

5. NUEVAS TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE DERIVADOS DEL CERDO IBÉRICO

*Abel Crespo Bermejo
Patricia Guerrero García-Ortega
Carmen González Ramos*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un gran interés por los productos frescos y “naturales”, es decir, con un contenido menor de aditivos o libres de ellos y que conservan sus propiedades nutritivas y organolépticas tras el procesado.

Asimismo, se ha incrementado de forma considerable la demanda de productos de preparación sencilla y rápida como los platos precocinados, los productos de IV y V gama y otros alimentos “listos para consumir”. En respuesta a los nuevos hábitos de consumo, la industria agroalimentaria ha implementado paulatinamente tecnologías de producción y conservación que garantizan la calidad higiénica de los alimentos y prolongan su vida útil minimizando las alteraciones en los mismos. En este grupo se incluyen los sistemas de envasado bajo atmósferas protectoras.

Las tecnologías de *envasado en atmósfera modificada* (E.A.M.) se aplican a multitud de productos de diversa naturaleza (vegetales, carnes, pescados, lácteos, etc.) contando con una larga trayectoria en la conservación de determinados alimentos como los derivados cárnicos, el café y los *snacks* y resultan muy adecuados para los alimentos frescos y mínimamente procesados y los platos preparados.

El sector cárnico ha sido uno de los primeros en aplicar las tecnologías de envasado en atmósfera modificada para incrementar la duración de sus productos. Estas tecnologías se utilizan, por ejemplo, en la conservación de grandes piezas de carne que posteriormente se despiezan y vuelven a envasar en el punto de venta. También sirven para aumentar el tiempo de vida de la carne fresca y sus derivados en formatos de presentación más pequeños, destinados al consumidor. En este último grupo se distinguen los productos cárnicos frescos que se cocinan antes de su ingestión, como salchichas y ham-

burguesas, los elaborados cárnicos cocidos (jamón cocido, fiambre de cerdo) y los productos crudos curados como chorizo, jamón, lomo, morcón y salchichón.

Actualmente, los productores o fabricantes de productos curados de cerdo ibérico en Extremadura suelen comercializar los mismos como piezas cárnicas enteras o envasadas al vacío, tras realizar un loncheado de las mismas. Como consecuencia de ello, dichos productores encuentran dificultades para introducirse en nuevos mercados y desde el punto de vista sensorial, existe un riesgo de aplastamiento, adherencia y amalgama en el caso del envasado al vacío de los productos loncheados, que causa rechazo en el consumidor.

Como recurso, las empresas extremeñas deberían fijarse como objetivo innovar en productos y procesos para ocupar nuevos nichos de mercado mediante el empleo de atmósferas modificadas en envases atractivos, que permitan a los productos loncheados de cárnicos curados del cerdo ibérico respetar los colores, formas y texturas.

Entre las materias primas empleadas en el loncheado se encuentran embutidos curados de cerdo ibérico como el chorizo, salchichón y lomo y una salazón cárnica, como es el caso del jamón.

Todos estos productos cárnicos son estables en piezas integras pero al ser loncheados, aparece el riesgo de alteración microbiana y físico-química:

- a) *Microbiana*, tales como agriado (por alta producción de ácido); viscosidad por transformación de sacarosa llevada a cabo por lactobacillus; hinchazón del paquete por dióxido de carbono (CO₂) por efecto de levaduras y bacterias ácido lácticas.
- b) *Físico-química*, como enranciamiento por oxidación debido al grado de saturación de las grasas; endurecimiento por el secado; tonos verdosos por radicales libres por oxidación.

Por todo ello, se hace necesario mantener el aspecto original del producto con sus aromas y jugosidad y evitar sabores anómalos.

2. ENVASADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA DE PRODUCTOS CURADOS DEL CERDO IBÉRICO

El envasado en atmósfera modificada es un método de empaquetado que implica la eliminación del aire del interior del envase y su sustitución por un gas o mezcla de gases especialmente preparada par cada tipo de alimento, permitiendo controlar las reacciones químicas, enzimáticas y microbianas, evitando y minimizando las principales degradaciones que se producen durante los periodos de almacenamiento y comercialización.

La aplicación de esta tecnología en la conservación de los alimentos implica las siguientes ventajas:

- Prolonga la vida de los alimentos frescos.
- Mantiene las propiedades organolépticas.
- Retarda el desarrollo de bacterias y hongos.
- Evita el enranciamiento.
- Minimiza el uso de aditivos y conservantes.
- Evita el desprendimiento y mezcla de olores.
- Permite envases más sugerentes y atractivos.

Los factores a tener en cuenta para la elección del envasado en atmósfera modificada son los siguientes:

1. Factores intrínsecos (que dependen del producto).

- El pH.
- La actividad de agua (a_w).
- Microflora inicial.
- Desarrollo de la microflora.
- Disponibilidad de nutrientes.
- Potencial redox (Eh).
- Sustancias inhibidoras naturales.
- Presencia de esporas microbianas.

2. Factores extrínsecos.

- Temperatura
- Ambiente gaseoso.
- Envase
- Humedad relativa
- Elaboración del producto, en este caso hablamos de productos curados.
- Luz.

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Conscientes de la que la problemática expuesta es uno de los retos que condiciona la expansión del sector, en CTAEX hemos realizado un proyecto de investigación cuyo objetivo principal ha sido envasar en atmósfera modificada loncheados de productos cárnicos curados del cerdo ibérico extremeño estudiando:

a) La aplicación de diferentes gases y mezclas de gases e investigación de nuevos gases: N_2 , Ar, He, CO_2 y O_3

b) La atmósfera en el interior del envase durante el almacenamiento:

- Atmósferas inertes: N_2 , Ar, He, y Ar con absorbedor de oxígeno
- Atmósferas semiactivas: N_2/CO_2 , $O_3 + N_2/CO_2$ y $O_3 + Ar/CO_2$

c) El uso de materiales plásticos como los envases activos:

Los “envases activos” son un sistema alimento-envase-entorno que actúan de forma coordinada para mejorar la salubridad y la calidad del alimento envasado, aumentando así su vida útil. Los mecanismos de actuación de este tipo de envasado son los siguientes:

1. Introduciendo el elemento activo en el interior del envase, junto con el producto a envasar. Es el caso de los absorbedores de oxígeno, los cuales han sido utilizados en el proyecto, que controlan el oxígeno en el interior del envase para productos sensibles al mismo.
2. Formando parte del material de envasado, controlando el crecimiento superficial de microorganismos

A la hora de seleccionar el mejor tipo de envase para la realización del proyecto se escogieron bolsas elaboradas con plástico laminado neutro barrera 12 PET x 50 PE/EVOH/PE alta barrera (baja permeabilidad a gases y vapor de agua).

- d) El seguimiento de la estabilidad físico-química y sensorial de los productos:**
El calendario de muestreo durante el test de conservación de 40 días se realizó a los 8, 15, 23 y 40 días desde el envasado.

4. PROCESO DE ENVASADO

En lo que respecta al proceso de envasado, todos los productos objeto de estudio fueron loncheados con 2 mm de espesor y colocados 100 g de cada uno de ellos en platos de plástico. Posteriormente, los platos fueron introducidos en bolsas con propiedades impermeables y selladas en una termoselladora de campana con posibilidad de inyección de gas.

Un aspecto muy importante a la hora de llevar a cabo el envasado en atmósfera modificada de productos loncheados es el control y ajuste de la máquina de envasado, para dejar el menor oxígeno residual posible, el cual no es adecuado para nuestro producto, puesto que favorecería las reacciones de oxidación, provocando degradación físico-química, microbiológica y sensorial.

A continuación, se muestra el cuadro 1, donde para unas mismas condiciones de envasado como son Presión del vacío= -740 mm Hg., y Presión del gas= -200 mm Hg, el porcentaje de oxígeno residual presente en el envase varía en función del gas empleado.

CUADRO 1. Porcentaje de oxígeno residual en los envases en función del gas

Gas de envasado	% Oxígeno residual
N ₂	0,8
Ar	0,8
N ₂ /CO ₂	2,0
Ar/CO ₂	1,0
He	1,8

Fuente: Elaboración propia

5. TEST DE CONSERVACIÓN

Por último, para investigar los envases, gases o mezclas de gases a emplear más adecuados para los productos, se realizó un test de conservación durante 40 días en cámara de refrigeración a 5 °C, llevando a cabo un control de la evolución de los gases de envasado, de los parámetros físico-químicos y microbiológicos más relevantes y evaluación sensorial.

Los análisis llevados a cabo en el proyecto para evaluar la estabilidad del producto con el paso del tiempo son el índice de peróxidos, pH y recuento de totales.

El estudio del *índice de peróxidos*, realizado mediante valoración, nos indica el estado de los procesos oxidativos en el que se encuentra el alimento.

El análisis de *recuento de totales*, determinado a 37°C durante 48 horas en PCA, nos indica la carga microbiana general que poseen las muestras en un periodo de conservación determinado, indicando así si el empleo de una atmósfera modificada de envasado es adecuada o no.

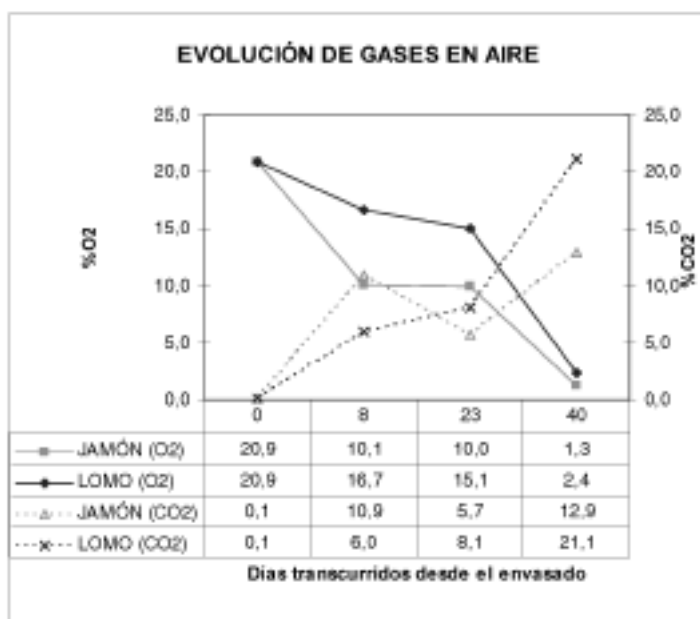
Las determinaciones físico-químicas y microbiológicas son importantes, pero más aún lo son las pruebas sensoriales ya que es el consumidor el que finalmente selecciona un producto u otro. Por ello, se llevó a cabo una valoración sensorial a través de un panel de cata a lo largo de todo el test de conservación, valorando los atributos de sabor, color, olor, masticabilidad y jugosidad.

6. RESULTADOS

6.1. Resultado del envasado de los productos sin atmósfera modificada

El comportamiento de los productos en el interior del envase cuando están en contacto con aire se muestra en los gráficos siguientes.

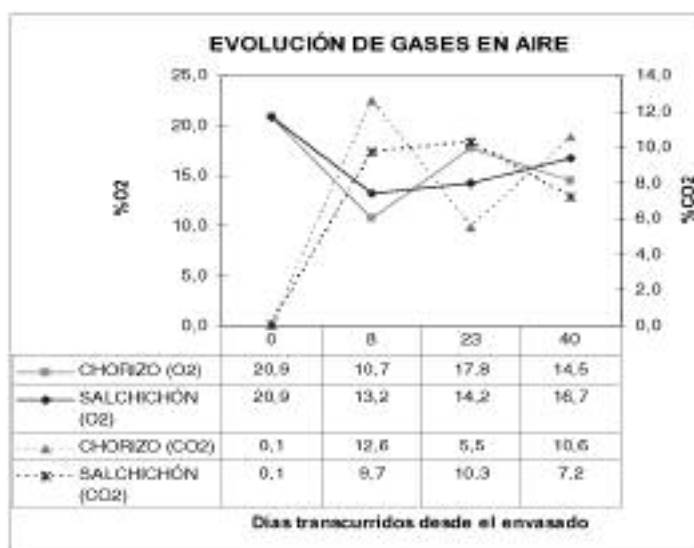
GRÁFICO 1: Evolución de los gases de envasado para jamón y lomo



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1 se observa como el jamón y el lomo consumen el oxígeno presente en el envase y como con el transcurso de los días de envasado se va generando dióxido de carbono. Esta variación en la concentración de gases en el interior del envase lleva a pensar a que en el interior del envase no se detienen los procesos, que existe vida, y que tanto el consumo de oxígeno como la generación de CO₂ son debidas a las reacciones de oxidación y a la microflora de los productos.

GRÁFICO 2: Evolución de los gases de envasado para chorizo y salchichón



Fuente: Elaboración propia

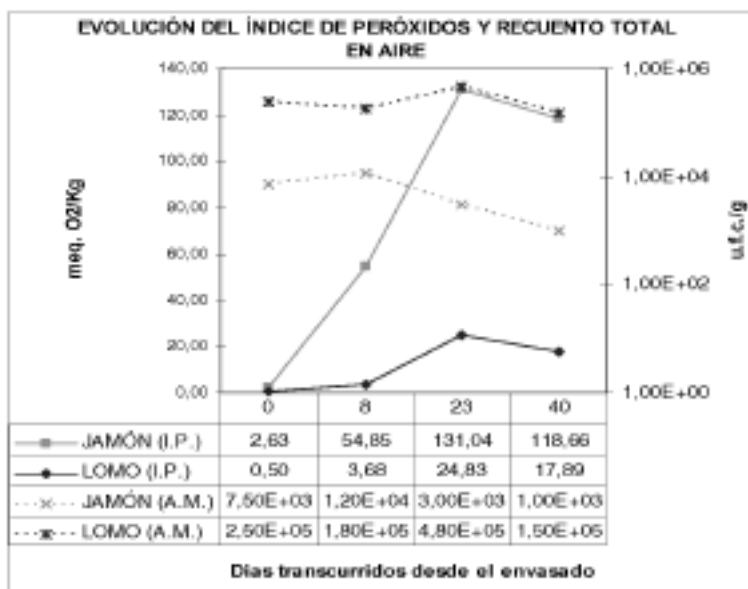
Para los embutidos (gráfico 2), se observa que el consumo de oxígeno es menor que en los casos del jamón y el lomo, y que por tanto los primeros son más estables y van a enranciarse en menor medida. La generación de CO₂ es debida a microorganismos heterofermentativos.

El gráfico 3 muestra que el índice de peróxidos para el jamón es muy alto y tiende a enranciarse con mayor facilidad que el lomo, debido a que el jamón contiene sal, que es un prooxidante, y más grasa que además es más polinsaturada que el lomo.

Ambos productos mantienen su carga microbiológica prácticamente constante a lo largo del tiempo gracias a la presencia del dióxido de carbono.

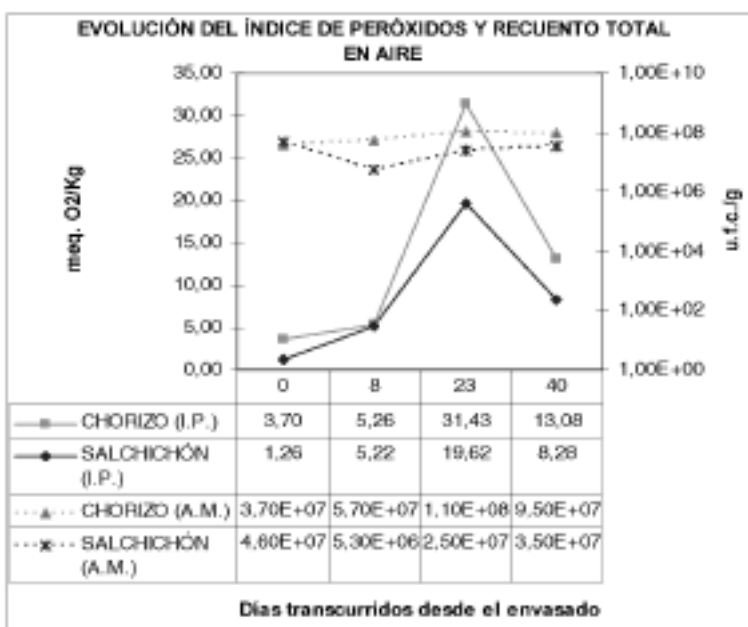
En el gráfico 4 (parámetros físico-químicos y microbiológicos para embutidos), se observa que la actividad de oxidación aumenta con el tiempo de conservación, siendo los niveles de índices de peróxidos inferiores que en el caso del jamón y lomo. Los resultados también nos permiten deducir que el salchichón parece ser el embutido más estable oxidativamente. La microflora, al igual que en el caso del jamón y lomo, se mantiene constante.

GRÁFICO 3: Evolución de parámetros físico-químicos y microbiológicos para jamón y lomo



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 4: Evolución de parámetros físico-químicos y microbiológicos para chorizo y salchichón



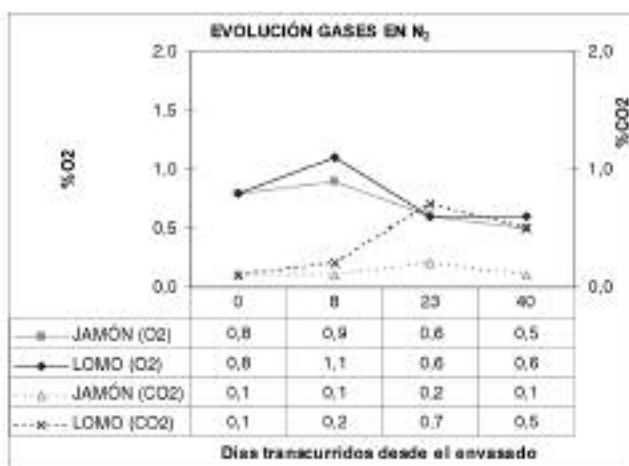
Fuente: Elaboración propia.

6.2 Envasado de productos loncheados curados en atmósferas modificadas inertes.

6.2.1. Nitrógeno y Argón (N₂ y Ar)

Se llevó a cabo una sustitución del aire en el interior del envase por gases inertes como el nitrógeno al 100% y argón al 100%, es decir, sin mezclas con otros gases.

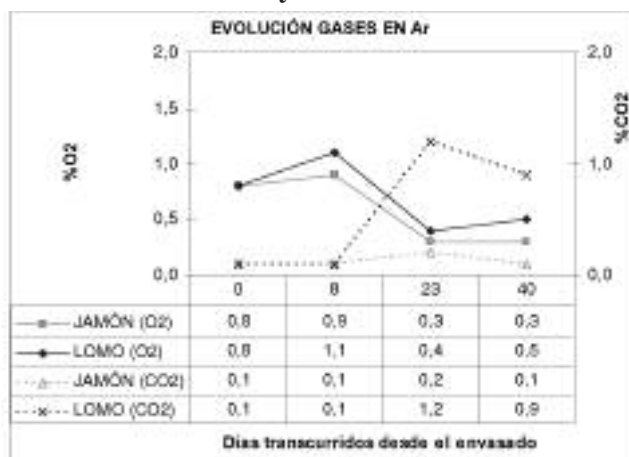
GRÁFICO 5: Evolución de los gases de envasado para jamón y lomo



Fuente: Elaboración propia

A diferencia de lo que ocurría al jamón y lomo cuando estaban en contacto con aire, se puede observar en el gráfico 5 que los microorganismos apenas tienen oxígeno que consumir y como consecuencia de ello se ha generado muy poca cantidad de CO₂ en el interior del envase. Este hecho da una idea de como la sustitución del aire por un gas inerte en el envase, disminuye de manera considerable la actividad en el interior de dicho envase.

GRÁFICO 6: Evolución de los gases de envasado en gas argón para jamón y lomo



Fuente: Elaboración propia.

Cuando se modifica la atmósfera del envase con un gas inerte como el argón, el resultado es prácticamente el mismo que cuando se sustituye con nitrógeno.

CUADRO 2. Evolución del índice de peróxidos y recuento de totales de los productos envasados en nitrógeno y argón durante el periodo de conservación

PRODUCTOS LONCHEADOS	INDICE DE PERÓXIDOS (meq. O ₂ /Kg)				RECUESTO DE TOTALES (u.f.c./g)			
	Días transcurridos desde el envasado							
	0	8	23	40	0	8	23	40
JAMÓN (N ₂)	2,63	34,78	1,92	24,18	7,50E+03	5,00E+04	3,00E+03	1,00E+03
JAMÓN (Ar)	2,63	10,85	20,48	19,60	7,50E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03
LOMO (N ₂)	0,50	31,18	0,10	3,51	2,50E+05	2,20E+05	6,20E+06	1,00E+03
LOMO (Ar)	0,50	14,37	4,66	8,88	2,50E+05	2,30E+06	1,50E+06	3,00E+03
CHORIZO (N ₂)	3,70	22,40	5,00	4,88	3,70E+07	3,90E+07	6,20E+07	3,00E+06
CHORIZO (Ar)	3,70	9,47	4,10	4,30	3,70E+07	5,40E+07	7,70E+08	8,90E+07
SALCHICHÓN (N ₂)	1,26	6,63	5,95	11,80	4,60E+07	5,15E+07	3,80E+07	5,00E+07
SALCHICHÓN (Ar)	1,26	8,09	4,10	3,82	4,60E+07	5,20E+07	2,00E+07	3,50E+07

Fuente: Elaboración propia

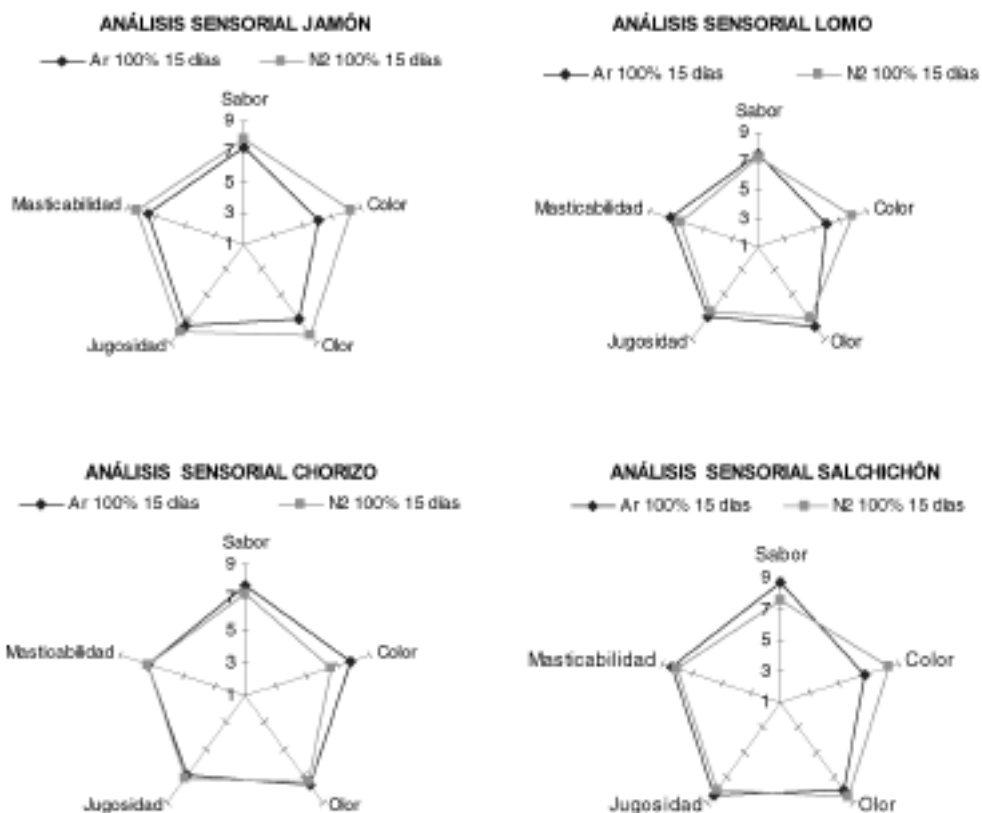
El cuadro 2 muestra cómo las reacciones de oxidación, determinadas mediante el índice de peróxidos, se han visto minimizadas en relación al envasado de los productos en aire, siendo mucho menores en un inicio para el caso del gas argón en lomo y jamón, no encontrándose apenas diferencias entre el empleo de un gas u otro en el caso de los embutidos (chorizo, salchichón).

En el cuadro 2 también puede observarse como se controla el crecimiento microbiano como consecuencia del empleo de estos gases, pues el recuento de totales permanece prácticamente constante para todos los productos a excepción del lomo, que llega incluso a disminuir con respecto a la carga microbiana inicial.

Por el contrario, según puede apreciarse en los diagramas de araña del gráfico 7, a pesar de la mejora de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, a los 23 días de envasado apareció un visible crecimiento de moho en los bordes de los productos loncheados, por lo que no se determinó el perfil sensorial de dichos productos en estos gases al finalizar el test de conservación. Este crecimiento de moho podría deberse al oxígeno residual todavía presente en el interior del envase desde el momento de su sellado.

En los diagramas de araña también se aprecia que el empleo del gas argón en el envasado en atmósfera modificada no es adecuado para el caso del jamón, puesto que sensorialmente es menos valorado que con el uso del gas nitrógeno.

GRÁFICO 7: Análisis sensorial de los productos loncheados envasados en gas nitrógeno y argón



Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Argón y absorbedores de oxígeno en el interior del envase

Para evitar el crecimiento de moho observado en los ensayos anteriores, se probó el empleo de absorbedores de oxígeno para eliminar completamente el oxígeno residual observado tras el sellado de los envases.

Con la introducción de absorbedores de oxígeno en el interior de los envases, además de evitarse las reacciones de oxidación de manera similar a los casos anteriores, se llegó incluso a disminuir la carga microbiana de los productos loncheados envasados, a excepción del lomo, tras un periodo de conservación de 40 días. Este hecho influyó de manera muy positiva en el análisis sensorial a la finalización del test de conservación.

A diferencia de lo que ocurre en los productos envasados en aire, donde el pH llega incluso a aumentar con el consecuente riesgo de alteración microbiana, cuando dichos productos se envasan con una atmósfera inerte de argón junto con absorbedores de oxígeno, el pH se mantiene constante hasta el final del test de conservación, hecho que evita la proliferación de microorganismos alterantes.

CUADRO 3. Evolución del índice de peróxidos y recuento de totales de los productos envasados en argón y absorbedores de oxígeno durante la conservación

PRODUCTOS	INDICE DE PERÓXIDOS (meq. O ₂ /Kg)				RECuento DE TOTALES (u.f.c./g)			
	Días transcurridos desde el envasado							
	0	8	23	40	0	8	23	40
JAMÓN (Ar+abs. de O ₂)	2,63	8,54	10,53	21,64	7,50E+03	2,40E+03	5,00E+02	3,70E+02
LOMO (Ar+abs. de O ₂)	0,50	16,02	9,80	17,71	2,50E+05	1,90E+08	4,00E+07	1,70E+06
CHORIZO (Ar+abs. de O ₂)	3,70	7,00	18,78	7,26	3,70E+07	1,00E+07	7,40E+06	2,50E+06
SALCHICHÓN (Ar+abs. de O ₂)	1,26	6,20	23,42	16,86	4,60E+07	5,60E+07	4,90E+06	1,00E+04

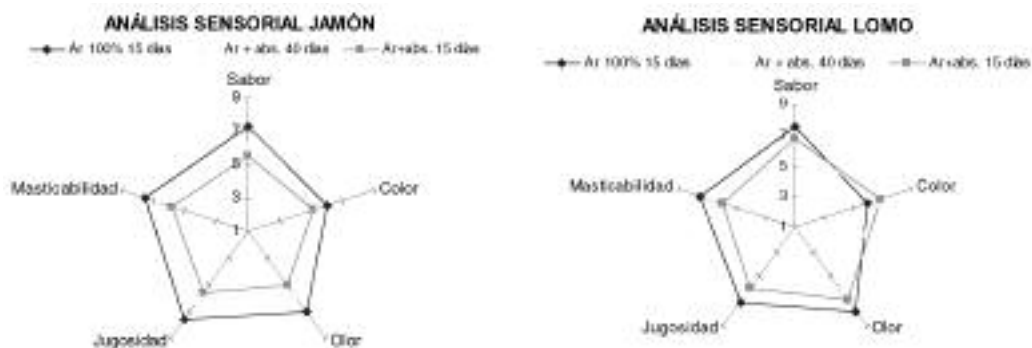
Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4: Evolución del pH durante el periodo de envasado

PRODUCTOS LONCHEADOS	pH			
	Días transcurridos desde el envasado			
	0	8	23	40
JAMÓN (Aire)	5,80	5,64	5,70	6,35
JAMÓN (Ar+abs. de O ₂)	5,80	5,95	6,02	5,94
LOMO (Aire)	5,92	5,81	5,57	6,35
LOMO (Ar+abs. de O ₂)	5,92	5,06	5,98	5,95
CHORIZO (Aire)	5,94	5,80	5,34	6,13
CHORIZO (Ar+abs. de O ₂)	5,94	5,40	5,20	5,14
SALCHICHÓN (Aire)	5,57	6,03	5,35	6,02
SALCHICHÓN (Ar+abs. de O ₂)	5,57	6,09	5,48	5,44

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 8: Análisis sensorial de los productos loncheados envasados en gas argón y absorbedores de oxígeno



Fuente: Elaboración propia

Como puede interpretarse de los diagramas (gráfico 8), el empleo de gas argón junto con absorbedores de oxígeno permitió finalizar el test de conservación para todos los productos, hecho que no ocurría cuando se empleaba una atmósfera modificada inerte sin absorbedores de oxígeno. En este caso, ninguna de las muestras presentó crecimiento visible de moho a los 40 días de envasado.

6.2.3. Helio (He)

Como se mencionó anteriormente, el helio es también un gas inerte con capacidad para desplazar el oxígeno, propiedades que permitieron su planteamiento como uso en el envasado en atmósferas modificadas en nuevos ensayos.

Debido a las pequeñas dimensiones atómicas de este gas, durante el ensayo pudo comprobarse que mientras avanzaba el test de conservación, el helio se escapaba por los poros del envase, a pesar de contar con unas bolsas de envasado con propiedades impermeables. Como consecuencia de ello, al finalizar el período de 40 días de conservación, se produjo un vacío total en las bolas de manera muy similar a un envasado tipo *skin*.

CUADRO 5: Evolución del índice de peróxidos, recuento de totales y pH de los productos envasados en helio durante el periodo de conservación

PRODUCTOS	INDICE DE PERÓXIDOS (meq. O ₂ /Kg)				RECUESTO DE TOTALES (u.f.c./g)				pH			
	Días transcurridos desde el envasado											
	0	8	23	40	0	8	23	40	0	8	23	40
JAMÓN (He)	2,63	2,60	24,23	7,13	7,50E+03	6,00E+03	3,00E+03	3,00E+03	5,80	6,67	5,56	5,48
LOMO (He)	0,50	2,76	0,50	2,51	2,50E+05	2,40E+05	1,40E+06	1,40E+06	5,92	6,15	5,99	5,82
CHORIZO (He)	3,70	3,65	6,47	1,92	3,70E+07	5,50E+06	1,20E+07	2,40E+07	5,94	5,93	5,33	5,36
SALCHICHÓN (He)	1,26	3,62	3,30	0,99	4,60E+07	5,00E+06	9,00E+06	4,40E+06	5,57	5,40	5,41	5,39

Fuente: Elaboración propia

No existe aún un envase completamente impermeable a los gases, pero si se analizan los datos del cuadro 5, se puede observar cómo los valores de índice de peróxidos para todos los productos nos indican que apenas existen reacciones de oxidación en el momento de la medición a lo largo del test de conservación, valores que son muy inferiores a los obtenidos hasta el momento. Este hecho puede haberse debido a la difusión del gas a través del envase, que permite además la generación de un fenómeno de vacío en el interior del mismo.

La flora microbiana de los productos se mantiene también de manera estable a lo largo del tiempo, ayudado también por el pH de los productos, que llegan incluso a descender, lo que induce a pensar a encontrar unos productos en óptimas condiciones de conservación.

Sin embargo, el análisis sensorial reveló que el helio no es un gas apropiado para envasar estos productos, puesto que el perfil sensorial final, determinado mediante cata, fue muy negativo si lo comparamos con el envasado con otro gas inerte como el argón.

Para el caso del jamón, tanto el olor como el sabor fueron anómalos, siendo la jugosidad y masticabilidad muy mala para el lomo. Tanto los sabores como aromas anómalos pueden deberse a la pureza del gas, que no debe contener trazas de otros gases, aspecto muy a tener en cuenta a la hora de su elección como gas de envasado.

6.3. Envasado de productos loncheados curados en atmósferas modificadas semiactivas

6.3.1. Mezcla de nitrógeno y dióxido de carbono (N₂/CO₂) en proporción 70:30

Esta mezcla de gases se usó para buscar el efecto bacteriostático y fungiestático del dióxido de carbono, además del conocido gas nitrógeno para desplazar el oxígeno y como gas de relleno, evitando así el colapso del envase debido a la disolución del dióxido de carbono en el producto.

CUADRO 6: Evolución del índice de peróxidos y recuento de totales durante el periodo de envasado

PRODUCTOS LONCHEADOS	INDICE DE PERÓXIDOS (meq. O ₂ /Kg)				RECUESTO DE TOTALES (u.f.c./g)			
	Días transcurridos desde el envasado							
	0	8	23	40	0	8	23	40
JAMÓN (N ₂ /CO ₂)	2,63	15,34	31,10	35,12	7,50E+03	1,00E+03	2,00E+03	1,00E+03
LOMO (N ₂ /CO ₂)	0,50	5,77	47,52	31,58	2,50E+05	9,40E+04	1,60E+06	1,60E+06
CHORIZO (N ₂ /CO ₂)	3,70	4,71	22,3	13,08	3,70E+07	1,10E+08	1,20E+07	3,50E+06
SALCHICHÓN (N ₂ /CO ₂)	1,26	3,89	13,76	8,39	4,60E+07	1,10E+07	1,90E+07	1,30E+06

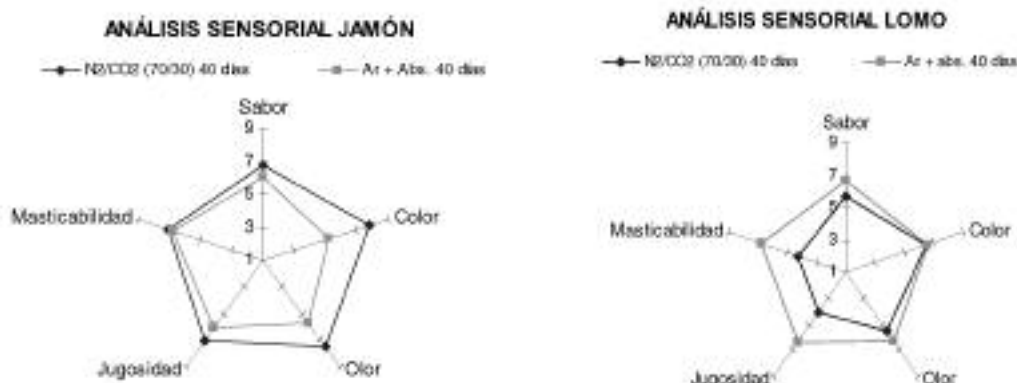
Fuente: Elaboración propia

Como resultado del empleo de una atmósfera modificada semiactiva, tanto el jamón como el lomo presentaron una carga microbiológica prácticamente constante hasta el final del test de conservación, siendo los resultados sensoriales finales distintos en función de un producto u otro (cuadro 6).

La carga microbiológica del los embutidos tampoco se vió afectada en exceso como consecuencia de la mezcla de gases, llegando a realizar su función bacteriostática.

A la finalización de los 40 días de conservación, el análisis sensorial (gráfico 9) demostró que el jamón fue el producto que mejor perfil sensorial obtenía; como consecuencia del empleo de la mezcla de gases, mejor incluso que todos los gases estudiados hasta el momento. Sin embargo, en el caso del lomo, esta nueva mezcla de gases no mejoró el perfil sensorial obtenido cuando se utilizó el argón como gas de envasado y absorbedores de oxígeno, puesto que con la mezcla de gases N₂/CO₂, el lomo se presenta menos jugoso y por tanto con una baja masticabilidad. Para el chorizo y salchichón, los resultados sensoriales fueron muy similares a los del empleo del gas argón.

GRÁFICO 9: Análisis sensorial de los productos loncheados envasados en N₂/CO₂



Fuente: Elaboración propia

6.3.2. Barrido de ozono (O₃) y envasado en N₂/CO₂ y Ar/CO₂

Conocidos los efectos bactericidas y fungicidas del ozono en anteriores trabajos de investigación realizados por CTAEX, se utilizó dicho gas mediante barrido sobre la superficie de los productos a envasar, sellando posteriormente los envases con una mezcla de gases en su interior de N₂/CO₂ y Ar/CO₂ en proporciones 80:20 (cuadro 7).

CUADRO 7: Evolución del índice de peróxidos y recuento de totales durante el periodo de conservación

PRODUCTOS LONCHEADOS	INDICE DE PERÓXIDOS (meq. O ₂ /Kg)				RECuento de TOTALES (u.f.c./g)			
	Días transcurridos desde el envasado							
	0	8	23	40	0	8	23	40
JAMÓN (O ₃ ;N ₂ /CO ₂)	2,63	12,41	9,32	17,85	7,50E+03	1,40E+05	1,40E+04	1,00E+04
JAMÓN (O ₃ ;Ar/CO ₂)	2,63	24,69	18,51	8,88	7,50E+03	3,50E+04	4,00E+04	5,00E+04
LOMO (O ₃ ;N ₂ /CO ₂)	0,5	4,9	13,28	7,55	2,50E+05	1,80E+08	4,90E+07	7,40E+08
LOMO (O ₃ ;Ar/CO ₂)	0,5	21,66	5,19	6,63	2,50E+05	6,40E+07	8,30E+07	7,70E+07
CHORIZO (O ₃ ;N ₂ /CO ₂)	3,70	16,85	7,34	9,92	3,70E+07	3,10E+07	7,30E+07	5,00E+08
CHORIZO (O ₃ ;Ar/CO ₂)	3,70	25,99	8,03	16,58	3,70E+07	9,30E+07	1,10E+08	5,30E+08
SALCHICHÓN (O ₃ ;N ₂ /CO ₂)	1,26	13,28	5,35	4,89	4,60E+07	4,10E+08	6,60E+08	7,20E+08
SALCHICHÓN (O ₃ ;Ar/CO ₂)	1,26	62,09	4,13	6,39	4,60E+07	3,60E+08	3,50E+08	3,80E+08

Fuente: Elaboración propia

Las reacciones de oxidación, según el índice de peróxidos, se producen con mayor celeridad en el caso de la aplicación de un barrido de ozono si comparamos los valores

obtenidos a los 8 días de envasado con los valores obtenidos también a los 8 días de envasado en la atmósfera semiactiva de N_2/CO_2 (cuadro 6). En cualquier caso, los niveles de índice de peróxidos a lo largo del periodo de conservación son similares a los encontrados en los productos envasados con atmósfera inerte.

En cuanto al recuento microbiano, los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que el número de microorganismos en todos los productos, lejos de descender por la aplicación del barrido de ozono previo al sellado del envase, se vieron estimulados hasta valores cercanos a 10^9 u.f.c./g a excepción del jamón, que aumenta también pero en menor medida, tal y como puede observarse en el cuadro 7.

Al finalizar los 40 días de conservación, el estudio sensorial de todos los productos analizados fue aceptable, aunque con una valoración menor que con otros gases. En cualquier caso, el elevado recuento microbiológico de las muestras hace prever que el periodo de conservación de estos productos, cuando se aplica un barrido de ozono previo a la introducción del gas definitivo y sellado del envase, sea mucho menor que otros gases o mezclas de gases estudiados.

7. CONCLUSIONES

De todas las atmósferas modificadas de cobertura inerte empleadas, la formada por Ar 100% presenta los mejores resultados físico-químicos, aunque los productos no logran finalizar el test sensorialmente.

La introducción de absorbedores de oxígeno en el interior de los envases, previo al sellado con gas argón 100% para eliminar el oxígeno residual, propicia una mejora sensorial en todos los productos, de tal manera que se logra finalizar el test de conservación, a excepción del jamón, que presenta sabores anómalos tanto con absorbedores como sin ellos.

Las investigaciones con el gas inerte helio, revelan resultados satisfactorios a nivel físico-químico y microbiológico, pero no así a nivel sensorial puesto que todas las muestras presentaron peor perfil sensorial que los demás gases inertes empleados.

El envasado en atmósfera modificada semiactiva con N_2/CO_2 en proporciones 70:30 depara resultados óptimos para todos los productos y aceptables para el lomo.

La utilización de ozono como barrido previo a la introducción de los gases N_2/CO_2 y Ar/ CO_2 y posterior sellado de envases, no provocan diferencias reseñables entre ambos gases, aunque sí se diferencian respecto al envasado en atmósfera de N_2/CO_2 ya que el empleo de gas ozono estimula el crecimiento microbiano, a pesar de que sensorialmente sean aceptables.

Como resumen, el empleo de atmósferas semiactivas de N_2/CO_2 como gas de envasado en proporciones 70:30 son adecuadas para mantener las cualidades organolépticas de todos los productos estudiados sin comprometer su seguridad.

El empleo del gas argón al 100% como gas de envasado junto con absorbedores de oxígeno también ofrece resultados óptimos para lomo, chorizo, salchichón y morcón. Por el contrario, el empleo de este gas para el envasado en atmósfera modificada de lon-

chas de jamón no es adecuado por motivos sensoriales, viéndose el sabor y aromas característicos de este producto claramente perjudicados.

Aunque el objetivo del proyecto no ha sido el establecimiento de la vida útil de los productos para los gases seleccionados, presumiblemente el periodo de conservación sea mucho mayor al utilizado en la investigación para estudiar el comportamiento de los gases.

BIBLIOGRAFÍA

- Coles, R. et al (2004): *Manual de envasado de alimentos y bebidas*. AMV ediciones.
- López, G. et al (2001): *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. AMV ediciones.
- Madrid, A. et al (2001): *Nuevo manual de industrias alimentarias*. AMV ediciones.
- Parry, R.T. (1995): *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. AMV ediciones.