder competir en un mercado cada vez más saturado. Por ello, la industria estudia minuciosamente múltiples estrategias para poner su producto en una posición ventajosa frente a la competencia. Dentro de estas estrategias está la utilización de carne procedente de razas autóctonas. Así, la raza celta es una raza de cerdo autóctona de Galicia, con un potencial adipogénico alto, que permite una elevada deposición de grasa tanto a nivel subcutáneo como intramuscular (Gómez & Lorenzo 2013; Gómez *et al.* 2018). Esto

hace que la carne de cerdo celta sea especialmente indicada para la elaboración de productos cárnicos (De Jesús *et al.* 2016). Además de la calidad inherente al uso de esta carne, hay que tener en cuenta la parte comercial de poder etiquetar los productos como “Raza autóctona 100 % Porco Celta”, logotipo del ministerio que se concede a todos aquellos productos cárnicos procedentes de esta raza, y que obviamente también es un reclamo para el consumidor.

Sin embargo, el consumidor actual, cada vez más preocupado por relación dieta-salud, tiende a limitar el consumo de carne y productos cárnicos, ya que los percibe como poco saludables. Parte de esta percepción estaría relacionada con la necesidad de emplear aditivos en su elaboración, y los consumidores prefieren consumir productos más “naturales”, como los llamados “Clean label” o etiqueta limpia, en los cuales los aditivos sintéticos (normalmente identificados con un número “E”) son substituidos por otros ingredientes naturales (Munekata *et al.* 2024). Durante la elaboración y curado de los productos cárnicos, se producen multitud de cambios microbiológicos, físico-químicos, químicos y oxidativos que van a determinar la calidad del producto final. No obstante, precisamente para poder controlar todos estos cambios, el empleo de aditivos es a veces imprescindible, lo que asegura la estabilidad del producto e incrementa su vida útil y la seguridad alimentaria. De todos los aditivos posibles, quizás los que mayor controversia han suscitado son los nitratos y nitritos. Estos actúan como antioxidantes, al tiempo que estabilizan el color y limitan la proliferación de microorganismos patógenos (Munekata *et al.* 2021). Los estudios de eliminación o reducción de nitritos y nitratos en los productos cárnicos han sido tema de estudio durante décadas, pero su importante papel en dichos productos ha hecho que aún a día de hoy se empleen de forma generalizada, ya que no existe otro aditivo “natural” que sea tan completo y que pueda substituirlos (Flores & Toldrá 2021).

No solo la preocupación es por parte de los consumidores, sino que vemos constantemente por parte de las autoridades modificaciones a la baja en los reglamentos que regulan tanto la adición de aditivos como sus límites. Como ejemplo está la reciente modificación del Reglamento Europeo en lo que se refiere a los aditivos alimentarios nitritos y nitratos (European Commission 2023). Según este Regla-

mento, a partir del 9 de octubre de 2025, la cantidad de nitritos máxima que se pueden añadir durante la elaboración de los productos cárnicos no sometidos a tratamiento térmico baja de 150 a 80 mg/kg, y debe asegurarse que la cantidad residual máxima de nitrito en el producto final y durante su vida útil no exceda de 45 mg/kg. De igual modo, la cantidad de nitrato también se reduce de 150 a 90 mg/kg (si se añaden nitritos) o a 110 mg/kg (sin adición de nitritos), y deben asegurarse una cantidad residual de nitrato en producto final y vida útil que no supere los 90 o 110 mg/kg (en función de si llevan o no nitritos). Por tanto, está claro que la industria cárnica tiene que dar un giro radical y adaptarse a las continuas situaciones cambiantes, tanto por las exigencias del mercado como por las normativas cada vez más restrictivas.

Con esto en mente, desde la comunidad científica se ha puesto especial énfasis en la reformulación de los productos cárnicos para hacerlos más saludables. Este es el caso del chorizo, uno de los embutidos españoles más internacionales, y que goza de gran aceptación entre los consumidores. Estudios previos han comprobado la eficacia de ciertos antioxidantes naturales en la elaboración de chorizo (Pateiro *et al.* 2015; Martínez *et al.* 2019), con resultados muy prometedores. Sin embargo, es necesario seguir investigando y aportando soluciones a los nuevos retos que se plantean.

Por tanto, este estudio tuvo como objetivo elaborar chorizo 100 % autóctono a partir de carne de cerdo celta eliminando los aditivos sintéticos empleados en su elaboración tradicional, para lo que se evaluó el impacto que el empleo de un preparado comercial natural (chorizo *clean label*) y el empleo de aditivos convencionales (control) tuvo en la composición y en las características físico-químicas y oxidativas a lo largo de 6 meses de vida útil.

Materias primas y condimentos de los chorizos

Se elaboraron 2 lotes de chorizo, siendo el lote control realizado con los aditivos que tradicionalmente se utilizan en la industria, mientras que para los *clean label* se utilizó un preparado

PROANDA
PROVEEDOR ANDALUZA, S.L.

Especias, Condimentos y Aditivos
para la Industria Alimentaria



Ctra. Sevilla-Málaga, km. 3,3
Telf: 954 406 160
Apdo. Correos: 8865
41016 - Sevilla - Spain

www.proanda.com



comercial a base de extractos naturales. Los chorizos se elaboraron con la misma receta tradicional. En ambos casos, la masa cárnica, procedente de cerdos de raza Celta, estuvo compuesta por paleta (55 %), magro (25 %) y panceta (20 %), a la que se le añadieron los siguientes condimentos: pimentón dulce (18 g/kg), ajo (10 g/kg), pimentón picante (3 g/kg) y orégano (0,5 g/kg).

En cuanto a los aditivos, el chorizo control se formuló con preparados comerciales que contenían los aditivos tradicionales, incluyendo fosfato (E-450i, ii), ácido ascórbico (E-300), nitrato potásico (E-252), nitrito sódico (E-250), así como agentes alergénicos como lactosa, proteínas lácteas y proteína de soja. También se añadió sal (12 g/kg). Por el contrario, para el lote de chorizos *clean label* se empleó un preparado comercial (Ligavi Sine ST) proporcionado por Anvisa, que consiste en una mezcla de sal, dextrina, proteína de cerdo, dextrosa y extractos vegetales a base de acerola, romero y remolacha. A este último lote se le añadió un cultivo iniciador (Iniciavi-7; Anvisa) a razón de 0,2 g/kg para asegurar la estabilidad microbiológica del producto final. Por tanto, con esta reformulación se eliminan tanto los aditivos como los alérgenos del producto en comparación con el chorizo control.

Elaboración de los chorizos

Los chorizos se elaboraron en la planta piloto del Centro Tecnológico da Carne (CTC) (San Cibrao das Viñas, Ourense). Inicialmente se procedió al picado (picadora Ramon, mod. TOP-114) de la carne y panceta con placa de 14 mm. La masa cárnica se distribuyó homogéneamente en 2 porciones, correspondientes con los chorizos del tratamiento control y *clean label*, los cuales se amasaron a vacío (amasadora Fuerpla mod. AO-85), junto con los condimentos y aditivos mencionados en la sección anterior en función del lote. Tras el amasado, se embutió (embudidora Sia, mod. Junior) la masa en tripa natural de calibre 36-38 mm, y se ataron en chorizos de aprox. 15 cm de largo (126 ± 16 g). Se ahumaron en un horno ahumador (Jugema, mod. KWE-1) durante 30 minutos a 25 °C, usando virutas de haya para producir el humo. Finalmente, el proceso de curado se realizó en una cámara de secado con temperatura y humedad relativa controlada, donde permanecieron 3 semanas (21 días) a 14 °C y 75 % HR. Cada semana se realizó un pesaje para ver las mermas del producto. Todo el experimento fue replicado con los mismos ingredientes y formulación. Tras el curado, los chorizos se envasaron al vacío y se almacenaron a refrigeración (2-4 °C) durante 6 meses. Después de la elaboración, los chorizos de los diferentes tratamientos fueron evaluados para estudiar su composición química (tras el curado) así como la evolución de sus características físico-químicas y estabilidad oxidativa durante la vida útil (0, 2, 4 y 6 meses de almacenamiento).

Análisis y caracterización de los chorizos

Los parámetros de composición química (humedad, ceniza y proteínas) se determinaron siguiendo los procedimientos internacionales ISO (ISO 1442, 1997; ISO 936, 1998; ISO 937, 1978, respectivamente), mientras que la cuantificación de la grasa se calculó siguiendo el procedimiento de la AOCS (AOCS 2005).

Los parámetros de color se midieron usando un colorímetro portátil (CR-600d, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japón) mientras que el pH se midió con un pH-metro digital (Hanna Instruments, Eibar, España). Por otro lado, la oxidación lipídica se determinó

mediante la medición del índice de TBARs usando el procedimiento de Vyncke (1975).

Para el análisis del perfil de textura (TPA) se partió de rodajas de chorizo de 2 cm, y se midió comprimiendo cada rodaja al 50 % con una sonda de compresión de 19,85 cm² de superficie de contacto utilizando un analizador de textura (TA.XTplus, Stable Micro Systems, Vienna Court, Reino Unido). Las curvas fuerza-tiempo se registraron a una velocidad de la cruceta de 1 mm/s. Se obtuvo el valor de dureza (N) utilizando el *software* informático Texture Exponent 32 (versión 1.0.0.68) (Stable Micro Systems, Vienna Court, Reino Unido).

Finalmente, tras recopilar todos los resultados y comprobar la homogeneidad y la distribución normal de los datos, se procedió al análisis estadístico de los mismos (ANOVA) empleando para ello el *software* SPSS (versión 25) y considerando las diferencias entre los lotes significativas cuando $p < 0,05$.

Efecto de la reformulación sobre la composición y características físico-químicas de chorizos

Durante el curado, los chorizos perdieron agua de modo progresivo, siendo las mermas del $29,3 \pm 1,65$ % los primeros 7 días, del $36,1 \pm 2,58$ % tras 14 días y del $39,8 \pm 2,91$ % tras los 21 días de curado. El proceso de secado fue simultáneo e idéntico en ambos tipos de chorizos, no viendo diferencias entre el lote control y el *clean label*. Otros estudios recientes han descrito valores de merma al final del curado similares a los nuestros, y en el rango de 35-45 % (Martínez-Zamora *et al.* 2021; Tejada *et al.* 2021).

Con respecto a los parámetros de composición (tabla 1) los valores de humedad (20,6 g/100 g), grasa (~50 g/100 g) y proteína (23,5 g/100 g) no se vieron influenciados por la reformulación. Sin embar-

Diseñamos y fabricamos ingredientes para la industria alimentaria

- Diseño de formulaciones y procesos personalizados para cada cliente.
- Descubrimiento y desarrollo de nuevas tendencias de mercado; análisis del mercado de consumo nacional e internacional.
- Departamento de I+D+i: creación de productos alineados al nuevo consumidor.
- “Área de innovación y mejora continua”: Laboratorio y Planta Piloto.
- Controles de calidad en toda la cadena de valor.



ANVISA

info@anvisa.com
www.anvisa.com

Oficina y fábrica

Camino de la Galeana, s/n
Pol. Ind. Los Robles
28500 Arganda del Rey (Madrid)
Tel.: 91 871 63 14 / 64 14

Laboratorio

C/ Ana María del Valle, s/n
Pol. Ind. Los Robles
28500 Arganda del Rey (Madrid)
Tel.: 91 871 66 14

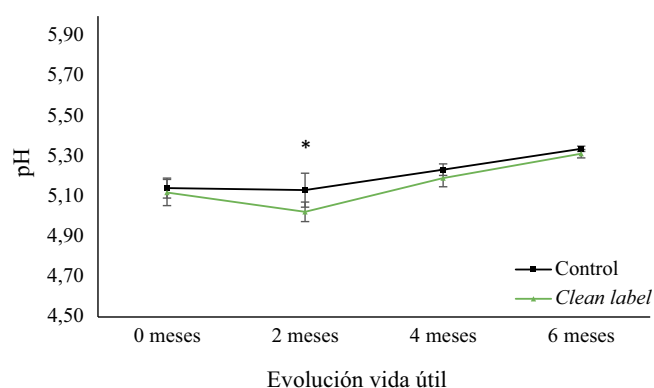
TABLA 1

Composición química y parámetros físico-químicos de chorizo tras el curado

	Control	Clean label	Significancia
Composición (g/100g)			
Humedad	20,8±1,14	20,4±1,90	0,718
Grasa	50,0±1,29	49,6±2,21	0,739
Proteína	22,7±1,11	24,0±0,87	0,087
Cenizas	3,09±0,10	2,72±0,08	0,000

FIGURA 1

Evolución del pH de chorizo a lo largo de los 6 meses de vida útil (2 °C envasados al vacío)



go, el contenido en cenizas fue significativamente superior ($p < 0,001$) en los chorizos del lote control (3,09 g/100 g) en comparación con los *clean label* (2,72 g/100 g). Esto podría deberse a las diferencias en los preparados empleados en la formulación de ambos tipos de chorizos. Es decir, que el empleo de nitritos/nitratos, así como otro tipo de aditivos añadidos como preparados comerciales en el lote control determina que el contenido de cenizas de estos chorizos sea ligeramente superior al de los *clean label*.

Esta composición química está en consonancia con múltiples trabajos realizados en chorizo (Gómez *et al.* 2017; Prado *et al.* 2019; Plaza *et al.* 2023), aunque otros presentan variaciones en cuanto al contenido de humedad, grasa y proteínas (Martín *et al.* 2021; Martínez-Zamora *et al.* 2021; Tejada *et al.* 2021; Trejo *et al.* 2021; Hernández-Jiménez *et al.* 2022; Carrapiso *et al.* 2023). Obviamente, la formulación e ingredientes iniciales, el tipo de tripa y calibre empleado, y el proceso de secado-maduración van a ser determinantes en la composición final del chorizo, por lo que

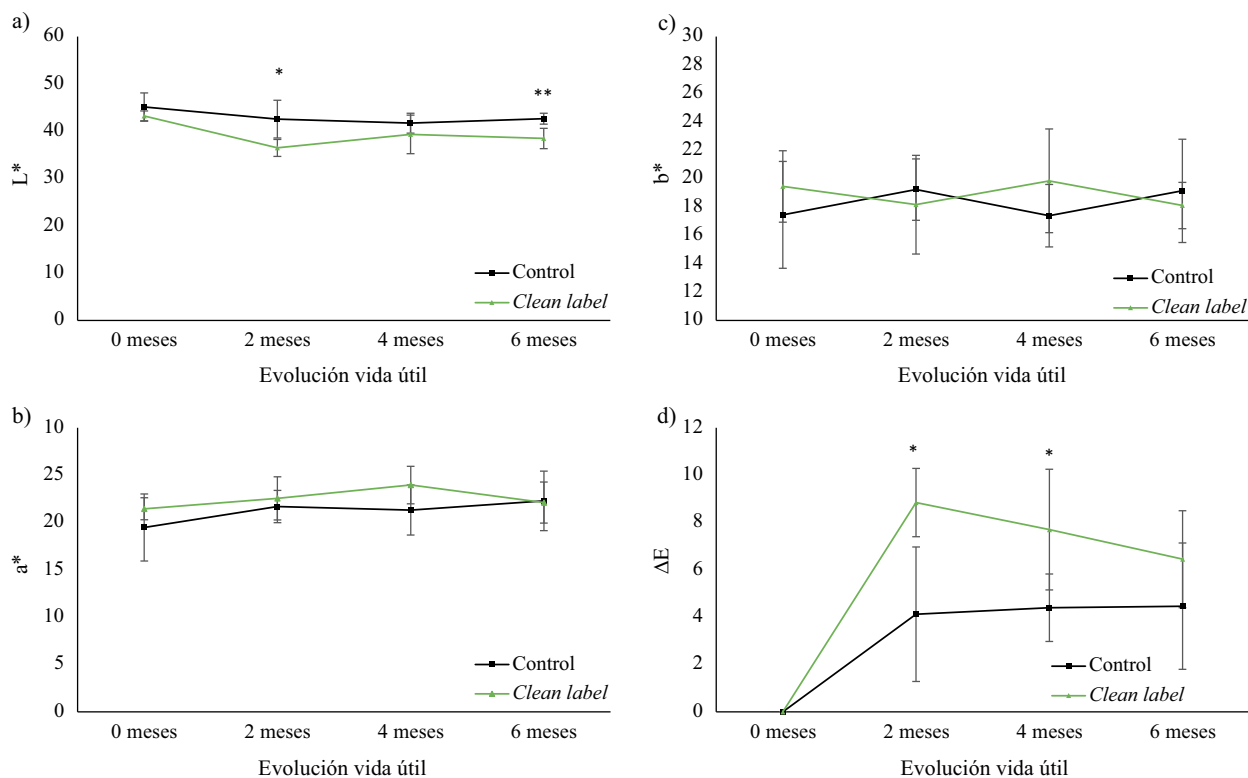
es esperable que variaciones en estos parámetros resulten también en diferentes composiciones al final del proceso de curado. Sin embargo, es positivo el hecho de que, en nuestro estudio, la reformulación no haya producido ningún tipo de modificación en la composición química de los chorizos, a excepción de una ligera reducción de las cenizas, ya que esto implica que la calidad nutricional de los chorizos *clean label* es igual que las del grupo control.

El valor de pH (figura 1) tras el curado no mostró diferencias significativas, con valores medios de 5,13. Estos valores coinciden con los valores típicos encontrados en este producto, que rondan 4,80-5,25 (Prado *et al.* 2019; Tejada *et al.* 2021; Hernández-Jiménez *et al.* 2022), aunque otros autores reportan valores superiores (5,50-6,68) (Gómez *et al.* 2017; Pereira *et al.* 2019; Trejo *et al.* 2021; Carrapiso *et al.* 2023). Estas diferencias están relacionadas con el grado de fermentación de cada producto, que está determinado por el posible uso de cultivo iniciador, adición y/o cantidad de azúcar, así como del tiempo y temperatura usados durante el curado del chorizo. Otro aspecto importante es que los chorizos embutidos en tripa de mayor calibre y con un tiempo de curado más elevado presentan normalmente un pH superior.

En nuestro caso, durante el almacenamiento a refrigeración se observó en el lote *clean label* un ligero descenso de pH tras 2 meses, con valores que alcanzaron 5,02, significativamente inferiores al grupo control (5,13) aunque en los posteriores puntos de muestreo fueron iguales en ambos tipos de chorizos. Los valores variaron entre un estrecho intervalo (5 y 5,3) durante toda la etapa de almacenamiento, mostrando a partir del segundo mes una ligera tendencia ascendente. Este hecho podría estar relacionado con la liberación de compuestos de carácter básico derivados de los procesos proteolíticos. Este mismo comportamiento fue descrito en chorizo envasado a vacío durante 7 meses de vida útil (Pateiro *et al.* 2015), y en otro estudio donde se substituyeron los nitritos por polvo de remolacha y rábano (Ozaki *et al.* 2021). En otros estudios, los autores observaron un ligero aumento del pH de chorizos *clean label* y control envasados al vacío y almacenados en refrigeración durante 5 meses (Martínez-Zamora *et al.* 2021), o no observaron ninguna variación en chorizos de cerdo celta envasados al vacío durante 6 meses (temperatura am-

FIGURA 2

Evolución de los parámetros de color de chorizo a lo largo de los 6 meses de vida útil (2 °C envasados al vacío)



a) Índice de luminosidad; b) Índice de rojo; c) Índice de amarillo; d) Variación de color.

biente) (Gómez *et al.* 2017). Por tanto, parece claro que el pH es un factor estable y que se mantiene durante el almacenamiento y vida útil del chorizo.

En los productos cárnicos, el color es un factor vital, ya que va a determinar la intención de compra del producto por parte del consumidor. Es por ello que cualquier reformulación debe mantener el color típico del producto tradicional, ya que afecta a la aceptabilidad de este. En la **figura 2** se muestran los valores y las variaciones de color de los chorizos control y *clean label*. Los valores de L* (~43), a* (~20) y b* (~18) tras el curado no mostraron diferencias debidas a la reformulación, y coinciden con los descritos anteriormente en otros estudios realizados en chorizos (Cava *et al.* 2020; García-Torres *et al.* 2021; Dučić *et al.* 2023; Carrapiso *et al.* 2023). Como se aprecia en la **figura 3**, la apariencia externa e interna de ambos tipos de chorizos es muy similar, lo cual es importante desde el punto de vista del consumidor.

Durante el almacenamiento a refrigeración, se aprecia en ambos tipos de chorizo un ligero des-

censo en el valor de L* los primeros 2 meses, mientras que el valor de a* mostró un ligero ascenso hasta el cuarto mes. En este sentido, cabe señalar que los valores de L* fueron inferiores y los de a* superiores en los chorizos *clean label* en comparación con los lotes control, aunque estas diferencias solo fueron significativas para el valor de L* en el segundo y sexto mes de almacenamiento. El hecho de que el valor de a* sea superior en los chorizos *clean label* podría estar relacionado con que el preparado añadido contiene remolacha, que tiene un color rojo característico. El índice de amarillo (b*) mostró variaciones durante la vida útil, pero sin seguir una tendencia clara, y no siendo significativas entre los chorizos control y *clean label*.

En varios estudios realizados en chorizos almacenados al vacío a 4 °C y 20 °C, los parámetros de color se mantuvieron estables durante 6 meses (Trejo *et al.* 2021; Carrapiso *et al.* 2023). De igual modo, chorizos de cerdo Ibérico envasados al vacío y en refrigeración (4 °C) tampoco mostraron

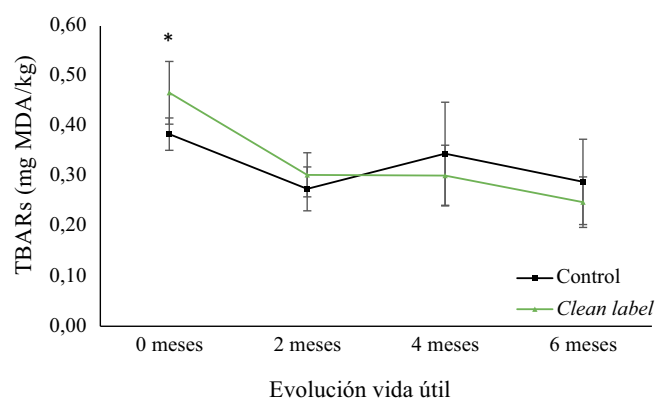
FIGURA 3

Aspecto visual externo e interno de chorizo control (a) y chorizo *clean label* (b) tras el proceso de curado



FIGURA 4

Evolución de la oxidación lipídica en chorizo a lo largo de los 6 meses de vida útil (2 °C envasados al vacío)



cambios en ninguno de los parámetros de color en 8 meses (García-Torres *et al.* 2021). A diferencia de estos, otros autores observaron que el almacenamiento durante 5-6 meses a 4 °C produjo variaciones ($p < 0,05$) de los valores de a^* como de b^* en chorizos envasados al vacío (Martín *et al.* 2021; Martínez-Zamora *et al.* 2021). Esta falta o mínima variación en el color de los chorizos durante el almacenamiento que hemos observado en el presente estudio estaría relacionada con dos principales factores: por un lado, la mioglobina de la carne fres-

ca ya se habría estabilizado y/o cambiado a nitrosomioglobina durante el curado, y por otro con el característico color rojo del pimentón empleado, el principal condimento añadido a la formulación y en las mismas proporciones en ambos tipos de chorizos, y que podrían enmascarar cualquier cambio de color debido a la presencia o ausencia de nitritos u otros aditivos.

Se ha determinado la variación de color (ΔE) para comparar la evolución visual del color de los chorizos durante el almacenamiento. Se aprecia una mayor variación de ΔE en los chorizos *clean label*, siendo esta significativa a los 2 y 4 meses de vida útil. Esto se debe a que los chorizos reformulados presentan, como se ha comentado anteriormente, valores ligeramente superiores de a^* y ligeramente inferiores de L^* que los chorizos control, por lo que es esperable que el valor de ΔE sea superior en los chorizos *clean label*. Se estima que valores de ΔE superiores a 2 serían perceptibles por los consumidores, siendo nuestros valores en torno a 4,5 en el caso de los chorizos control y de 6-8 en los chorizos *clean label*.

Por tanto, se puede concluir que los parámetros de color mostraron diferencias mínimas entre ambos lotes, aunque la variación de color fue superior en los chorizos *clean label*. Sin embargo, ambos tipos de chorizos mantuvieron el color típico y esperable, y su aspecto visual fue prácticamente el mismo, y con variaciones mínimas durante el almacenamiento.

Con respecto a la estabilidad oxidativa (figura 4), el valor de TBARs fue significativamente superior en los chorizos *clean label* tras el curado (0,47 vs. 0,38 mg MDA/kg), valor que se igualó con los chorizos control en el segundo mes de almacenamiento, y que incluso fue inferior en los meses 4 y 6 de almacenamiento. Los valores variaron entre 0,27 y 0,38 mg MDA/kg en los chorizos control y entre 0,25 y 0,47 mg MDA/kg en los *clean label*. Valores similares de oxidación fueron descritos por otros autores en chorizo (Gómez *et al.* 2017; Cava *et al.* 2020; Rodríguez-González *et al.* 2020; Martín *et al.* 2021; Carrapiso *et al.* 2023).

Durante el almacenamiento de los chorizos, el valor más elevado fue después del curado (0 meses), sufriendo una disminución durante los 2 primeros meses, y después se mantuvo estable. El hecho de estar los chorizos envasados al vacío y mante-

nerlos a refrigeración son factores cruciales para explicar esta tendencia. En el caso de la temperatura, es bien sabido que las temperaturas más elevadas promueven las reacciones químicas, por lo que al estar en refrigeración se limita parcialmente la oxidación. Sin embargo, es aún más importante el hecho de estar envasado al vacío, ya que el oxígeno es una molécula vital que participa tanto en el proceso de iniciación como de propagación de la oxidación lipídica (Domínguez *et al.* 2019). Por tanto, la ausencia de oxígeno en el envase determina que se paralicen los procesos oxidativos, y esto combinado con los antioxidantes que permanecen en los chorizos hacen que los radicales libres sean neutralizados, propiciando la disminución o estabilización de la oxidación al envasar los productos al vacío. Además, las reacciones del malondialdehído con otros compuestos como azúcares, aminoácidos y aminas hacen que disminuya el valor de TBARs (Gómez *et al.* 2017), por lo que la degradación de los compuestos secundarios de oxidación también podría explicar esta disminución del índice de oxidación. En estudios previos se observa perfectamente esta tendencia. Patteiro *et al.* (2015) describió que el valor de TBARs aumentó durante la elaboración de chorizo, alcanzando el máximo justo al final del curado, y al envasarlos al vacío, este valor disminuyó drásticamente durante los 2 primeros meses, manteniéndose posteriormente prácti-

camente estables durante los 7 meses de almacenamiento, lo que coincide perfectamente con nuestros resultados. En este sentido, Cava *et al.* (2020) observaron en chorizo envasado al vacío una disminución del valor de TBARs los primeros 2 meses de almacenamiento, aumentando ligeramente o manteniéndose estable hasta los 4 meses de almacenamiento. Al igual que en este estudio, en chorizos de cerdo celta envasados al vacío también se observó una clara disminución del contenido de TBARs durante el almacenamiento (Gómez *et al.* 2017). Otros estudios previos demostraron que la temperatura no fue un factor determinante en la oxidación de chorizo envasado al vacío durante 6 meses, y aunque en este caso sí se observó un aumento durante el almacenamiento, este fue muy leve, de solo $\sim 0,3$ mg MDA/kg (Martín *et al.* 2021; Carrapiso *et al.* 2023).

De todos modos, los valores de TBARs observados en este estudio, tanto en los chorizos control como en los *clean label* están muy por debajo de los límites del umbral de percepción sensorial de olores o sabores a rancio (de Carvalho *et al.* 2020). Por tanto, en ninguno de los casos es esperable que se detecten ni desarrollen olores anómalos, lo que nos lleva a concluir que la reformulación de los chorizos es perfectamente viable sin comprometer de ningún modo la estabilidad oxidativa del producto, ni al final del curado ni durante su vida útil.



LORENZO BARROSO

DESDE 1958, FABRICANTE DE MÁQUINAS Y CONSUMIBLES

LORENZO BARROSO somos fabricantes de máquinas clipadoras, atadoras y todo tipo de clips de aluminio y lazos para todas las clipadoras del mercado.

Trabajamos conjuntamente con nuestros clientes, ofreciendo un servicio personalizado para poder optimizar así el proceso de producción.

No dude en contactarnos y le daremos la mejor solución técnico - comercial para su empresa.

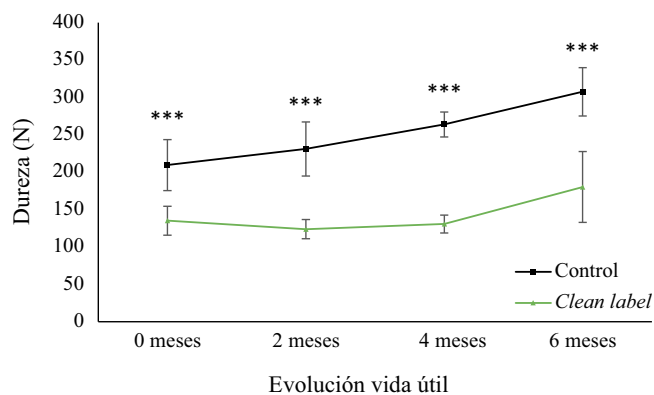


CONSÚLTENOS
OFRECEMOS LOS
MEJORES PRECIOS
DE CLIPS Y LAZOS
DEL MERCADO



FIGURA 5

Evolución de la dureza de chorizo a lo largo de los 6 meses de vida útil (2 °C envasados al vacío)



Por otro lado, la sustitución de los aditivos que tradicionalmente se usan en la formulación del chorizo resultó en cambios significativos en la textura (TPA) (figura 5). Los chorizos control mostraron una textura más firme (es decir, valores de dureza más altos) en comparación con el tratamiento *clean label*. Tras el curado, el grupo control presentó valores de dureza de 209 N, mientras que en los reformulados fue de 135 N. Estos valores son superiores a los descritos por Hernández-Jiménez *et al.* (2022) (entre 44 y 86 N) en chorizo Zamorano, por Tejada *et al.* (2021) (35-82 N) en chorizo ibérico y por Pateiro *et al.* (2015) (67-154 N) en el mismo tipo de chorizo del presente estudio, lo que sin duda está relacionado tanto con la diferente composición y la formulación empleada, como con las condiciones de curado y deshidratación de cada tipo de chorizo, que va a condicionar el grado de dureza del producto final. Pateiro *et al.* (2015) observó que el empleo de extractos naturales disminuyó significativamente el valor de dureza de los chorizos, lo que coincide perfectamente con nuestros datos, y podría estar relacionado con interacciones entre los compuestos fenólicos de los extractos usados y los grupos tiol de las proteínas, que podrían modificar estas proteínas y, por tanto, los parámetros de textura. Otra posible explicación para los mayores valores de dureza en los chorizos del lote control podría estar relacionado con el empleo de fosfatos y proteínas lácteas y de soja en su formulación, lo que afectaría de modo significativo a su textura en comparación con el lote *clean label*. Durante el almacenamiento, el comportamiento de los chorizos control y *clean label* fue diferente. La

dureza de los chorizos control sufrió un incremento progresivo durante toda la etapa de almacenamiento, llegando a los 6 meses a valores de 307 N. Por el contrario, los chorizos *clean label* no mostraron variaciones en la dureza durante los 4 primeros meses, aumentando ligeramente (hasta los 180 N) en el sexto mes de almacenamiento.

A pesar de estas diferencias de textura, la influencia que puede esto ejercer en el consumidor final no es especialmente importante, puesto que los valores no son excesivamente diferentes, e incluso son superiores que los descritos por otros estudios en el mismo tipo de producto. En un producto curado, el consumidor pretende tener un producto firme, por lo que nuestras diferencias no suponen un punto negativo.

Conclusión

La estrategia de reformulación propuesta en este estudio demuestra que es viable la producción de un chorizo *clean label*, sin que ello afecte negativamente ni a la composición ni a la evolución de los parámetros físico-químicos. Además, el desarrollo y elaboración de estos productos con sello de calidad, sin aditivos y derivados de carne de una raza autóctona con gran aceptación por parte del consumidor, es crucial para mejorar la competitividad de los productores y, por tanto, sus beneficios. De cualquier modo, se deben realizar futuros estudios analizando todos los factores que puedan estar involucrados, incluyendo la aceptabilidad de los consumidores como factor clave para asegurar la viabilidad de comercialización del producto *clean label*.

Agradecimientos y financiación

Este estudio fue financiado con fondos FEADER (Proyecto FEADER 2022/001A) dentro de las ayudas para el apoyo a proyectos piloto, desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías en el ámbito agroforestal (MR331A).

Bibliografía

Si desea descargar la bibliografía íntegra de este artículo puede hacerlo en la siguiente dirección web: www.eurocarne.com/documentos/bibl32607.pdf. e