



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

DEPARTAMENTOS DE GESTÃO

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PIMENTONES
“JARANDA”, “AGRIDULCE” Y “BOLA” DE
EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ Y “BOLA”
DE MURCIA EN EMBUTIDOS Y SU EFECTO SOBRE EL
CONSUMO**

Cristina Pereira Jiménez

Orientação: Maria Raquel Lucas,

María Guía Cordoba Ramos

Mestrado em Gestão da Qualidade e Marketing Agroalimentar

Dissertação

Évora, 2013



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

DEPARTAMENTOS DE GESTÃO

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PIMENTONES
“JARANDA”, “AGRIDULCE” Y “BOLA” DE
EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ Y “BOLA”
DE MURCIA EN EMBUTIDOS Y SU EFECTO SOBRE EL
CONSUMO**

Cristina Pereira Jiménez

Orientação: Maria Raquel Lucas,

María Guía Cordoba Ramos



198838

Mestrado em Gestão da Qualidade e Marketing Agroalimentar

Dissertação

Évora, 2013



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado em Gestão da Qualidade e Marketing Agro-Alimentar

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PIMENTONES
“JARANDA”, “AGRIDULCE” Y “BOLA” DE
EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ Y
“BOLA” DE MURCIA EN EMBUTIDOS Y SU EFECTO
SOBRE EL CONSUMO**

Por:

CRISTINA PEREIRA JIMÉNEZ

Orientação:

MARIA RAQUEL LUCAS

MARÍA GUÍA CORDOBA RAMOS

Évora

28/02/2013



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado em Gestão da Qualidade e Marketing Agro-Alimentar

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PIMENTONES
“JARANDA”, “AGRIDULCE” Y “BOLA” DE
EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ Y
“BOLA” DE MURCIA EN EMBUTIDOS Y SU EFECTO
SOBRE EL CONSUMO**

Por:

CRISTINA PEREIRA JIMÉNEZ

Orientação:

MARIA RAQUEL LUCAS

MARÍA GUÍA CORDOBA RAMOS

Évora

28/02/2013

Índice

Índice	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Resumen	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Características básicas del pimentón	1
I.2. Importancia del cultivo del pimentón	1
I.3. Variedades de pimiento para pimentón	2
I.4. Proceso de elaboración del pimentón	5
I.5. Características de calidad del pimentón	8
I.6. Usos del pimentón	11
I.7. Embutidos curados	12
I.8. Proceso de elaboración de los embutidos	13
I.9. Problemática de los embutidos curados	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	17
II.1. Material	17
II.1.1. Reactivos químicos	17
II.1.2. Instrumental	17
II.1.3. Material Biológico	19
II.2. Métodos	20
II.2.1. Procesado y envasado de embutidos	20
II.2.2. Toma de muestras	22
II.2.3. Análisis físico-químico de las muestras	23
II.2.3.1. Determinación del pH	23
II.2.3.2. Determinación de la actividad de agua	23
II.2.3.3. Determinación del color	23

II.2.4. Estudio de la estabilidad oxidativa.....	23
II.2.5. Análisis sensorial	24
II.2.5.1. Catas descriptivas.....	24
II.2.5.2. Catas hedónicas	25
II.2.6. Estudio estadístico de los datos	25
II.2.7. Software.....	25
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
III.1. Parámetros físico-químicos	26
III.1.1. Evolución del pH durante el envasado de los chorizos.....	26
III.1.2. Evolución de a_w durante el envasado de los chorizos	28
III.2. Estabilidad oxidativa durante el envasado de embutidos	30
III.3. Estudio del color durante el envasado de embutidos	32
III.4. Análisis sensorial durante el envasado de embutidos	36
III.4.1. Color Rojo	36
III.4.2. Atributos relacionados con el olor.....	38
III.4.2.1. Atributo olor a curado	38
III.4.2.2. Atributo olor a pimentón.....	39
III.4.2.3 Atributo olor a rancio	41
III.4.2.4. Atributo olor a picante.....	43
III.4.3. Aceptabilidad	45
IV. CONCLUSIONES, LIMITACIONES DE TRABAJO E INVESTIGACIONES FUTURAS	47
IV.1. Conclusiones	47
IV.2. Limitaciones de trabajo	48
IV.3. Investigaciones futuras	48
BIBLIOGRAFÍA	49

Índice de tablas

Tabla I.1: Superficie y producción de pimiento para pimentón en Extremadura en 2009	2
---	---

Índice de figuras

Figura I.1: Principales zonas de cultivo de pimiento para pimentón en España	2
Figura I.2: Pimiento variedad "Bola"	3
Figura I.3: Pimiento "Jaranda" y "Jariza"	3
Figura I.4: Secadero de pimientos al sol	5
Figura I.5: Primera planta del hogar de leña del secadero	6
Figura I.6: Interior del secadero	7
Figura I.7: Diagrama de flujo de elaboración de pimentón	8
Figura I.8: Diagrama de elaboración del chorizo	13
Figura II.1: Colorímetro	18
Figura II.2: Equipo de actividad de agua	18
Figura II.3: Espectrofotómetro	19
Figura II.4: Lotes de chorizo en la cámara de refrigeración	20
Figura II.5: Diagrama de flujo del procesado del chorizo	22
Figura II.6: Diagrama de toma de muestras de chorizos	22
Figura III.1. Valores medios de pH de los sublotes y lotes de chorizos durante el envasado. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.	26
Figura III.2: Valores de a_w en los diferentes sublotes y lotes de chorizo en función de distintas variedades de pimentón utilizadas. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.	28
Figura III.3: Resultados de MDA en los diferentes sublotes y lotes de chorizos elaborados con distintas variedades de pimentón a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.....	30

Figura III.4: Resultados de coordenada a*del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotos y lotes E: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento..... 32

Figura III.5: Resultados de coordenada b*del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotos y lotes E: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento..... 33

Figura III.6: Resultados de coordenada L*del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotos y lotes E: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento..... 35

Figura III.7: Atributo “color rojo” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 36

Figura III.8: Atributo “olor a curado” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 38

Figura III.9: Atributo “olor a pimentón” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 39

Figura III.10: Atributo “olor a rancio” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 41

Figura III.11: Atributo “olor a picante” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 43

Figura III.12: Atributo “Aceptabilidad” en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento. 45

Resumo

ESTUDO COMPARATIVO DOS PIMENTONES “JARANDA”, “AGRIDULCE” E “BOLA” DE EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ E “BOLA” DE MURCIA EM ENCHIDOS E SEU EFEITO SOBRE O CONSUMO

O presente trabalho faz um estudo comparativo dos pimentos “Jaranda”, “Agridulce” e “Bola” de Extremadura, “Papri-queen” de Perú e “Bola” de Murcia em enchidos e o seu efeito sobre o consumo. O pimentão, um dos corantes naturais mais utilizados em Espanha, é de grande importância para a Extremadura que, com 3.179 toneladas produzidas em 2012, representa 60% do total nacional. O “Pimentón de la Vera” é o principal pimentão espanhol utilizado na produção de enchidos, devido à sua conservação e prolongamento da vida útil.

Neste trabalho utilizaram-se métodos físico-químicos e sensoriais para comprovar o efeito do pimentão sobre a qualidade de diferentes lotes de enchidos. A análise sensorial foi realizada através de um painel de provadores que, para além das características mais importantes, avaliou ainda a aceitabilidade dos enchidos.

Os lotes de enchidos com pimentão de “La Vera” (“Agridulce”, “Bola” e “Jaranda”) foram os que demonstraram menor grau de oxidação e, portanto, com menor grau de rancidez, em comparação com os lotes que incorporaram as outras variedades. Esta situação foi também confirmada pelo painel de provadores que apreciaram o efeito antioxidante do pimentão de “La Vera” nos lotes de enchidos assim como a preservação dos atributos de qualidade.

Palavras-chave: enchidos, pimentão de La Vera, consumo, análise sensorial

Abstract

COMPARATIVE STUDY OF DIFFERENT PAPRIKA FROM EXTREMADURA (“JARANDA”, “AGRIDULCE” AND “BOLA”) FROM PERU (“PAPRI-QUEEN”) AND FROM MURCIA (“BOLA”) IN SAUSAGE PRODUCTION AND ITS EFFECT ON CONSUMPTION

This work makes a comparative study of paprika “Jaranda”, “Agridulce” and “Bola” from Extremadura and “Papri-queen” of Peru and “Bola” from Murcia in sausages production and their effect on consumption. The paprika, one of the most used natural food colorants in Spain, is of great importance for the Extremadura region, which accounted for 60% (3.179 metric tons) of the Spanish production in 2012. The paprika ‘La Vera’ is the main Spanish used in dry-cured sausages production, due to its role in preservation and also helping to extend their shelf life.

In this research, physicochemical and sensory methods were used to check the effect of different paprika varieties on quality of different batches of dry-cured sausages. Sensory analysis was performed by a panel of tasters to test different sausages types in order to evaluate the sensory aspects and the acceptability of sausages.

The batches of sausage made with La Vera paprika (“Jaranda”, “Agridulce” and “Bola”) demonstrated a lower degree of oxidation and therefore a smaller degree of rancidity, as compared with the batches that have incorporated the other paprika varieties. This results was also confirmed by the tasters panel, who appreciated the antioxidant effect of La Vera paprika to preserve the quality attributes of dry-cured sausages.

Keywords: sausage, La Vera paprika, consumption, sensory analysis

Resumen

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PIMENTONES “JARANDA”, “AGRIDULCE” Y “BOLA” DE EXTREMADURA, “PAPRI-QUEEN” DE PERÚ Y “BOLA” DE MURCIA EN EMBUTIDOS Y SU EFECTO SOBRE EL CONSUMO

En este trabajo se ha realizado un estudio comparativo de los pimentones “Jaranda”, “Agridulce” y “Bola” de Extremadura, “Papri-Queen” de Perú y “Bola” de Murcia, en la elaboración de embutidos y su efecto sobre el consumo. El pimentón es uno de los colorantes naturales alimenticios más empleados en España, siendo de gran importancia para Extremadura, pues con 3.179 toneladas producidas en 2012 representó el 60 % del total nacional. El principal pimentón español es el “Pimentón de la Vera”, que se utiliza en la elaboración de embutidos crudos curados, debido a sus propiedades de conservación y prolongación de la vida útil de este tipo de productos cármicos.

En este trabajo se han utilizado métodos físico-químicos y sensoriales para comprobar su efecto sobre la calidad en distintos lotes de chorizos. Se ha realizado un análisis sensorial, con test a panelistas expertos, de chorizos elaborados con distintos tipos de pimentones, con el objetivo de evaluar los aspectos sensoriales más destacados, así como su aceptabilidad. Los lotes de chorizo elaborados con pimentones de La Vera (“Agridulce”, “Bola” y “Jaranda”) son los que presentan un menor grado de oxidación, que deja patente el papel antioxidante que pueden generar en los chorizos estos pimentones y, por tanto, un menor grado de enranciamiento, frente a los lotes elaborados con las restantes variedades. Esto también es confirmado por los catadores, que aprecian el efecto antioxidante del pimentón de La Vera en los lotes de chorizo, al preservar en mayor medida los atributos de calidad.

Palabras clave: embutidos, pimentón de La Vera, consumo, análisis sensorial

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Características básicas del pimentón

El pimentón es uno de los colorantes alimentarios naturales más ampliamente empleado. Tanto el pimiento rojo como el pimentón han sido usados desde la antigüedad como colorantes para mejorar y modificar el color de los alimentos. Su calidad como capacidad de producir color y como estabilidad en el tiempo está directamente relacionada con factores como la variedad de fruto empleado en su elaboración, las condiciones de cultivo, el grado de madurez, la fecha de recolección, el proceso de secado, la molienda, etc., que van a condicionar las posibilidades de obtener un buen producto final (Lew y col., 1995). La importancia actual del pimentón radica en que existe un creciente interés en todo el mundo en la aplicación de colorantes naturales para productos alimenticios.

El pimentón se obtiene mediante un proceso de plantación y cuidado de la planta, secado y molturación del pimiento, y es una de las especias más utilizadas, debido a su doble uso: en la preparación de platos de cocina ordinaria y en la confección de productos cárnicos curados, por sus propiedades de conservación y sabor. En su elaboración se utiliza el pericarpio de los frutos de pimientos, pudiéndose incluir parte o todas las semillas y restos del cáliz del fruto.

I.2. Importancia del cultivo del pimentón

El cultivo del pimiento se ha hecho universal, estando presente en las zonas templadas y cálidas del mundo. El pimiento puede tener tres destinos diferentes: consumo en fresco, industria conservera y deshidratación para la obtención de pimentón o de oleorresinas.

En cuanto a las variedades para pimentón, el pimiento se caracteriza por la gran heterogeneidad de formas, tamaños y colores del fruto. La diversidad depende del destino de la producción.

La superficie mundial de pimiento para pimentón fue en 2009 de 1.832.471 hectáreas con una producción de 2.959.283 de toneladas (FAOSTAT, 2012) destacando el continente asiático como principal productor.

En España la superficie destinada al cultivo de pimiento para pimentón en 2009 fue de 1.782 ha, con un rendimiento de 2.982 kg/ha y una producción de 5.314 toneladas (MAGRAMA, 2012).

Las zonas de España donde más se cultiva pimiento para pimentón son las provincias de Cáceres, Murcia, Alicante, Ávila y Baleares. Entre éstas destacan especialmente las dos primeras siendo consideradas de marcada tradición pimentonera (figura I.1).



Figura I.1: Principales zonas de cultivo de pimiento para pimentón en España

En la provincia de Cáceres la totalidad del pimiento para transformación se destina a pimentón debido a la tradición pimentonera del norte de Cáceres (Comarca de La Vera), mientras que en Badajoz el pimiento que se transforma se dirige a la industria conservera (tabla I.1).

Tabla I.1: Superficie y producción de pimiento para pimentón en Extremadura en 2009

	Extremadura	Cáceres	Badajoz
Superficie (ha)	1.001	948	53
Producción (t)	3.179	3.026	153

Fuente: MAGRAMA, 2012

I.3. Variedades de pimiento para pimentón

En Extremadura se cultiva pimentón dulce, "Agridulce" y picante, aunque la producción de este último es escaso. Las variedades que se cultivan para obtener el pimentón acogido a la Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) *Pimentón de La Vera* pertenecen al grupo de las "Ocales", "Jaranda", "Jariza" y "Jeromín" y la variedad "Bola" (figura I.2 y I.3) pertenecientes a las especies botánicas *Capsicum annuum* var. *longum* L. y *Capsicum annuum* respectivamente (Bartolomé, 1996). Todas ellas dan altos niveles de colorantes. Destacan los ecotipos "Bola", de sabor dulce, color anaranjado y frutos conformes, y "Agridulce", Ocal o Del País, de color rojo encendido, de sabor agridulce y de frutos alargados (Lozano y Montero, 1999). Los pimientos agridulces constituyen un ecotipo autóctono de La Vera. Dentro de esta región se cultiva el pimiento

en las zonas regables de los ríos Tiétar, Alagón y Ambroz en Cáceres, y Guadiana y sus afluentes en Badajoz.



Figura I.2: Pimiento variedad "Bola"



Figura I.3: Pimiento "Jaranda" y "Jariza"

Las características de las variedades extremeñas, según el Catálogo de Variedades de semillas de la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía del Gobierno de Extremadura, se describen a continuación.

- "Jaranda"

Fue inscrita en el registro en 1993. La planta tiene una altura mediana, con fruto alargado y colgante, de color rojo intenso cuando alcanza la madurez. Las plantaciones son muy homogéneas y fruto agrupada y precoz, haciendo que sea muy adecuado para la recolección mecánica. Ausencia de capsaicina.

-“Jariza”

La planta es de mediana altura, con fruto alargado y colgante, de color rojo intenso en madurez. Las plantaciones son uniformes, con una maduración de fruto agrupado y precoz, aunque un poco más tardía que “Jaranda”. El peso de los frutos en ambas variedades oscila entre 17 y 18 gramos, alcanzándose producciones de fruto fresco de 25 t/ha. Ausencia de capsaicina.

-“Jeromín”

La planta, en este caso es de bajo porte, con fruto alargado y colgante, de un color rojo intenso en su madurez. Las plantaciones son muy homogéneas y uniformes, con una maduración de fruto agrupado y muy precoz. Los frutos, en este caso son algo más pequeños (16-17 g), y las producciones de fruto fresco oscilan entre 20-25 t/ha. El fruto tiene presencia de capsaicina, lo que le confiere sabor picante. Destinado a la elaboración de pimentón picante.

-“Bola”

La variedad “Bola” se caracteriza por la obtención de un tipo de pimiento dulce, de poco peso y de forma subsférica. Su pericarpo es semicarnoso, y la cavidad del fruto está dividida en tres compartimentos iguales, separados por tabiques algo carnosos. Las semillas son abundantes y llenan las tres cavidades del fruto. El pedúnculo es de color verde. La planta es de bastante desarrollo. La cruz del tronco suele formarse a los 25 cm. Y está constituida por tres ramas principales. Las hojas de la planta de esta variedad son bastante grandes. Ausencia de capsaicina.

Según su sabor podemos establecer tres grupos de pimentones:

- Pimentón dulce: de sabor suave, totalmente dulce. Elaborado principalmente con las variedades “Bola” y “Jaranda”.
- Pimentón ocal o “Agridulce”: suavemente picante al paladar. Elaborado principalmente con las variedades “Jaranda” y “Jariza”.
- Pimentón picante: pronunciado picor al paladar. Elaborado principalmente, con variedades “Jeromín”, “Jariza” y “Jaranda”.

En el Continente Americano, algunas variedades seleccionadas también son internacionalmente conocidas en la industria del pimentón. En los países del Cono Sur Americano, principalmente en Argentina y Perú está cobrando importancia el cultivo del pimiento para pimentón. En Argentina las variedades más utilizadas son “Trompa de Elefante”, “Ñora” de Murcia y “Bolita Salteño”. En Perú las principales variedades cultivadas para elaboración de pimentón son “Papri King”, “Papri Queen” y “Sonora”.

I.4. Proceso de elaboración del pimentón

El proceso artesanal de elaboración de pimentón ha sido distinto según las comarcas. Dependiendo de la correcta utilización y de la calidad del pimiento, se obtiene un pimentón de mayor o menor calidad. En este proceso se muestran dos fases diferenciadas: el secado del fruto y la molienda.

Secado al sol: En Murcia, donde el clima es seco y cálido se realiza este tipo de secado al sol y aunque aún existen agricultores que continúan esta práctica, la mayor parte del pimiento se seca mediante secaderos industriales. Los pimientos el mismo día de su recolección, se van extendiendo en superficies expuestas a la acción de los rayos solares, bandejas o zarzos de caña y se dejan durante un periodo comprendido entre 1 y 4 días hasta que el pimiento se presente blando y arrugado. Después se abren los pimientos y vuelven a extenderse al sol hasta la completa desecación. Este sistema de secado, aunque es el más económico para el agricultor, se utiliza cada vez menos, debido al riesgo de pérdidas que pueden provocar las lluvias, así como la frecuente aparición de fragmentos de insectos (figura I.4).



Figura I.4: Secadero de pimientos al sol

Secado por aire caliente: Este sistema es el más utilizado. Para deshidratar el pimiento en este tipo de secadero es necesario realizar dos operaciones previas: el lavado, que suele efectuarse en tambores rotativos con duchas; y el corte del pimiento, que normalmente se hace en tolvas de caída, en donde el pimiento es cortado en tiras de un espesor aproximado a un centímetro. Cuando se utiliza este sistema de deshidratación es necesario recoger el fruto en el momento en que su grado de maduración sea el máximo posible, ya que durante el transcurso del secado los frutos que no están maduros del todo no prosiguen su ciclo de maduración natural, como ocurre en el secado al sol, y en ellos, la cáscara salida del secadero presenta un color anaranjado más o menos intenso en lugar de rojo oscuro característico de los pimientos bien maduros. El aire caliente puede ser obtenido por resistencias eléctricas, baterías de vapor de agua, combustibles líquidos o gaseosos, etc. La temperatura de deshidratación en la primera fase de secado, cuando el pimiento aun contiene bastante humedad, puede ser alta por encima de 80°C, sin embargo a medida que el fruto va

perdiendo humedad no debe sobrepasar los 65 a 75°C, ya que pueden producirse degradaciones de los pigmentos rojos y amarillos y aparición de pigmentos pardos hidrosolubles, que deprecian al pimentón.

Secado por humo: Este sistema de deshidratación se utiliza en Extremadura, particularmente en la Comarca de La Vera y consiste en producir humo, normalmente con leña de encina y/o roble, que se hace pasar por una capa de pimientos frescos de 70-80 cm de espesor. Éste es un proceso lento y laborioso que se lleva a cabo en secaderos (edificios cubiertos, ventilados y resguardados del polvo), en unas construcciones ubicadas en las mismas parcelas donde tiene lugar el cultivo, encargándose de esta primera fase de transformación el propio agricultor. Para realizar esta operación se utilizan secaderos de 4 x 4 metros, cubiertos con teja árabe y con muros de ladrillo macizo. Constan de una planta baja y una planta superior; en la primera planta se coloca la leña y en el piso superior se sitúan los pimientos introduciéndolos por una ventana o puerta de carga (figuras I.5 y I.6).



Figura I.5: Primera planta del hogar de leña del secadero

El calor y el humo que desprende la hoguera situada en la planta baja permite deshidratar los pimientos, a los que se les da la vuelta una vez al día para que el secado sea uniforme. El suelo formado por un emparillado de madera permite el paso del aire caliente y los gases de la combustión. El techo se elabora de teja vana para permitir la salida de dichos gases. Es preciso mantener una temperatura constante entre 35-45°C. La duración del secado es variable, pudiendo estimarse entre ocho y catorce días dependiendo del estado de madurez y del contenido de humedad de los frutos. En este tiempo los pimientos pasarán de un 80% de humedad a menos de un 15%.



Figura I.6: Interior del secadero

Este lento proceso de secado con humo de leña confiere, entre otras características, un sabor y aroma muy determinado y una adecuada estabilidad de color al pimentón gracias a las bajas temperaturas de secado empleadas (Mínguez-Mosquera y col., 1994c; Pérez-Gálvez y col., 2004). El proceso de secado, muy lento, fija los carotenoides a los pimientos que pasarán posteriormente al pimentón. El pimentón obtenido por este sistema de secado presenta un sabor y aroma inconfundible y una persistencia del color muy superiores a los pimentones obtenidos mediante otros sistemas de secado. Estas características hacen que el *Pimentón de La Vera* sea un producto único. Aunque haya muchos pimentones en el mundo, pimentón ahumado sólo puede encontrarse en esta zona de producción (Bartolomé y col., 1999).

Tras el secado, cuando el pimiento ha madurado (oscureciendo su color rojo), se pasa al “despezonado” (separar el pericarpio del pedúnculo). Una vez seco y despezonado el pimiento, tradicionalmente se trituraban en el mismo secadero con pisonos de madera. En la actualidad, cuando el fruto está maduro (rojo) y suficientemente seco, el agricultor lo introduce en los sacos o costales sin despezonar y lo lleva a fábricas pimentoneras donde se valora su calidad y tiene lugar la molienda.

En el proceso de molturación en las fábricas, la máquina de despezonar separa el pezón de la cáscara del pimiento. El siguiente paso es el de la trituración mediante un triturador de martillo. A continuación se pasa por la piedra natural de granito que da color al pimentón. De aquí, a una criba, donde se limpia de cualquier impureza. Por fin, se deja enfriar. Una vez frío, se vuelve a cribar para proceder posterior y finalmente a su envasado (figura I.7). Ocasionalmente, podrá añadirse aceite vegetal al polvo de pimentón, para proporcionar consistencia y brillo, en la proporción máxima del 3% en producto seco.

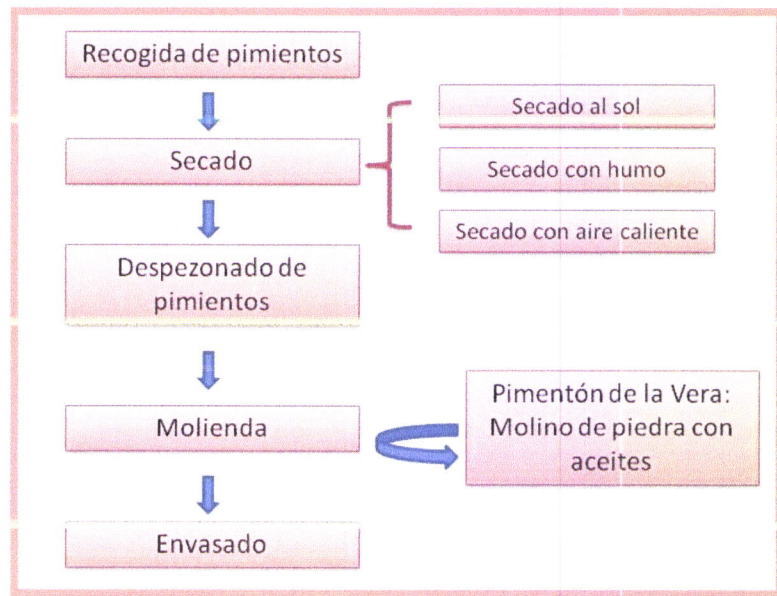


Figura I.7: Diagrama de flujo de elaboración de pimentón

I.5. Características de calidad del pimentón

- **Color**

El pimentón es una de las especias más apreciadas por los consumidores debido a sus cualidades sensoriales y funcionales. La característica principal de la calidad del pimentón es la estabilidad del color. La estabilidad del color es la propiedad que define la persistencia del poder colorante del pimentón a lo largo del tiempo. Gracias al proceso de secado, en el *Pimentón de La Vera*, el poder colorante, aroma y sabor se mantiene mucho más tiempo que en otros pimentones de orígenes y procesos de elaboración distintos, debido a su lento y suave proceso de deshidratación.

Los pigmentos responsables del color en los frutos del género *Capsicum* son los carotenoides (De Guevara y col., 2002). Los carotenoides se sintetizan y almacenan en el pericarpio del fruto y con la maduración alcanzan una concentración tan alta que puede considerarse el fruto con mayor contenido de estos compuestos. El contenido en pigmentos depende de la variedad, grado de maduración, de la fertilización aplicada o del propio procesado.

Estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos en el pimentón (Kiobias y col., 2008) así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano. Por tanto, el interés desde el punto de vista nutricional por estos pigmentos ha aumentado notoriamente. El mecanismo de la actividad antioxidante está relacionado con su carácter hidrofóbico y con su capacidad de retirar el oxígeno y desactivar radicales libres previniendo ciertos tipos de enfermedades (Russo y Howard, 2002).

Durante el almacenamiento se produce una variación de los pigmentos carotenoides de la cascara, debido a un proceso de oxidación. La oxidación de los pigmentos aumenta por la acción de agentes externos de naturaleza física, tales como temperatura, humedad y luz o de naturaleza química tales como iones metálicos, enzimas peróxidos y oxígeno libre principalmente. Estas variaciones durante el almacenamiento se traducen en una disminución del valor económico del producto, ya que afectan principalmente al color, al aroma, a la composición y a la apariencia visual (Nuez y col., 1996).

El almacenamiento del pimentón procedente de la variedad "Agridulce" experimenta una progresiva pérdida de pigmentación, homogénea, cuantitativamente, en todos los carotenoides, mientras que el procedente de la variedad "Bola" experimenta pérdidas generalizadas en todos los carotenoides, más acusada en los pigmentos amarillos (Mínguez Mosquera y col., 1996).

Los carotenoides son, por su propia naturaleza, compuestos fácilmente oxidables y muy lábiles cuando se someten a procesos de trituración o calentado. Los hábitos artesanales o industriales pueden afectar en mayor o menor grado a los carotenoides presentes en el producto acabado (Mínguez y col., 1993; Mínguez y col., 1994b). Una vez conseguido el pimentón, con unas características determinadas, la forma de almacenamiento va a influenciar la degradación que pueda producirse en el tiempo, siendo los carotenoides amarillos, en condiciones normales los que se descomponen más rápidamente (Mínguez y col., 1992).

La pérdida de pigmentos se acentúa con el incremento de temperatura. Por lo tanto, un secado a alta temperatura resultará en un pimentón más marrón. Una temperatura entorno a 60°C es la más adecuada para observar el efecto del calor en los carotenoides. A partir de los 70°C se aprecia claramente un efecto degradativo de pérdida pigmentos muy acusado (Pérez Gálvez y col., 1997). El sistema de secado, por tanto tendrá una influencia importante en la estabilidad de los pigmentos (Ramesh y col., 2001; Ho y col., 2002). Se concluye que un secado lento produce pimentones con una estabilidad de color superior.

Además de su capacidad antioxidante presente en sus pigmentos, el pimentón también posee actividad antimicrobiana presente en su aceite esencial. Estos compuestos antimicrobianos son compuestos fenólicos, terpenos, aldehídos, cetonas, etc. y son letales para las células microbianas o simplemente actúan de inhibidores de la producción de metabólicos. Muchas de las especias añadidas a los chorizos como es el pimentón presentan actividad antimicrobiana, que durante muchos años solo se usaba como conservantes de alimentos (López-Díaz, 2002).

- **Aroma**

Otra de las características sensoriales y de calidad más importantes en el pimentón es el aroma. Los compuestos volátiles del pimentón son los responsables del aroma. La determinación de compuestos volátiles en pimentón puede aportar mucha información acerca del método y temperatura de secado del mismo o del tiempo de almacenamiento del pimentón. En el caso del *Pimentón de La Vera* su aroma especial a ahumado, intenso y penetrante debido al proceso lento de secado con

humo al que están sometidos los pimientos y junto con su sabor y estabilidad de color, hacen que sea un producto de alta calidad y único en el mundo.

- **Pungencia**

Además del color y el aroma, otro aspecto importante en el pimentón es su pungencia. Ésta está ligada a la cantidad de la capsaicina y sus derivados que presente el pimentón. La capsaicina es el principio picante del pimiento, por lo que no está presente en las variedades dulces. Es una sustancia de naturaleza alcaloide, mezcla de varias amidas, comúnmente conocidas como capsaicinoides, siendo la capsaicina la más importante. Su contenido depende de la variedad y de los cambios de los factores ambientales. Su valoración depende esencialmente del uso al que se destine el pimentón.

- **Granulometría**

El tamaño de la partícula del pimentón es otra característica de calidad a tener en cuenta. Durante el proceso de la molturación se debe prestar especial atención tanto a los molinos como a la temperatura que alcanza el producto para asegurar la obtención del polvo fino y uniforme como es el pimentón y el grado de finura deseado. Por tanto el grado de molturación del pimiento para pimentón debe ser de 1.200 µm que definen la calidad del pimentón.

I.6. Usos del pimentón

El consumo y destino del pimentón se puede agrupar en dos grandes áreas: Por un lado, el uso familiar o la restauración, orientado a la utilización culinaria del ama de casa y el restaurante, empleándose en este caso la variedad dulce.

Por otro lado, otro de los principales destinos del pimentón es la industria chacinera, que demanda al pimentón por sus especiales características organolépticas, por su elevado grado de color, estabilidad y su sabor y aroma único, la cual está orientada a la elaboración de embutidos, como chorizos rojos, cintas de lomo, lomos embuchados, morcillas, longanizas, sobrasadas, etc. También se emplea en adobos, bien sea de productos de cerdo, costillas, carne destinada a la cecina y en algunas regiones, para cubrir los jamones u otros productos cárnicos.

El *Pimentón de La Vera*, dadas sus características, contribuye a la conservación y prolongación de la vida útil de estos productos cárnicos. La importancia de un buen pimentón del año, con su color y sabor y aroma exquisito, es imprescindible para conseguir una buena conservación de los productos matanceros. El porcentaje de utilización del pimentón es mucho mayor en este tipo de industrias; esto es debido a que le confiere al producto una gran estabilidad de color.

El *Pimentón de La Vera* pertenece al grupo de alimentos que su consumo no ejerce efectos indeseables para la salud humana. Además de su propiedad antioxidante debido a los componentes que se forman durante el secado del pimentón que contrarrestan la acción de los radicales libres, también bajan el colesterol y los triglicéridos. La variante de pimentón picante, al contener capsaicina presenta efectos anticancerígenos. En estudios previos se observó que el *Pimentón de La Vera* mostraba un efecto antioxidante mayor sobre grasa de cerdo ibérico que otros pimentones españoles

y africanos como "Papri Queen", "Papri King" o "Sonora", obtenidos mediante diferentes procesos al sol o por corriente de aire. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Campillo y Torres (2006) en un estudio realizado sobre personas alimentadas con embutidos elaborados con *Pimentón de La Vera* y pimentón español obtenido mediante otro sistema de secado, observando un descenso significativo de MDA en plasma. Este efecto solo podría atribuirse a un mayor poder antioxidante de los compuestos del *Pimentón de La Vera* debido a su sistema de procesado y secado.

Por otra parte, el consumo de productos cárnicos, en particular productos procesados ha sido relacionado con la incidencia de cáncer (Demeyer y col., 2008). Las enfermedades vasculares, como la hipertensión y la formación de ateromas, están ampliamente relacionadas con el consumo de este tipo de productos y determinados estilos de vida (Aizawa y col. 2009). El consumo de estos productos elaborados con *Pimentón de La Vera*, debido a su mayor capacidad antioxidante, mejoraría la percepción del consumidor, protegería de los radicales libres y disminuiría el riesgo de desarrollar este tipo de enfermedades (Seppanen y col., 2002).

1.7. Embutidos curados

La fabricación de embutidos curados representa una parte importante de la industria cárnica con una mayor área de influencia en los países mediterráneos, siendo Alemania uno de los países productores.

La industria cárnica española, en especial la dedicada a la elaboración de embutidos, constituye uno de los principales focos económicos del sector agroalimentario y están posicionados bajo la aureola de máxima calidad dentro del sector español. En el siglo XIX es cuando la industria chacinera española alcanza su máximo esplendor.

Todas las regiones españolas elaboran embutidos desde tiempos inmemorables, pero cada región tiene uno o varios tipos de embutidos propios que lo diferencian de otros lugares. Dependiendo del lugar cambian los condimentos, el tamaño del picado de las carnes, tipo o calibre de la tripa, curación, presentación, etc. La industria chacinera cuenta con una gran tradición en Extremadura, siendo el *Pimentón de La Vera* una de sus especias de máxima calidad para un producto de calidad como son los embutidos de cerdo ibérico.

Su desarrollo inicialmente estuvo determinado por factores económicos y la necesidad de aprovechar la carne de baja calidad y ampliar la vida útil de los alimentos frescos.

Actualmente existe una gran gama de productos cárnicos, originados por diferencias cualitativas y cuantitativas en las materias primas utilizadas, pero sobre todo por la gran heterogeneidad existente en su elaboración y que han alcanzado un alto grado de aceptación por sus cualidades nutritivas o sensoriales.

Estos productos son elaborados mediante selección, troceado y picado de carnes, grasas, con o sin despojo, que llevan incorporados condimentos, especias destacando principalmente el pimentón, y aditivos autorizados, sometidos a salazón, desecación y maduración y de forma opcional, se puede ahumar el alimento. En este grupo se incluyen el salchichón, salami, fuet, chorizo, longaniza

y lomo embuchado. Se trata de productos en los que tiene lugar una fermentación microbiana que conduce a la acumulación de ácido láctico con el consiguiente descenso de pH, el cual rige el crecimiento microbiano y las complejas reacciones bioquímicas que tiene lugar durante el proceso de maduración.

Hoy en día la fermentación y secado de la carne ha dejado de ser un método cuyo objetivo principal es la conservación de los alimentos para convertirse en una forma de diversificación de productos.

I.8. Proceso de elaboración de los embutidos

La elaboración del chorizo de cerdo ibérico se puede resumir en tres etapas básicas que abarcan las distintas fases del procesado, y que incluiría, picado y mezcla de los ingredientes, fermentación y secado y maduración (figura I.8).

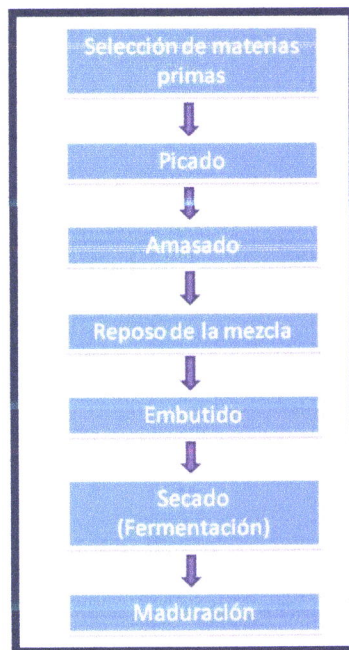


Figura I.8: Diagrama de elaboración del chorizo

Selección de materias primas: Se utiliza carne procedente del despiece del cerdo ibérico, de grasa de cerdo ibérico, ajo, pimentón, sal y dextrina, dextrosa, nitrato potásico, fosfatos y ácido ascórbico.

Picado de la materias primas: La carne y la grasa se pican mediante picadoras a temperaturas entre 0-2°C para evitar posteriores alteraciones del embutido. Con el triturado se logra una mayor uniformidad del producto al conseguirse un tamaño homogéneo de partícula facilitando la distribución homogénea de los ingredientes y el ablandamiento de la carne.

Amasado de materias primas: La masa picada se mezcla con aditivos como la sal, los carbohidratos, el nitrato potásico y el pimentón.

Reposo de la mezcla: Se realiza para que la masa se impregne de las sustancias añadidas y del sabor del pimentón. Durante las 24-48h que dura ya se inician cambios bioquímicos y fermentativos, siendo una etapa crítica para el desarrollo de microorganismos no deseados. Los nitratos y nitritos intervienen en la aparición del color rosado característicos de estos productos, dan aroma y sabor especial típico de la carne curada, inhiben el crecimiento de ciertas bacterias, como *C. botulinum* y retardan el desarrollo de la rancidez. La sal contribuye a la ligazón de las diferentes partículas y por tanto al desarrollo de la textura, potencia el sabor y actúa deshidratando y modificando la presión osmótica lo que inhibe el crecimiento microbiano y por tanto, limita la alteración bacteriana. También influye en el aroma y potencia los fenómenos oxidativos de las grasas. El pimentón presenta actividad antioxidante inhibiendo la autooxidación de los lípidos, actividad antimicrobiana y contribuye a la persistencia del color del chorizo y potencia su aroma.

Embutido de la masa: El embutido tiene como finalidad dar forma al producto cármico; tradicionalmente se utilizaban tripas de distinto calibre, de origen natural o artificial, dependiendo del tipo de producto que se vaya a elaborar. El embutido de la masa consiste en introducir la masa ya preparada en la tripa previamente seleccionada y dispuesta a tal fin.

Durante la operación de embutido es recomendable que la temperatura de la masa cármica no sea superior a 1- 2°C para evitar fenómenos de embarrado.

Secado (Fase de fermentación): El secado se realiza durante 2-3 días a 20-28°C y a una humedad relativa en torno a 90%. En esta etapa se produce una inversión microbiológica favorecida por los agentes del curado, el pimentón, la deshidratación, la acidez y la anaerobiosis. Debido a ello, la microbiota Gram negativa como *Enterobacterias* y *Pseudomonas* tiende a desaparecer y se desarrolla la Gram positiva compuesta por *Lactobacillus*, *Micococcus*, *Pedococcus*, *Leuconostoc* y *Bacillus* en el interior y mohos y levaduras en el exterior ya que estos últimos soportan bien las condiciones de pH y a_w . Estos grupos microbianos están implicados en el desarrollo de las características organolépticas y de calidad final del embutido como son la reducción de nitratos a nitritos que favorece la aparición del color rojizo estable, característicos de estos productos y la fermentación de los azúcares añadidos a ácido láctico con el consiguiente descenso de pH importante para la maduración de los embutidos. Esta bajada de pH provoca la inhibición de *Pseudomonas* y otras bacterias Gram negativas presentes en la masa. Así mismo, se alcanza el punto isoelectrico de proteínas con lo que disminuye la capacidad de retención de agua y el embutido se deshidrata, favoreciendo el secado.

Maduración: Después del secadero los embutidos se introducen en la bodega a 12-14°C y a 75-85% de humedad relativa donde pueden permanecer desde 20 días hasta seis meses dependiendo de la demanda del producto. En esta fase se produce la mayor parte de la deshidratación del producto, por lo que es importante el control de la aireación de los secaderos y distribución uniforme del aire a su alrededor.

La oxidación de las grasas en los chorizos consiste principalmente en la oxidación de los ácidos grasos. La reacción de oxidación es una reacción en cadena, es decir, una vez iniciada continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles, en la que se forman

radicales libres de oxígeno que son potentes oxidantes. La oxidación se ve favorecida a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados, esto indica que los ácidos más insaturados se oxidan más rápido.

La forma más universalmente conocida para valorar la producción de estos radicales libres es la determinación de malonaldehído, que es el producto final de la actuación de estos potentes agentes oxidantes sobre las moléculas lipídicas.

Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, y desciende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados. Además, los productos formados en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud. La mayoría de los productos grasos tienen sus propios antioxidantes naturales, aunque muchas veces estos se pierden durante el procesado. Ingredientes como el pimentón, pueden aportar antioxidantes a este tipo de alimentos ayudando además a la prevención de ciertas enfermedades.

1.9. Problemática de los embutidos curados

Las alteraciones que pueden sufrir los embutidos curados se deben tanto a la materia prima empleada, como a la metodología de elaboración y al incorrecto desarrollo de la fermentación y maduración. Estas alteraciones afectan a las características sensoriales del producto final.

En cuanto al procesado de los embutidos, el picado de la carne favorece la oxidación al producirse la rotura de las membranas celulares que facilita el contacto con el oxígeno atmosférico. Otra variable relativa al procesado que influye en el grado de oxidación de la grasa de estos productos es el pH. A medida que su valor desciende de 7, la velocidad de oxidación es mayor. También la alta a_w favorece la oxidación lipídica. Los ácidos grasos insaturados se oxidan antes que los saturados. La oxidación de los ácidos grasos insaturados, ocurre durante el proceso de maduración de los embutidos generando compuestos peróxidos y carbonilo que influyen significativamente en el aroma y textura de los embutidos (Ordoñez y col., 1999). Un exceso de estos fenómenos oxidativos puede generar una pérdida significativa del valor nutricional, así como limitar la vida útil de este tipo de productos. Diversos estudios muestran como las propiedades antioxidantes del pimentón inhiben la oxidación de los lípidos (Aguirrezábal y col., 2000). Factores como la luz y la temperatura por ejemplo también aceleran la oxidación de las grasas.

El principal problema que presenta la oxidación de los lípidos reside en la formación de compuestos volátiles como aldehídos, que cuando alcanzan unas tasas determinadas, confieren al producto un olor y sabor desagradable, a rancio, rechazado por el consumidor. Entre ellos los más importantes para el aroma de los productos curados son los carbonilos.

La sal presente en estos productos presenta efectos favorables sobre las propiedades sensoriales, funcionales e higiénicas, pero a su vez es un importante promotor de la oxidación de los lípidos.

El color es una característica muy importante de la carne, ya que es el principal atributo que juzga el consumidor antes de la compra de cualquier producto cárnico. El desarrollo del color durante

el procesado se denomina enrojecimiento e incluye una serie de reacciones en la que las bacterias presentes en el embutido reducen el nitrato a nitrito que, posteriormente y mediante reacciones químicas es reducido a óxido nítrico, el cual reacciona con los pigmentos hemo de la carne para formar un compuesto nitrosomiocromógeno responsable del desecado del color rojo del curado.

El color es el factor que más afecta a la apariencia de los productos cárnicos durante su almacenamiento y el que más influye en la preferencia de los consumidores. La nitrosomioglobina, el pigmento de la carne curada, aunque estable al calor, es muy lábil a la oxidación. La formación del color en la carne curada depende de la ausencia de oxígeno. Estos embutidos, poseen un medio que ocasiona muchas reacciones químicas y bioquímicas, por tanto los productos cárnicos son más sensibles a los cambios de color por las condiciones de almacenamiento. El desarrollo interno de tonalidades pardo-grisáceas puede ser debido al ingreso de aire en el embutido que oxida a la nitrosomioglobina. La pérdida gradual de color puede estar afectada por la exposición a la luz, la temperatura, el crecimiento bacteriano, el secado superficial y la maduración y almacenamiento del embutido. La pérdida de color en los embutidos curados también puede verse influenciada por el pimentón añadido. El empleo del pimentón en distintos preparados alimenticios, caseros o industriales, pueden situar a los carotenoides en condiciones propicias para su degradación termooxidativa (Pérez Gálvez y col., 1997). Durante el secado, maduración y almacenamiento de los embutidos curados, se produce una variación de los pigmentos carotenoides del pimentón debido a un proceso de oxidación, provocando por tanto una pérdida sensorial y nutricional de los mismos.

Dada las características de calidad que presenta el pimentón de La Vera y la carne del cerdo ibérico, sería interesante evaluar la aceptabilidad de los consumidores hacia esta especia como aditivo de embutidos, concretamente la utilización de varios tipos de pimentones sobre embutidos de cerdo ibérico y cómo influye en la calidad sensorial y físico-química de los mismos.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo es valorar el efecto del pimentón de La Vera como aditivo sobre chorizos de cerdo ibérico analizando la calidad sensorial y físico-química de los mismos durante su vida comercial. Así como realizar diferentes catas con panelistas expertos para examinar las características más relevantes de cara al consumidor.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1. Material

II.1.1. Reactivos químicos

Los reactivos químicos que se han utilizado para el desarrollo de este trabajo fueron de calidad reactivo y HPLC, pertenecientes a las casas comerciales PANREAC, SIGMA, ALDRICH y SCHARLAU.

II.1.2. Instrumental

Para las pesadas rutinarias se utilizó una balanza METTLER TOLEDO modelo B2002-S con precisión de $\pm 0,01$ g y para las pesadas de mayor precisión se utilizó una balanza METTLER TOLEDO modelo AB54-S de precisión $\pm 0,0001$ g.

Para la realización de las medidas de volúmenes se usaron las pipetas automáticas de 1-5 ml, 100-1000 μ l, 50-200 μ l y de 10-100 μ l de la marca BIOHIT.

Las muestras se guardaron en bolsas de plástico y se envasaron al vacío con una envasadora EGAR VAC modelo BASIC.

Para las centrifugaciones se utilizaron: centrífuga de sobremesa MICROSPIN SORVALL modelo 24S y centrífuga de sobremesa refrigerada EPPENDORF 5810 R.

Las diferentes pruebas de análisis sensorial se realizaron en un laboratorio equipado con luz fluorescente blanca en puestos individualizados y a temperatura ambiental (21-25°C).

Para determinar las coordenadas de color del espacio CIELAB (L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde y b*: coordenada amarillo-azul) se utilizó el colorímetro Minolta Chroma Meter CR300 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) utilizando el iluminador estándar D₆₅ (figura II.1).



Figura II.1: Colorímetro

Las muestras se conservaron en dos tipos de congeladores verticales, uno marca ZANUSSI modelo TROPIC SYSTEM (-20°C) y otro FORMA SCIENTIFIC a -80°C y un frigorífico ZANUSSI TROPIC SISTEM para la conservación de muestras.

Las muestras de embutido fueron trituradas utilizando una picadora MOULINEX modelo D56 y homogeneizadas mediante un homogeneizador de cuchillas SORVAL OMNIMIXER modelo 17106.

Para la medición del pH se utilizó un pHmetro de electrodo combinado, de la marca CRISON, modelo Basic20.

Las mediciones de la actividad del agua (a_w) se realizaron con un medidor LABMASTER. a_w NOVASINA (figura II.2).



Figura II.2: Equipo de actividad de agua

Para las determinaciones de absorbancia se utilizó un espectrofotómetro UNICAM modelo Helios α (figura II.3).



Figura II.3: Espectrofotómetro

Para la obtención de agua desionizada se utilizó un sistema de purificación de agua Mili-Q (Millipore, USA).

Además se utilizó diverso material de uso general en laboratorio, como destilador de agua (USF ELGA), matraces, vasos de precipitado, probetas, etc.

II.1.3. Material Biológico

Para la realización del presente estudio se utilizaron tres pimentones de variedades de *Capsicum annuum* L. cedidas por la D.O.P. *Pimentón de La Vera*. Estos pimentones fueron elaborados por el sistema tradicional de La Vera; uno dulce de la variedad “Bola” y dos Agridulces de las variedades “Jaranda” y “Agridulce” respectivamente. Estos pimentones fueron obtenidos mediante secaderos de leña y deshidratación con humo.

Por otro lado, se utilizó un pimentón foráneo de la variedad “Papri Queen”, procedente de Sudamérica y obtenido mediante secado al sol, y un pimentón de Murcia, dulce de la variedad de pimiento “Bola”, secado en secaderos artificiales de aire caliente.

II.2. Métodos

II.2.1. Procesado y envasado de embutidos

Para la elaboración de los chorizos se utilizaron 80 kg de carne de cerdo ibérico previamente picada, mediante un picado gordo, de los cuales 54 kg eran de magro, y 26 kg de grasa. Posteriormente se realizaron 5 lotes de 16 kg/lote a los que se le adicionó sal, ajo y pimentón. De todos los ingredientes el tipo de pimentón fue el único de ellos que era diferente de un lote a otro, obteniéndose así tres lotes con las variedades veratas, uno con “Bola”, otro lote con “Agridulce”, y otro con “Jaranda”, mientras que para las variedades no veratas se hicieron dos lotes, uno con Perú “Papri Queen” y otro lote con pimentón “Bola” de Murcia. Una vez amasado todos los ingredientes, la masa se dejó reposar durante 24 horas en refrigeración a 4°C para la posterior elaboración de los embutidos.

Después del tiempo de reposo, de cada uno de los 5 lotes se elaboraron 25 chorizos embutidos en tripas sintéticas del calibre 36. Seguidamente fueron etiquetados y sellados.

Tras embutir, los chorizos fueron almacenados en cámaras de refrigeración a 5°C y a 90% de humedad relativa durante el proceso de maduración. Posteriormente se fueron modificando las temperaturas hasta llegar a valores al final del procesado de 8-12°C y 75% de humedad relativa. En estas condiciones se dejaron madurar durante cuatro meses (figura II.4).

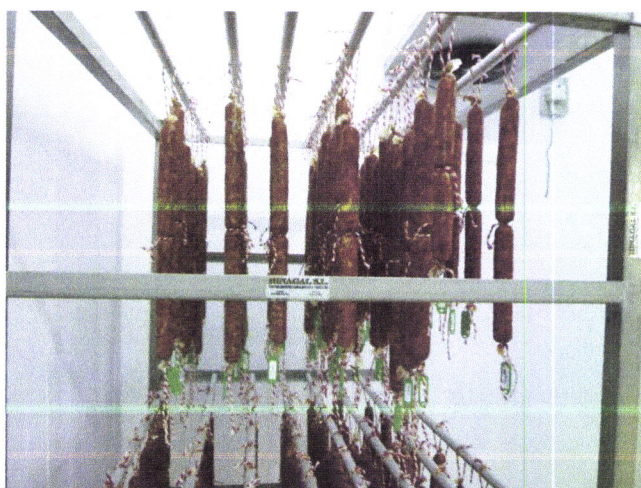


Figura II.4: Lotes de chorizo en la cámara de refrigeración

Después de cuatro meses de maduración se procedió a la elaboración de tres sublotes de cada lote; uno de chorizos enteros, otro de chorizos en piezas y otro de chorizos en lonchas; en total se obtuvieron 15 sublotes, que fueron seguidamente envasados a vacío y se almacenaron en refrigeración a temperatura entre 5-6°C con luz artificial ininterrumpida simulando las condiciones comerciales durante 63 días (figura II.5).

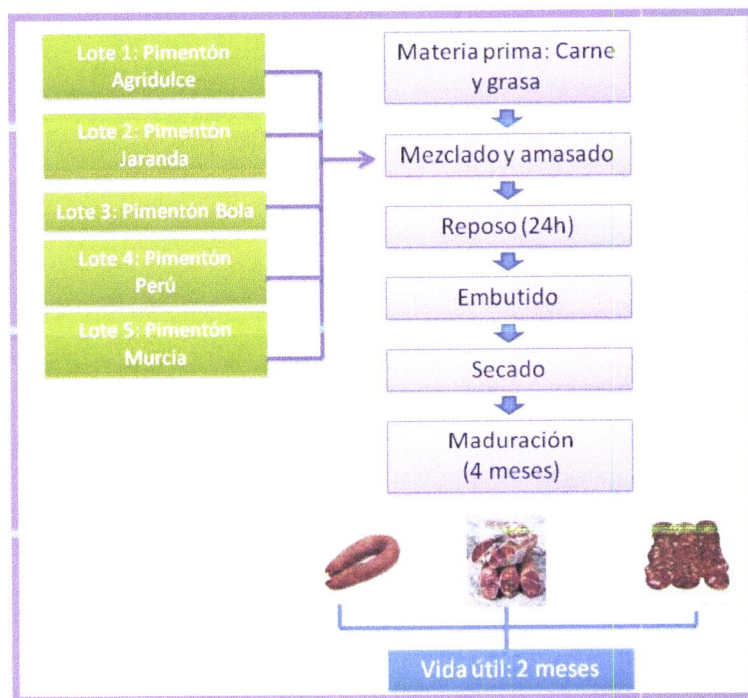


Figura II.5: Diagrama de flujo del procesado del chorizo

II.2.2. Toma de muestras

Una vez obtenido el producto final se envasaron los chorizos a vacío y se realizaron los distintos sublotes: enteros, piezas y loncheados almacenados en refrigeración con luz artificial ininterrumpida hasta un total de 63 días. De este experimento de estudio de vida útil, se fueron tomando muestras cada 7 días. Los chorizos fueron trasladados al laboratorio para su posterior análisis (figura II.6).

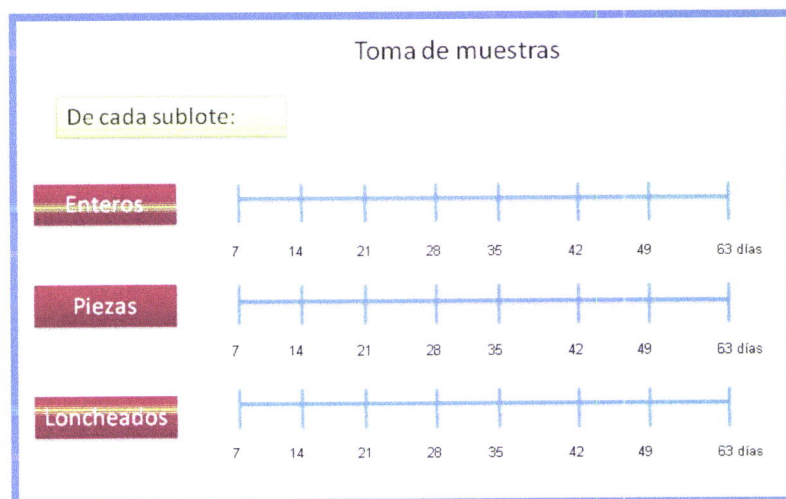


Figura II.6: Diagrama de toma de muestras de chorizos

II.2.3. Análisis físico-químico de las muestras

II.2.3.1. Determinación del pH

Las medidas del pH se realizaron introduciendo el electrodo del pHmeter en un homogenizado preparado con 2 g de muestra de cada lote previamente picada y 18 ml de agua desionizada. Cada muestra se realizó por triplicado. Estas medidas se tomaron al inicio, mitad y final del procesado y a lo largo de todo el proceso de vida comercial (desde los 7 hasta los 63 días).

II.2.3.2. Determinación de la actividad de agua

La actividad de agua fue determinada mediante la utilización de un equipo Novasina con control de temperatura. Las determinaciones se hicieron partiendo de 3 o 4 g de muestra de cada lote de embutido picada y por triplicado a temperatura de 25°C y con un tiempo de equilibrado de 30 minutos. Estas medidas se tomaron a lo largo de todo el proceso de vida comercial (desde los 7 hasta los 63 días).

II.2.3.3. Determinación del color

Las determinaciones de color se realizaron mediante el colorímetro Minolta Chroma Meter CR300 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) utilizando el iluminador estándar D₆₅. Se realizaron tres medidas diferentes de cada muestra. La prueba se realizó siempre a temperatura ambiente (21-25°C). Estas medidas se tomaron a lo largo de todo el proceso de vida comercial (desde los 7 hasta los 63 días).

El análisis del color se realizó determinando las coordenadas de color del espacio CIELAB (L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde y b*: coordenada amarillo azul).

II.2.4. Estudio de la estabilidad oxidativa

Para evaluar la estabilidad oxidativa de los chorizos se realizó mediante la determinación del índice de TBA. La formación de malonaldehído en los alimentos está asociada al enranciamiento oxidativo de los mismos. El índice de TBA se basa en una reacción colorimétrica que mide el pigmento rojo formado cuando reacciona el ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) con el malonaldehído. Esta determinación se realizó siguiendo el método descrito por Sørensen y Jørgensen, 1996.

Pesamos 5 g de embutido en tubos de centrifuga de cada uno de los sublotes a lo largo de la vida comercial. Se disolvieron en 15 ml de TCA (ácido tricloroacético). Cada muestra de chorizo se realizó por triplicado. Seguidamente, agitamos brevemente en el vortex. A continuación se homogeneizó cada una de las muestras en un homogenizador durante 1 minuto. Centrifugamos a 10.000 r.p.m. durante 5 minutos. Posteriormente, se filtraron las muestras. Preparamos el ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) a en el momento de realizar la determinación. De cada filtrado obtenido se hizo un duplicado de la muestra en un tubo de rosca. Cada uno de los tubos de rosca contenía 5 ml del

filtrado y 5 ml de TBA. Las muestras permanecieron al baño maría a una temperatura de 100°C durante 40 minutos. Transcurrido este tiempo, las muestras se enfriaron con hielo. Seguidamente se centrifugaron a 4.500 r.p.m. durante 10 minutos. Por último se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a 532 nm y a 600 nm para obtener así la cantidad de malonaldehído presente en cada una de las muestras, comparando los resultados con los valores de absorbancia y cantidad de malonaldehído de una curva patrón.

II.2.5. Análisis sensorial

Para evaluar la calidad y aceptabilidad de las muestras de chorizo se realizó un análisis sensorial de las mismas mediante un test descriptivo.

II.2.5.1. Catas descriptivas

Para realizar este tipo de evaluación sensorial se contó con un panel de 15 jueces entrenados. La evaluación se realizó sobre lonchas finas obtenidas de los chorizos del proceso de vida comercial para cada uno de los sublotes. Para la evaluación se seleccionaron una serie de cuestiones referentes a parámetros relacionados con características sensoriales del producto.

Las percepciones y valoraciones de los catadores fueron señaladas en una escala con un rango de 0 a 12. Los datos fueron integrados automáticamente para su posterior análisis estadístico.

La hoja de cata presentada al panel de catadores fue la siguiente:

Se le va a realizar una serie de preguntas sobre las características del chorizo. Indique su intensidad sobre la línea continua.

Nombre _____

Fecha _____

Numero de muestra

Análisis visual

Intensidad de color rojo
Poco _____ Mucho

Otros
Poco _____ Mucho

Olor

Curado
Poco _____ Mucho

Pimentón
Poco _____ Mucho

Rancidez
Poco _____ Mucho

Picante
Poco _____ Mucho

Otros
Poco _____ Mucho

II.2.5.2. Catas hedónicas

Este tipo de test sensorial se llevó a cabo por un panel de 50 catadores no entrenados. La evaluación se realizó sobre lonchas finas correspondientes a los chorizos a estudio para cada uno de los sublotos. En este test se evaluó la aceptabilidad global de los chorizos.

Las percepciones y valoraciones de los catadores fueron señaladas en una escala numérica con un rango del 0 al 12. Los datos fueron integrados automáticamente para su posterior análisis estadístico.

La hoja de cata presentada al panel de catadores fue la siguiente:

Nombre _____
Fecha _____

Grado de aceptación visual

II.2.6. Estudio estadístico de los datos

Para cada uno de los lotes y parámetros estudiados las diferencias significativas y los grupos homogéneos de medias se establecieron mediante un análisis de varianza (ANOVA) siguiendo los procedimientos de una, dos y tres vías. En este último, cuando el efecto de la interacción es significativo ($P < 0,05$) se procedió a la realización de un test de comparación de medias por el método TUKEY que determina la diferencia mínima entre las medias de cada grupo para que ésta sea estadísticamente significativa.

II.2.7. Software

Para el estudio estadístico de los datos se empleó el programa informático SPSS versión 19 para Windows.

Para el manejo y ordenación de los datos se usó la base de datos EXCEL versión 2007.

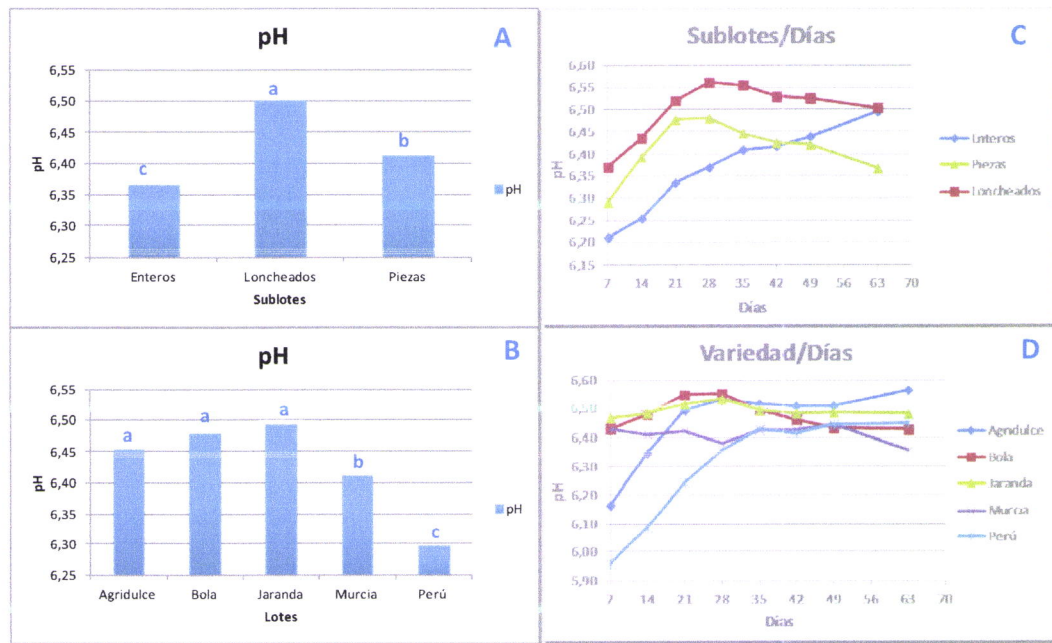


III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1. Parámetros físico-químicos

III.1.1. Evolución del pH durante el envasado de los chorizos

En la figura III.1 A y B se muestran los valores medios de pH de los distintos lotes de chorizos elaborados, teniendo en cuenta las variedades de pimentón utilizadas. Así mismo las figuras III. C y D presentan los valores medios de pH de los diferentes sublotes y lotes elaborados a lo largo de la vida útil del chorizo.



a, b, c diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.1. Valores medios de pH de los sublotes y lotes de chorizos durante el envasado. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Los valores de pH oscilaron entre 6,37 y 6,50 en los diferentes tipos de presentaciones comerciales envasadas a vacío, observándose diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes lotes y sublotes según sean enteros, piezas y loncheados. Los mayores valores de pH lo presentó el sublote loncheados con valores de 6,5 descendiendo estos valores en los sublotes enteros y piezas con valores comprendidos entre 6,40-6,35 (figura III.1. A).

Así mismo, los niveles de pH encontrados en los chorizos en función de las variedades estudiadas no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los lotes elaborados con las variedades veratas, "Agridulce", "Bola" y "Jaranda", mostrando valores entre 6,45 y 6,48. Los lotes

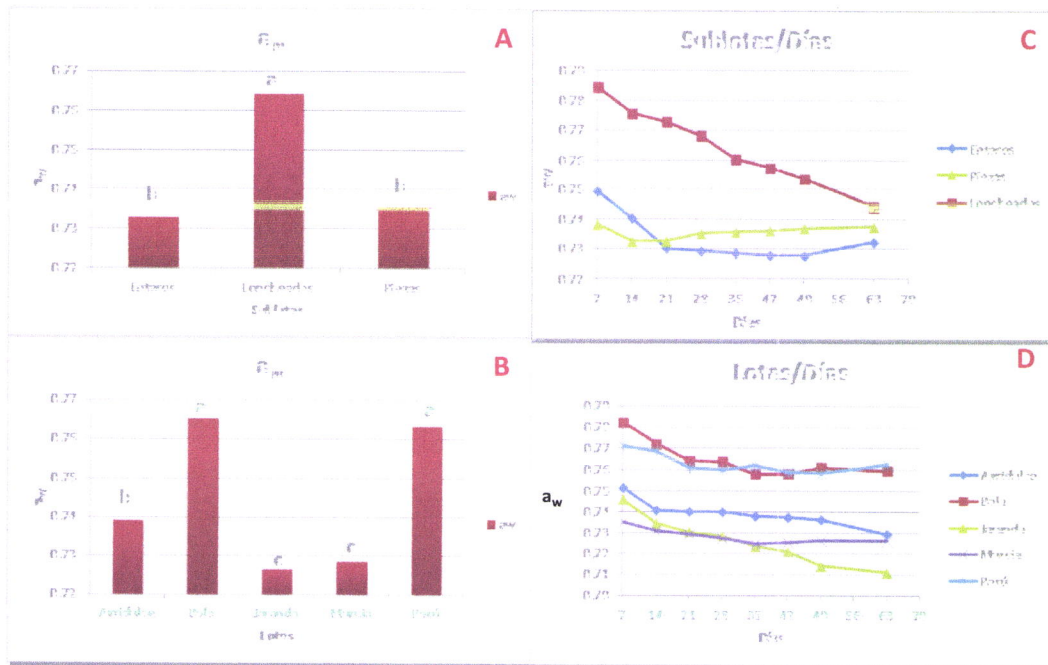
elaborados con las variedades de pimentón Murcia y Perú si mostraron diferencias significativas con niveles más bajos de 6,3-6,4 (figura III.1 B). Estos niveles de pH son similares a los obtenidos por Martín y col. (2007) en embutidos curados de cerdo ibérico.

El análisis de los valores de pH a lo largo de la vida útil de los tres tipos de envasados estudiados mostró niveles que oscilaron entre 6,2-6,50, observándose un incremento hacia los primeros 28 días de almacenamiento, que se mantiene en el lote de chorizos entero, mientras que los lotes piezas y loncheados, sufren un ligero descenso hasta valores de 6,35 y 6,50 respectivamente (Figura III.1 C). Este incremento de los niveles de pH puede estar relacionado con la intensa actividad proteolítica generada por las enzimas endógenas y microbianas durante la vida útil de los embutidos (Ansorena y col., 2002; Martín y col. 2007). Este tipo de envasado no afecta a los valores de pH de los embutidos fermentados (Liaros y col., 2009; Rubio y col., 2007). Así mismo el descenso encontrado desde el día 28 durante el almacenamiento en refrigeración puede ser debido a la formación de ácido láctico por las bacterias ácido lácticas que utilizan los carbohidratos como fuente de energía adicional. También a la disolución del CO₂ en el producto cárnico (Rubio y col., 2007).

Este efecto de incremento de los niveles de pH se mostró igualmente cuando se analizaron los lotes en función de la variedad de pimentón utilizada en su elaboración (Figura III.1 D). Los lotes elaborados con las variedades "Agridulce" y Perú mostraron valores iniciales de pH que oscilaron entre 6 y 6,20 aumentando estos valores a lo largo de los días hasta llegar a valores finales de 6,45 y 6,55. El incremento fue inferior en los lotes elaborados con las variedades "Bola" y "Jaranda" que presentaron valores de 6,4-6,5 durante todo el periodo de vida útil. Los lotes elaborados con la variedad de pimentón Murcia se mantuvieron estable a lo largo del almacenamiento con un ligero descenso al final del periodo de vida útil llegando a un valor final de 6,35.

III.1.2. Evolución de a_w durante el envasado de los chorizos

Los valores medios de a_w en los diferentes tipos de presentaciones comerciales (entero, piezas y loncheados) envasadas a vacío, en función de las distintas variedades de pimentones utilizadas en su elaboración y a lo largo de la vida comercial se muestra en la figura III.2.



a,b,c diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.2: Valores de a_w en los diferentes sublotes y lotes de chorizo en función de distintas variedades de pimentón utilizadas. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Puede observarse en la figura III.2 A que los valores de a_w oscilaron entre 0,77-0,73 apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre los tres sublotes. El sublotes loncheados mostró los mayores valores de actividad de agua con 0,77 mientras que piezas y enteros presentaron los valores más bajos de 0,74.

En la figura III.2 B se observan los valores de a_w de los diferentes lotes de chorizos elaborados con las diferentes variedades de pimentón utilizadas, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre las variedades ensayadas. Así, "Bola" y Perú presentan los valores más altos con 0,76 de a_w , seguido de "Agridulce" con 0,74 de a_w y "Jaranda" y Murcia con 0,73 de a_w .

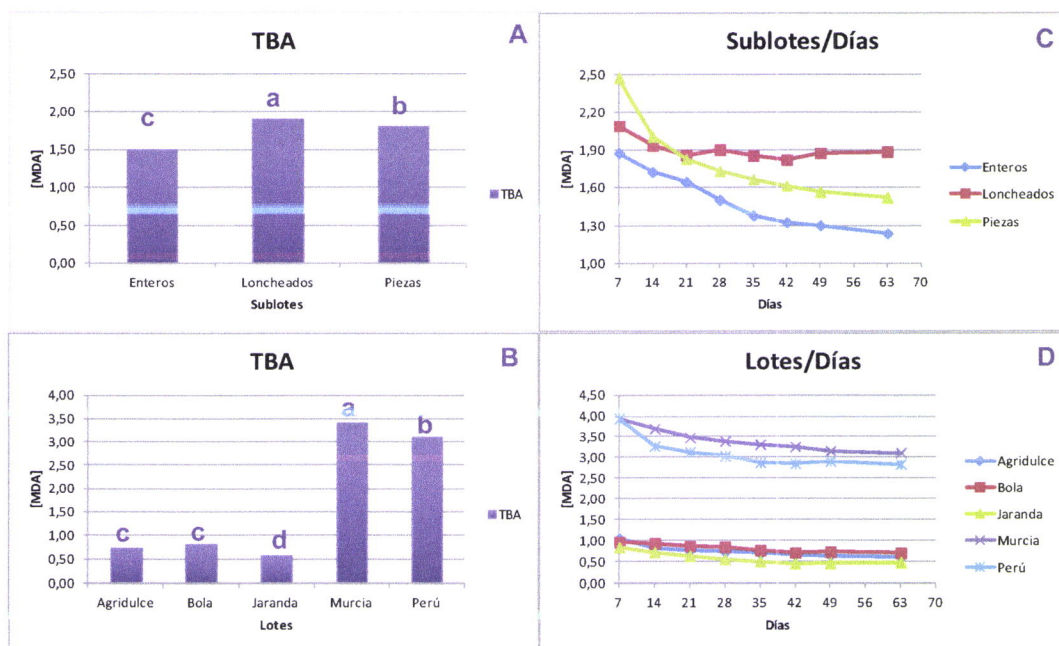
En la figura III.2 C y D se observa un descenso en los niveles de a_w durante el estudio de vida útil, mostrando diferencias estadísticamente significativamente para los tres tipos de presentaciones comerciales. El sublote loncheados fue el que mostró los valores más elevados de a_w , así como el

descenso más acusado, llegando a niveles de 0,74 al final del periodo de vida útil. En los sublotos piezas y enteros se puede apreciar una evolución similar a lo largo de los días observándose al inicio de esta etapa valores de 0,75 para los enteros y 0,74 para las piezas. Cuando se realizó el análisis en función de las variedades de pimentón utilizadas en la elaboración, se siguió presentando este descenso significativo, siendo los lotes elaborados con los pimentones "Bola" y Perú los que mostraron los valores iniciales más elevados con 0,78 y 0,77 de a_w . Sin embargo, "Agridulce", "Jaranda" y Murcia presentaron valores más bajos, de 0,75 de a_w al inicio de este periodo descendiendo levemente hasta llegar a valores finales de 0,73 para "Agridulce" y Murcia y a valores de 0,71 para "Jaranda".

Estos niveles de a_w encontrados en nuestro estudio coinciden con los obtenidos por González y Díez (2002) en embutidos de cerdo ibérico que obtuvieron valores de 0,76-0,78 en chorizo. Así mismo, la evolución de la actividad de agua obtenida en nuestro estudio de vida útil coincide con la obtenida por Dalmis y col. (2008) siendo el descenso observado normal para este tipo de producto González y Díez, (2002). Así mismo el descenso más acusado se observó en el loncheado, lo cual es normal debido a la mayor pérdida de agua que se favorece al cortar en lonchas todo el embutido.

III.2. Estabilidad oxidativa durante el envasado de embutidos

La capacidad antioxidante representada mediante el índice de TBA entre los distintos sublotos y las distintas variedades de pimentón a lo largo de la vida comercial se muestra en la figura III.3.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$).

Figura III.3: Resultados de MDA en los diferentes sublotos y lotes de chorizos elaborados con distintas variedades de pimentón a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

La figura III.3 A y B muestra las diferencias estadísticamente significativas entre los sublotos y entre los cinco lotes de chorizo a estudio a lo largo de los días de almacenamiento, siendo el sublote entero el que mostró una mayor estabilidad oxidativa, observándose también diferencias significativas entre los lotes veratos y entre los foráneos.

El sublote loncheado fue el que mostró los valores más altos de MDA con 1,80 mg MDA/kg, seguido el sublote piezas. Los valores más bajos se obtuvieron en la presentación comercial entero, con valores de 1,50 mg/kg de muestra (figura III.3 A). El efecto del loncheado incrementa la concentración de oxígeno sobre la superficie de las lonchas, lo que influye en el mayor grado de oxidación que ha presentado este sublote. Este efecto del aumento de la concentración de oxígeno también ha sido decisivo para los mayores valores de enranciamiento encontrados en los sublotos de piezas comerciales (Nassu, 2003; Summo y col., 2006). Analizando la variable tipo de pimentón usado en la elaboración se observaron claras diferencias entre los lotes de chorizo. Los lotes Murcia y Perú fueron los que presentaron un mayor grado de enranciamiento con valores de 3,50 y 3 mg MDA/kg respectivamente. Fueron los lotes de chorizo elaborados con pimentones veratos,

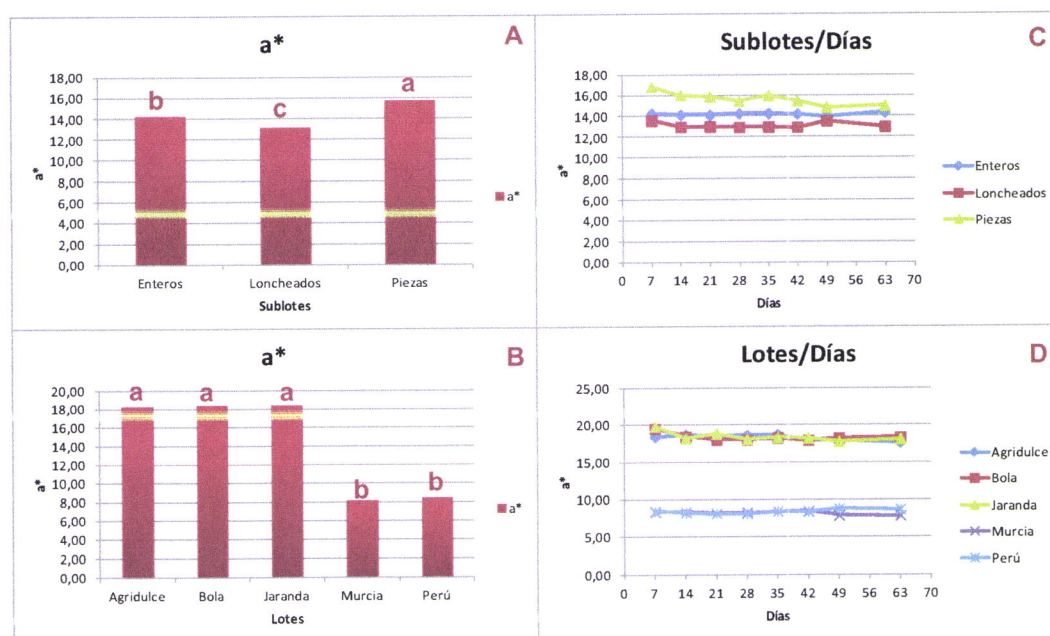
“Agridulce”, “Bola” y “Jaranda” los que mostraron un menor grado de oxidación con valores de entre 0,5-1 mg MDA/kg, siendo el más bajo el lote elaborado con la variedad “Jaranda”. Este efecto de menor enranciamiento observado en los lotes elaborados con pimentones veratos, deja patente el papel antioxidante que pueden generar estos pimentones en los chorizos. El papel antioxidante de los pimentones de La Vera ha sido puesto de manifiesto en numerosas referencias bibliográficas (Aguirrezabal y col., 2000; Russo y Howard, 2002; Campillo y Torres, 2006 y Kiobias y col., 2008). En este sentido, los lotes de chorizo elaborados con pimentones de La Vera mostraron un menor grado de enranciamiento oxidativo, que fue mucho más marcado en los lotes elaborados con las variedades foráneas.

En la figura III. 3 C y D se muestra el estudio de las variables, presentaciones comerciales y variedad de pimentón, usados en la elaboración de los chorizos a lo largo de la vida útil ensayada. Los tres sublotos comerciales mostraron una tendencia descendente durante el estudio de almacenamiento, alcanzando valores de MDA de 1,30 mg MDA/kg siendo el sublote entero el que presentó menor grado de enranciamiento y el mayor valor de enranciamiento para la presentación en lonchas. Sin embargo, es mucho más marcada la diferencia de concentraciones de MDA en función de la variedad de pimentón usada en la elaboración de los chorizos. Las concentraciones en los lotes elaborados con las variedades Murcia y Perú fueron significativamente más elevadas durante todos los días de almacenamiento con niveles que oscilaron entre 3 y 4 mg MDA/kg. Los lotes elaborados con las variedades veratas mostraron durante todo el almacenamiento valores de MDA muy bajos. Así mismo, a lo largo de los días también se observa una tendencia descendente del contenido en MDA en los diferentes lotes de chorizo (figura III.3 D). El descenso mostrado en el contenido de malonaldehído en los lotes con pimentones veratos fue muy inferior a lo lotes de chorizo elaborados con pimentones foráneos. En este sentido, debido a la baja cantidad de malonaldehído presente en estos lotes elaborados con pimentones veratos queda patente la gran cantidad de compuestos antioxidante presente en estos lotes veratos y como consecuencia un grado de enranciamiento menor.

La oxidación lipídica es responsable de cambios en la calidad nutricional de los chorizos como pérdida de vitaminas y ácidos grasos esenciales, pérdidas de color, flavor, olor y textura. Las reacciones de oxidación comienzan durante el proceso de fermentación de los embutidos. Esto es debido a la formación de radicales libres durante las primeras etapas de la oxidación. La presencia de ácidos grasos insaturados también favorece el proceso de oxidación (Nassu, 2003). El pimentón inhibe la oxidación lipídica de los chorizos. La adición de pimentón a estos productos fermentados muestra una disminución en los valores de malonaldehído a lo largo de la maduración debido a la potente capacidad antioxidante presente en esta especia. En nuestro estudio, la adición de los diferentes tipos de pimentones ha mostrado una tendencia diferente en cuanto a su capacidad antioxidante.

III.3. Estudio del color durante el envasado de embutidos

Los datos analizados del color de las muestras de cada sublote y de los lotes de chorizo elaborados con distintas variedades de pimentones a lo largo de la vida comercial mostraron diferencias significativas para los parámetros del espacio de color CIELAB (a^* , b^* y L^*) estudiados.



a,b,c diferencias entre columnas ($P < 0,05$).

Figura III.4: Resultados de coordenada a^* del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y lotes E: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

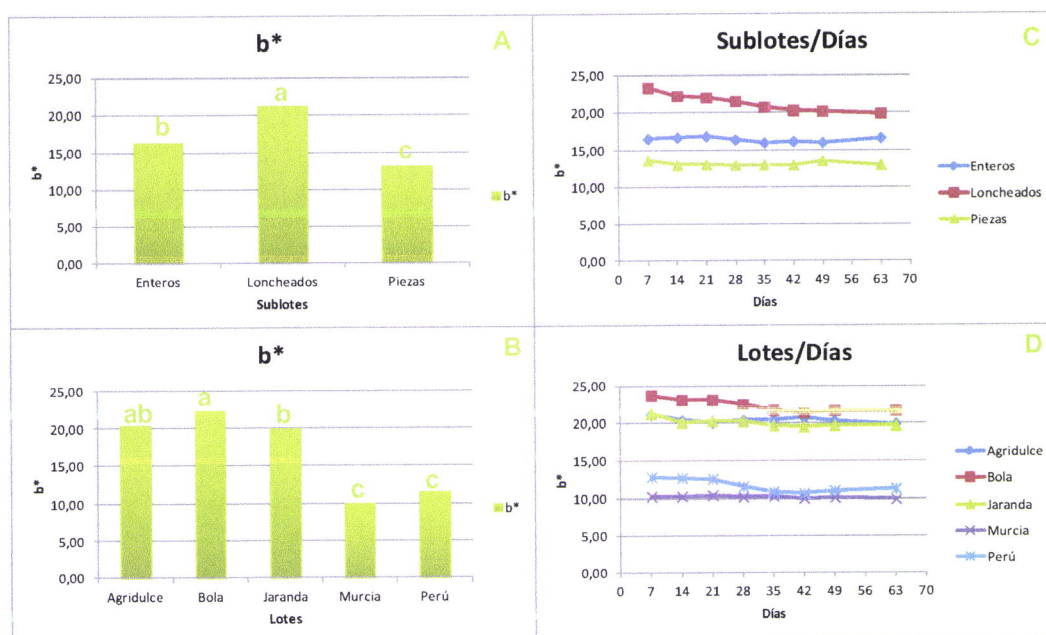
Los distintos sublotes mostraban diferencias significativas entre ellos, siendo el sublote piezas el que presentaba mayor conservación del color rojo, seguido del lote entero y, por último, el lote de loncheados (figura III.4 A). Los valores de a^* para los distintos tipos de envasado oscilaron entre 13-15,5. Debido a la mayor superficie de exposición a la luz en el caso del sublote loncheados la degradación de los pigmentos responsables del color rojo es mayor y por tanto presenta los menores valores de a^* .

Con respecto a los diferentes lotes de chorizo en función de las variedades de pimentón utilizadas (figura III.4 B), se observan diferencias significativas entre los lotes de variedades veratas y foráneas. No se observaron diferencias significativas entre los lotes veratos ni entre los lotes foráneos. Los lotes "Agridulce", "Bola" y "Jaranda" mostrando valores más altos de a^* con valores 10 veces mayores que los lotes foráneos debido a que presentaban mayor estabilidad en sus pigmentos. Esto está relacionado con los niveles de MAD encontrados en los diferentes lotes y sublotes, tal y como ya ha sido descrito en el apartado anterior.

En el figura III. 4 C y D también se puede observar la evolución similar que siguen los distintos sublotes y lotes durante su vida útil, mostrando un descenso leve hasta los 63 días de almacenamiento, manteniéndose estos valores altos de a^* durante todo el periodo de vida útil. Una evolución similar para a^* se ha encontrado en embutidos frescos durante el almacenamiento por Gómez y col. (2008).

No se observan cambios significativos en la evolución del color entre sublotes y lotes durante el almacenamiento. El método de envasado no afecta al color durante el almacenamiento. Una evolución similar ha sido obtenida por Harms y col. (2003) en embutidos de cerdo envasados a vacío. Sin embargo, sí se aprecia cómo los lotes elaborados con pimentones foráneos presentan menores valores de a^* . Esto puede estar relacionado con los tipos de pimentones. Durante el procesado y almacenamiento del pimentón la concentración de componentes antioxidantes del mismo cae debido a procesos oxidativos. El resultado es la pérdida del poder colorante y la disminución de la calidad de la especia (Gómez y col., 2008; Rubio y col., 2007).

En la figura III.5 se muestran los valores de b^* de los chorizos en los diferentes sublotes y lotes elaborados con diferentes variedades de pimentón a lo largo de la vida comercial, observándose diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tipos de envasado y lotes.



a,b,c diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$).

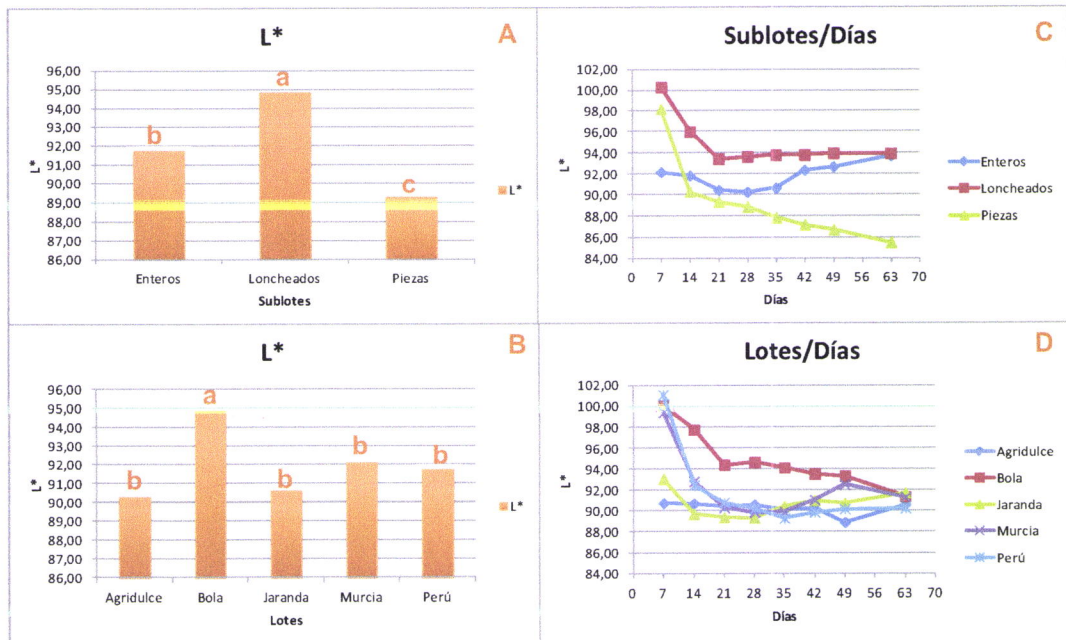
Figura III.5: Resultados de coordenada b^* del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotes y lotes E: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Los diferentes sublotes (figura III.5 A) mostraron diferencias estadísticamente significativas para los tres tipos de envasado comercial, siendo el sublote loncheados el que mostró mayores valores de b^* con valores de 21 seguido de piezas y enteros con valores de entre 13-15. En el sublote loncheados por tanto se observa una degradación de los pigmentos de coloración roja presentes en el chorizo, acorde con la coordenada a^* debido a la mayor exposición a luz.

A su vez, los distintos lotes de chorizos elaborados con distintos tipos de pimentones (figura III.5 B) también presentaron diferencias estadísticamente significativas. Los lotes elaborados con variedades de pimentón de La Vera mostraron valores más altos de b^* que las foráneas, siendo estas últimas las que mostraban mayor degradación del color rojo. "Agridulce", "Bola" y "Jaranda" tenían valores de 20 y no se observaron diferencias entre ellos, mientras que Murcia y Perú presentaron valores de 10 sin apenas diferencias entre estos dos lotes. Las diferencias en cuanto al color, en parte, pueden ser debidas a las diferencias de pH al final de la fermentación y al final del secado. Los bajos pH facilitan la reducción del nitrito a óxido nítrico, formándose el pigmento nitrosomioglobina que es responsable del color de la carne curada (Guàrdia y col., 2008). La nitrosomioglobina, aunque es estable al calor, es muy lábil a la oxidación. El desarrollo interno de tonalidades pardo-grisáceas puede ser debido al ingreso de aire en el embutido que oxida a la nitrosomioglobina.

A lo largo de los días de vida comercial (figura III.5 C y D) se observó una evolución similar de esta coordenada para los distintos sublotes y lotes de chorizo. El método de envasado no afecta al color durante el almacenamiento. Una evolución similar ha sido obtenida por Harms y col. (2003) en embutidos de cerdo envasados a vacío y por Rubio y col. (2008) en salchichón.

La luminosidad de los tres sublotos y los cinco lotes de chorizo elaborados con diferentes variedades de pimentón a lo largo del estudio de vida comercial se observa en la figura III.6.



a,b,c diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.6: Resultados de coordenada L* del espacio CIELAB de los chorizos analizados a lo largo de la vida comercial: A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: Diferencias entre sublotos y lotes E: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Para los tres tipos de envasado comercial (figura III.6 A) se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos siendo el sublote loncheado el que presentó mayor luminosidad seguido del sublote piezas y enteros. Los valores de L* oscilaron en torno a 95-89 para los distintos sublotos.

Los lotes de chorizo elaborados con distintos pimentones (figura III.6 B), también se observaron diferencias estadísticamente significativas siendo el lote "Bola" el que presentó los valores más altos de L* con 95. Los lote, "Agridulce", "Jaranda", Murcia y Perú presentaron valores de 90- 92 respectivamente. El tiempo de maduración y el contenido en grasa de los chorizos influyen en la luminosidad (L*). Durante la maduración se observó un descenso de este componente aumentando en embutidos con contenido en grasa mayor que fue observado también por Muguerza y col. (2002). Una evolución similar para esta coordenada ha sido obtenida por Olivares y col. (2010).

A lo largo de los días de vida comercial (figura III.6 C y D), se observó una evolución descendente para los tres tipos de presentación en el envasado y para los cinco lotes de chorizo hasta valores de 94-86 para los tres sublotos y 91-90 para los cinco lotes. Fueron los sublotos loncheados y el lote "Bola" los que mostraron los valores más altos de L*. La luminosidad tan alta en

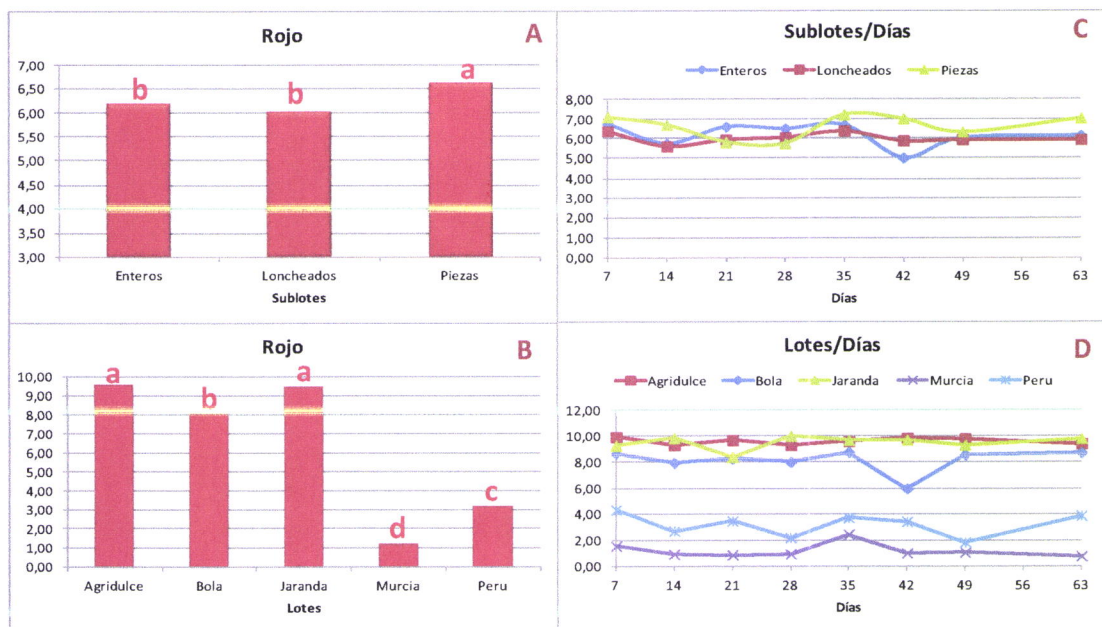
el lote "Bola" puede ser debido a la calidad de los pigmentos presentes en su pimentón por incorporación de mayor cantidad de material no pigmentado que hace que su color sea más claro y aumente la luminosidad. Esto no ocurre con los otros dos lotes de chorizos de pimentones veratos.

III.4. Análisis sensorial durante el envasado de embutidos

Los diferentes atributos sensoriales, color rojo, olor a curado, olor a pimentón, rancidez y olor a picante fueron analizados a través de catas descriptivas con 15 panelistas entrenados y la aceptabilidad con un panel de 20 catadores.

III.4.1. Color Rojo

Los valores del atributo color rojo en función de los tipos de sublotes y lotes de chorizos elaborados según la variedad de pimentón se muestran en la figura III.7 a lo largo del estudio de vida comercial.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.7: Atributo "color rojo" en relación a los distintos sublotes y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Se observan diferencias estadísticamente significativas entre sublotes siendo el sublote piezas el que muestra mayor color rojo a lo largo del periodo de vida útil (figura III.7 A). El sublote loncheados muestra los valores más bajos de color rojo posiblemente al efecto que tiene la luz sobre este tipo de presentación de envasado. Los catadores supieron apreciar las diferencias en el color rojo entre las diferentes presentaciones comerciales, valores que coinciden con los resultados objetivos obtenidos con las coordenadas del espacio CIELAB. El tipo de atmósfera en el envasado

influye en este parámetro siendo más afectado el color externo en embutidos envasados con 100% de CO₂. (Fernández-Fernández y col., 2002).

También se observaron diferencias significativas entre los distintos lotes elaborados con diferentes variedades de pimentón (figura III.7 B), siendo Murcia y Perú los lotes valorados por los jueces. El lote Murcia fue el que presentó una valoración menor, posiblemente debido a la oxidación de pigmentos carotenoides del pimentón a lo largo de los días del almacenamiento. Los lotes "Jaranda" y "Agridulce" mostraron los valores más altos para este atributo debido a la alta capacidad colorante de estos pimentones que persisten a lo largo del almacenamiento.

Esta variable está relacionada con la componente a* del estudio del color de los chorizos. Las variedades veratas presentan mayores valores de a* y por tanto mayor estabilidad de la coloración roja que es percibido por los catadores. Las variedades foráneas presentan menores valores de a*, mayor degradación de sus pigmentos y por tanto menores puntuaciones de los jueces para este atributo y fueron los lotes con menor aceptabilidad.

La pérdida de color en los embutidos crudos curados también puede verse influenciada por el pimentón añadido. El empleo del pimentón en distintos preparados alimenticios, caseros o industriales, pueden situar a los carotenoides en condiciones propicias para su degradación termooxidativa (Pérez Gálvez y col., 1997). Durante el secado, maduración y almacenamiento de los embutidos crudos curados, se produce una variación de los pigmentos carotenoides del pimentón debido a un proceso de oxidación, provocando por tanto una pérdida sensorial y nutricional de los mismos, como en el caso de los chorizos elaborados con pimentones foráneos.

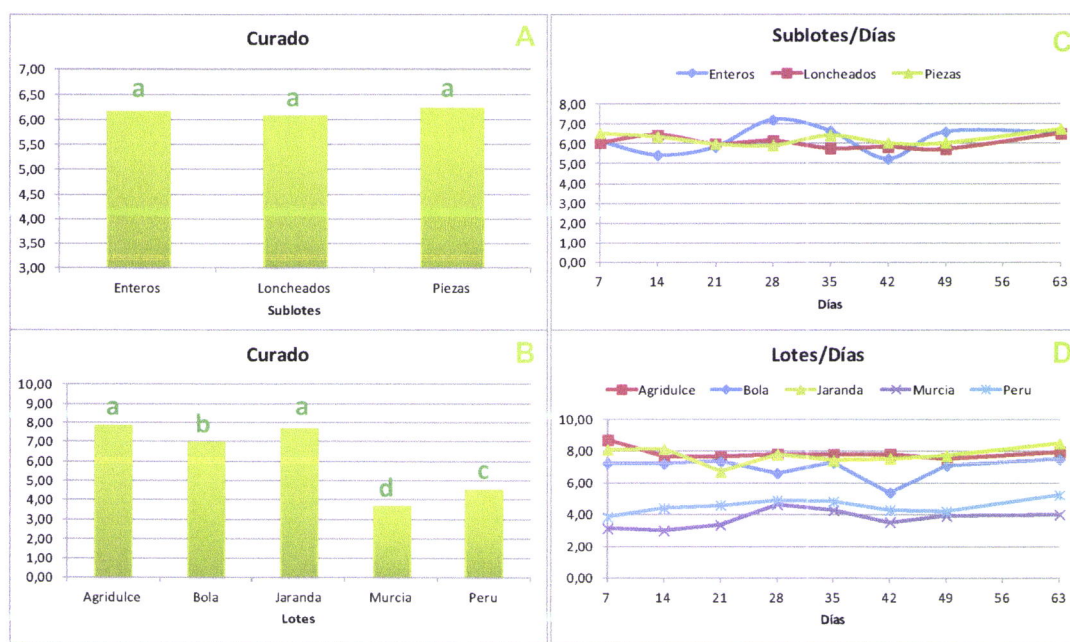
La figura III.7 C se muestra una evolución similar a lo largo de los días para los tres sublotos. Al inicio del almacenamiento todos los sublotos obtuvieron una puntuación de 7 manteniéndose estos niveles a lo largo de los días de vida útil de los chorizos. En el sublote piezas se observó una fluctuación algo mayor en relación a los otros sublotos enteros y loncheados, siendo por tanto el sublote con mayor coloración roja. Esta evolución del color rojo también fue observada en los lotes de chorizos manteniéndose los mismos niveles a lo largo del almacenamiento (figura III.7 D). Fueron los lotes elaborados con pimentón de La Vera los mejor valorados por los jueces para este atributo. Una evolución similar del color externo ha sido encontrado por Fernández-Fernández y col., (2002) en chorizos gallegos.

Por tanto, los lotes elaborados con variedades veratas fueron los que mostraron mayor coloración roja y por tanto mayor puntuación de entre 8 y 10 para este atributo, niveles que se mantuvieron durante todo el periodo de vida útil. Sin embargo los lotes de chorizos elaborados con pimentones foráneos fueron puntuados con valores de 4 para el lote Perú y 2 para el lote Murcia y por tanto los lotes que mostraron menor coloración roja y mayor pérdida de pigmentos a lo largo del tiempo.

III.4.2. Atributos relacionados con el olor

III.4.2.1. Atributo olor a curado

En la figura III.8 se muestran los valores del atributo “olor a curado” para los diferentes sublotes y lotes de chorizos elaborados durante el estudio de vida comercial.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.8: Atributo “olor a curado” en relación a los distintos sublotes y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios para los distintos sublotes según su envasado comercial, enteros, piezas y loncheados. Los tres sublotes fueron valorados con la misma puntuación por los catadores (figura III.8 A).

Los lotes de chorizos elaborados con diferentes variedades de pimentón utilizadas en cambio, sí mostraron diferencias estadísticamente significativas (figura III.8 B), siendo los lotes “Agridulce” y “Jaranda” los que obtuvieron mayores valores, en torno a 8, seguido de “Bola” con valores de 7 y Murcia y Perú con valores de 4 y 4,5 respectivamente.

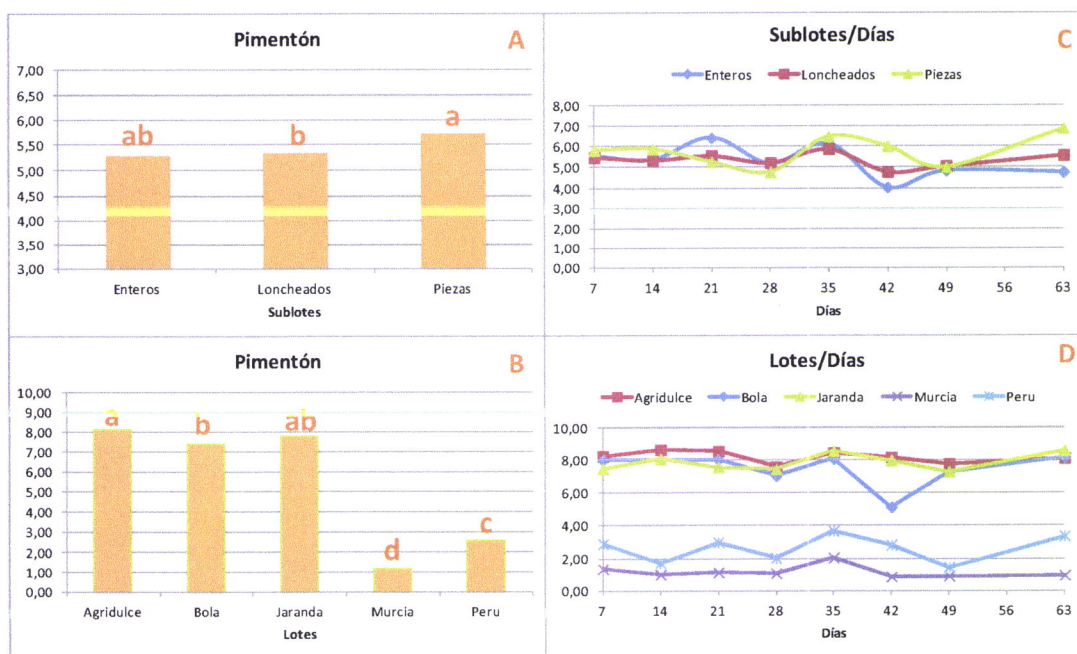
Estas diferencias en cuanto a lotes de chorizo según variedades de pimentón se deben a los compuestos volátiles que se forman durante la maduración de los embutidos en concreto a los agentes del curado como son los ajos, los nitratos, la sal y las especias que dan el típico olor a curado en los alimentos (Marco y col., 2007; Olivares y col., 2010).

De manera que el olor a curado permanece más en los lotes elaborados con pimentones veratos que en los lotes con pimentones foráneos, no existiendo diferencias significativas entre los tres tipos de presentación en el envasado.

A lo largo de los días, tanto para lotes como para sublotes, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, siguiendo una evolución similar durante todos los días del almacenamiento (figura III.8 C y D). De forma general podemos observar que el tiempo de almacenamiento no influye en este atributo puesto que el olor a curado se mantiene de la misma manera en los tres sublotes a lo largo de los días. Sí que se observaron diferencias significativas entre los lotes de pimentones de La Vera con respecto a los foráneos, siendo más patente este efecto en los lotes de chorizos elaborados con pimentones veratos. Esto podía explicarse por el sistema de secados con humo al que están sometidos los pimentones veratos haciendo más patente este atributo (Mínguez-Mosquera y col., 1994c; Pérez-Gálvez y col., 2004).

III.4.2.2. Atributo olor a pimentón

En la figura III.9 se observan los valores del atributo olor a pimentón en relación a los distintos tipos de presentación en el envasado y los cinco de lotes según la variedad de pimentón durante el periodo de vida útil.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$)

Figura III.9: Atributo “olor a pimentón” en relación a los distintos sublotes y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

La figura III.9 A muestra los valores para el atributo olor a pimentón en los diferentes tipos de envasados mostrando diferencias significativas entre ellos, siendo el sublote piezas el que mostró mayor olor a pimentón.

También se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos lotes de chorizos elaborados con diferentes variedades de pimentón (figura III. 9 B). Fueron los lotes elaborados con pimentones veratos los que mostraron mayor olor a pimentón y mejor valorados por los jueces. Esto podría deberse principalmente al sistema lento de secado con humo al que están sometidos este tipo de pimentones que hace que persista el aroma a pimentón durante todo el almacenamiento.

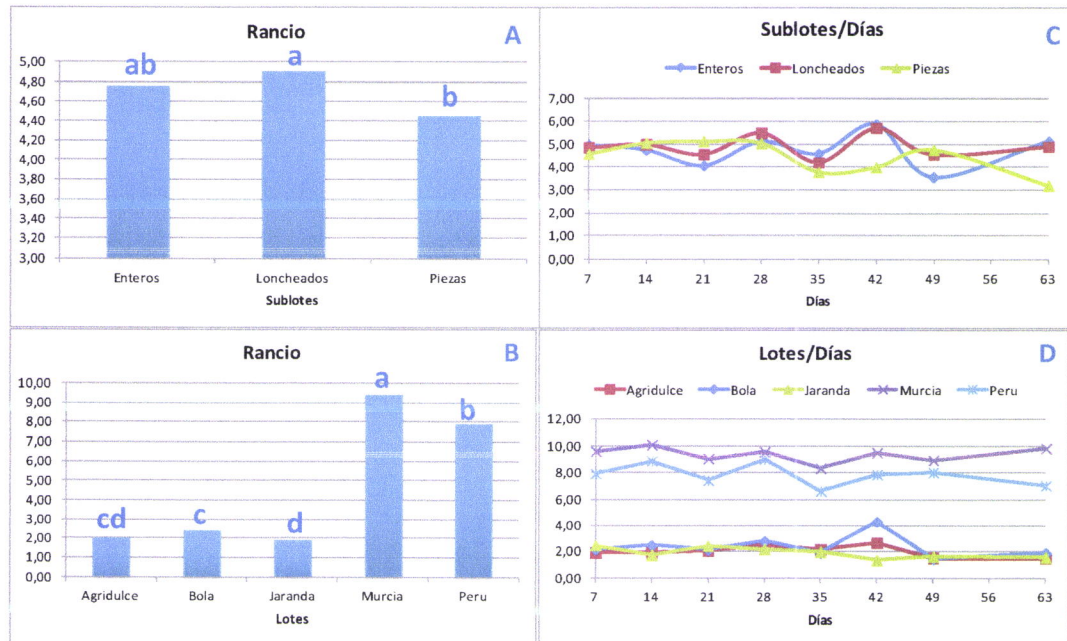
A lo largo de los días (figura III.9 C y D), se observó una evolución similar para lotes y sublotes, manteniéndose el olor a pimentón durante todos los días de vida comercial. De forma general, el olor a pimentón evolucionó de manera similar para los tres tipos de sublotes y lotes, no observándose diferencias significativas entre sublotes y mostrando un pequeño aumento de este atributo a los 63 días del almacenamiento. El olor a pimentón en este tipo de productos cárnicos se ve influenciado por el tiempo de almacenamiento, aumentado en las etapas finales del almacenamiento (Fernández-Fernández, 2002).

Las diferencias mostradas entre los diferentes lotes de chorizo pueden explicarse por el sistema de secado al que están sometidos estos tipos de pimentones. Los lotes elaborados con pimentones foráneos mostraron menor olor a pimentón. El sistema de secado de estos pimentones hace que no persista el olor a pimentón, perdiéndose estos compuestos a lo largo del tiempo probablemente por proceso de autooxidación de los ácidos grasos insaturados, favorecidos por las altas temperaturas durante el secado de este pimentón y la ausencia de las sustancias antioxidantes proporcionadas por el proceso de ahumado (Mateo y col., 1997). Al mismo tiempo, los aldehídos se asocian a los pimentones menos ahumados, con intensidades de olor y aroma menores y menos persistentes, característicos de los pimentones de Murcia.

También estas diferencias en cuanto a lotes de chorizo se deben a la formación de compuestos aromáticos volátiles que se producen durante la maduración, en concreto a compuestos fenólicos como es el caso de los lotes elaborados con pimentones de La Vera en el que se observa mayor olor a pimentón debido a su sistema de secado al humo. Los fenoles están ampliamente descritos como integrantes del humo derivado de la pirolisis de la madera (Pham y col., 2008; Guillén y Errecalde, 2002). Los fenoles tienen una repercusión muy importante en las características sensoriales de los alimentos, siendo unos de los principales responsables del aroma a ahumado de los mismos (Pham y col., 2008). Además de que estos compuestos influyen en las características sensoriales de los chorizos, también son importantes por su actividad antioxidante y su efecto antimicrobiano (Summo y col., 2010). Así, la mayor actividad antioxidante del *Pimentón de La Vera* frente a otros tipos de pimentón (Campillo y Torres, 2006) puede ser atribuible a la mayor cantidad de compuestos fenólicos en el pimentón verato.

III.4.2.3 Atributo olor a rancio

La figura IV.10 muestra los valores obtenidos para el atributo olor a rancio en función de los tres sublotes y lotes de chorizos a estudio elaborados según las diferentes variedades de pimentón a lo largo de la vida útil.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$).

Figura III.10: Atributo “olor a rancio” en relación a los distintos sublotes y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotes; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotes y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Los tres tipos de presentación en el envasado de los chorizos para este atributo de olor a rancio sí presentaron diferencias significativas entre ellos, siendo el sublote loncheados el peor valorado por los jueces en comparación con los sublotes enteros y piezas (figura III.10 A).

A su vez, también se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes lotes de chorizos elaborados (figura III. 10 B). Los lotes de Murcia y Perú fueron los que mostraron mayor olor a rancio con valores de 9 para Murcia y 8 para Perú. Los altos valores alcanzados en estos lotes de chorizo son debidos a la formación de compuestos volátiles que derivan de la oxidación de los lípidos producidos durante el almacenamiento. Aunque los compuestos volátiles son responsables de las propiedades sensoriales de los productos fermentados en elevadas cantidades generan olores y sabores a rancio (Summo y col., 2010).

Los lotes elaborados con variedades de La Vera, por el contrario, mostraron olores a rancio muy inferiores, debido a los bajos niveles de estos compuestos volátiles en ellos y fueron mejor valorados por los catadores. Esto está relacionado con los bajos niveles de oxidación lipídica que

presentan estos lotes tal y como se observa en la figura III.3 y también por la mayor cantidad de pigmentos, como se observa en el color y en la capacidad antioxidante por su mayor estabilidad oxidativa.

Este atributo también está relacionado con la oxidación lipídica por eso se explicarían las altas cantidades de MDA en los lotes foráneos y el olor a rancio presente en estos lotes que fue percibido por los catadores.

Durante los días de almacenamiento también se observó una evolución de este atributo de manera similar, tanto en los sublotos como en los lotes de chorizo elaborados, permaneciendo el olor a rancio a lo largo del estudio comercial (figura III. 10 C y D). Fueron los sublotos enteros y loncheados los que tuvieron una tendencia mayor de olor a rancio a lo largo de la vida comercial de los chorizos. Una evolución similar ha sido obtenida por Fernández-Fernández y col. (2002) en chorizos gallegos mostrando un aumento leve del olor a rancio al final del almacenamiento.

Por el contrario, sí que se observaron diferencias significativas entre los diferentes lotes de chorizos de la Vera y foráneos, siendo las variedades veratas las que menores puntuaciones obtuvieron por parte de los catadores y por tanto menor olor a rancio Su puntuación obtenida fue de 2 manteniéndose estos niveles durante todo el almacenamiento.

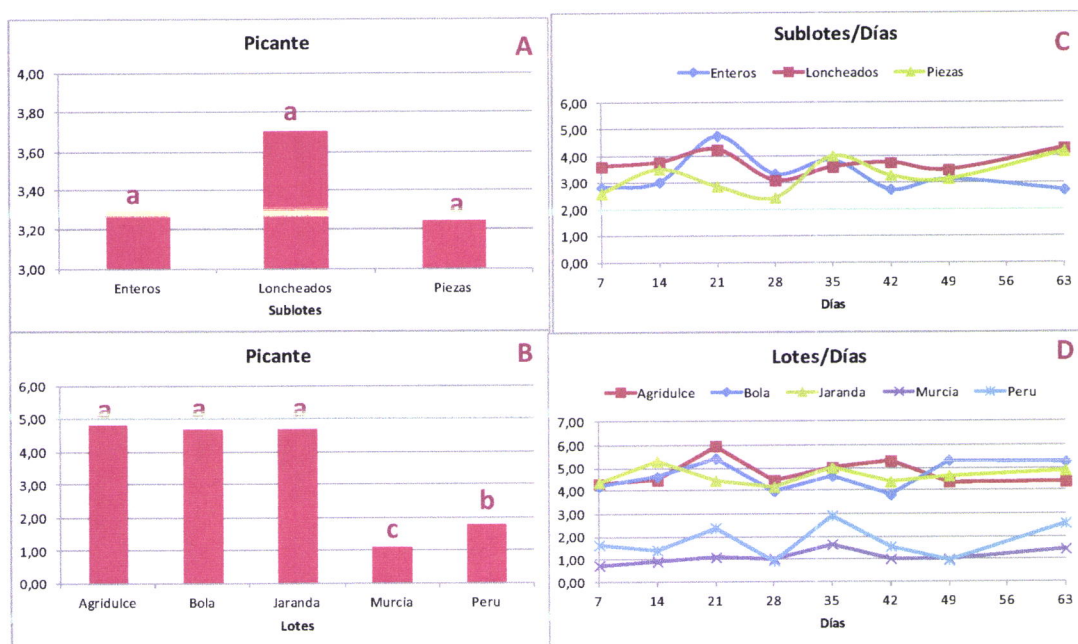
La manera de presentar los chorizos en el envasado no influye en este atributo porque evoluciona y se mantiene de manera similar a lo largo de los días.

Estas diferencias en cuanto a lotes de chorizo se deben al contenido en compuestos volátiles formados durante el estudio comercial, en concreto a compuestos aldehídos producidos por la oxidación lipídica que produce aroma a rancio, como es el caso del hexanal, el octanal y el nonanal (Carrapiso y col., 2010; y Olivares y col., 2010). Durante el almacenamiento se produce un aumento de estos compuestos derivados de la oxidación lipídica, por ello se observan estos compuestos en mayor cantidad en lotes de chorizo elaborados con pimentones foráneos y por su menor estabilidad oxidativa (Summo y col., 2010; Sun y col., 2010).

Durante los tres primeros meses de almacenamiento las propiedades sensoriales de los chorizos sufren un deterioro. Esto se percibe en una pérdida de aceptabilidad y un aumento de la rancidez debido a la hidrólisis y a procesos oxidativos que disminuye por tanto el índice de a^* (Meynier y col., 1999) tal y como se puede apreciar en los lotes elaborados con pimentones foráneos.

III.4.2.4. Atributo olor a picante

Los valores para el atributo olor a picante en función de los diferentes lotes y sublotos de chorizos durante el estudio de vida comercial se muestran en la figura III.11.



a,b,c diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$).

Figura III.11: Atributo "olor a picante" en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos sublotos, oscilando los valores para los lotes enteros, piezas y loncheados entre 3 y 3,50 mostrando el sublote loncheados mayor olor a picante (figura III.11 A).

Para las variedades de pimentón en los diferentes lotes (figura III.11 B), sí se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los lotes veratos y los foráneas. Los lotes "Agridulce", "Jaranda" y "Bola" presentaron mayor olor a picante con valores de 5 seguidos de Perú con valores de 2 y por último Murcia con valores de 1. Los lotes elaborados con pimentones de La Vera mostraron mayor olor a picante que los lotes foráneos.

La evolución del olor a picante para los tres tipos de sublotos y lotes durante la etapa de vida comercial de los chorizos (figura III.11 C), fue similar para todos los lotes y sublotos. Los días de almacenamiento no influyen en este atributo, no observándose cambios relevantes de este atributo a lo largo de los días para los tres sublotos. Por tanto al inicio y al final del almacenamiento los valores son similares. Sí que mostraron diferencias en el almacenamiento los lotes de La Vera y los foráneos diferencias significativas entre lotes durante la vida comercial (figura III.11 D). Los lotes de chorizo elaborados con pimentones veratos mostraron mayor olor a picante con valores de 4 que oscilaban a

lo largo de los días, para al final de esta etapa observarse un ligero aumento hasta valores de 5. Por otro lado, los lotes elaborados con pimentones foráneos mostraron menor olor a picante, siendo el lote Murcia el que mostró menor olor a picante de todos los lotes, con valores de 1 durante toda la etapa de vida comercial. El lote Perú mostró valores algo superiores de 2, que fluctuaban a lo largo de los días de almacenamiento, observándose también un ascenso al final de la vida comercial, no influyendo por tanto ni el lote ni sublote en este atributo.

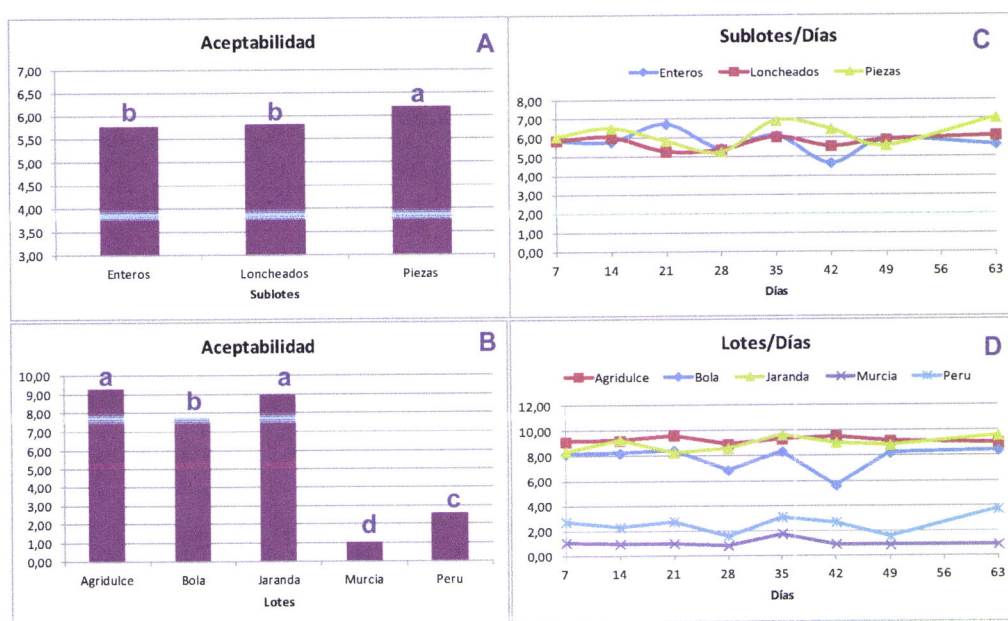
Estas diferencias para el olor picante podrían explicarse con la cantidad de compuestos volátiles formados durante la maduración presente en estos lotes, en concreto a compuestos azufrados procedentes de las especias, que en alta concentración dan lugar a olores indeseables (Aguirrezábal y col., 2000). Por otro lado los lotes "Jaranda" y "Agridulce" pueden ser algo picantes por la propia variedad de pimiento y por la capsaicina.

El mayor olor a picante en los lotes de La Vera se debería a mayor cantidad de estos compuestos en los mismos. Entre los compuestos volátiles de este grupo, la presencia de allylmethylsulfide, 1-metil-1-propeno y diallylsulphide, podría estar relacionada con la presencia de ajo fresco en la formulación de la mezcla de carne de partida. También en este caso, las variaciones observadas durante el almacenamiento pueden ser debidas a la actividad antioxidante de estos compuestos (Aguirrezábal y col., 2000).

Durante el tiempo de almacenamiento los procesos oxidativos se ralentizan y afectan en menor medida a las propiedades sensoriales, pero aparecen compuestos que le dan la percepción de picante como derivados de la fermentación, de los hidratos de carbono etc. (Meynier y col., 1999).

III.4.3. Aceptabilidad

La aceptabilidad total de las muestras analizadas por el panel de catadores a través de análisis descriptivos para los distintos sublotos y lotes de chorizos elaborados con diferentes variedades de pimentón se muestra en la figura III.12.



a,b,c y d diferencias significativas entre columnas ($p < 0,05$).

Figura III.12: Atributo "Aceptabilidad" en relación a los distintos sublotos y lotes de chorizos a lo largo de la vida comercial. A: Diferencias entre sublotos; B: Diferencias entre lotes; C: diferencias entre sublotos y días de almacenamiento y D: Diferencias entre lotes y días de almacenamiento.

Para los tres tipos de envasado comercial (figura III.12 A), se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, siendo los sublotos piezas los mejor valorados por los jueces, con valores de 6 puntos.

A su vez, también se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los lotes de chorizos según la variedad de pimentón (figura III.12 B). Los lotes "Jaranda" y "Agridulce" fueron los lotes mejor valorados por los jueces con una puntuación de 9, seguido del lote "Bola" con 7,8 puntos. Sí que se observó una diferencia clara entre lotes elaborados con pimentón de La Vera y lotes de chorizo con pimentones foráneos siendo estos últimos los que obtuvieron menor puntuación por parte de los catadores con valores de 2,5 para Perú y 1 para Murcia. Los lotes elaborados con variedades de pimentón de La Vera mostraban buen aspecto visual y color rojo intenso, buen olor a ahumado, buena calidad de la grasa y baja rancidez; cualidades que fueron observadas y valoradas por los catadores. Por el contrario, los lotes elaborados con pimentones foráneos fueron menos aceptados por los catadores, con puntuaciones de entre 2 y 4. El lote Murcia fue el que presentó menor aceptabilidad por los catadores con puntuación de 1,5 seguido de Perú con puntuación de 2,5. Esto

es lógico por las características de estos lotes que mostraron mal aspecto externo, sin coloración roja, sin olor a pimentón y con olor a rancio.

A lo largo de los días de almacenamiento de vida comercial, los tres sublotes evolucionaron de la misma manera obteniendo una puntuación similar por los jueces (figura III.12 C). Todos los sublotes obtuvieron una puntuación de 6 que se mantuvo durante todo los días del almacenamiento con pequeñas fluctuaciones entre los tres sublotes. Una evolución similar se observó también para los lotes de chorizos elaborados con distintos tipos de pimentón (figura III.12 D) y fueron lotes de chorizos elaborados con pimentones veratos los lotes mejor aceptados por los catadores, obteniendo puntuaciones de entre 8 y 10 y manteniéndose estos niveles a lo largo de la vida útil. El lote que mostró mayor aceptabilidad por los catadores fue "Agridulce" seguido de "Jaranda" y, por último, de "Bola". Esto es lógico por las características de estos lotes que mostraron buen aspecto externo, coloración rojo intenso y olor a pimentón. Una evolución similar ha sido obtenido por Rubio y col. (2007) en salchichón.

Generalmente, la vida media de este tipo de productos está determinada por el crecimiento de microorganismos, los cambios en el color y la textura y el desarrollo de sabores y olores indeseables causada por la oxidación lipídica, lipólisis y otras reacciones. La adición de compuestos antioxidantes a estos embutidos reduce la oxidación y algunos de ellos pueden contribuir al color de estos productos cárnicos curados haciendo que sean más aceptados por los consumidores (Valencia y col., 2007).

El uso de diferentes tipos de pimentón para la preparación de productos cárnicos influye en las preferencias del consumidor. Los catadores muestran preferencia por los chorizos elaborados con pimentones de alto contenido en pigmentos carotenoides (Gómez y col., 2008), como en el caso de nuestro estudio que presentan mayor aceptabilidad por los catadores los lotes elaborados con pimentones de La Vera que preservan en mayor medida los atributos de calidad que se espera de este tipo de productos.

Hay que destacar que el envasado a vacío permite tiempos de almacenamiento más largos, obteniendo una buena apariencia visual y calidad sensorial del embutido, que es el principal parámetro de calidad para los consumidores (Rubio y col., 2006). También aumenta la vida útil de este tipo de productos fermentados sin prevenir los cambios de maduración que ocurren en este tipo de productos cárnicos curados (Fernández-Fernández, 2002).

IV. CONCLUSIONES, LIMITACIONES DE TRABAJO E INVESTIGACIONES FUTURAS

IV.1. Conclusiones

1. Los lotes de chorizo elaborados con pimentones de La Vera ("Agridulce", "Bola" y "Jaranda") son los que presentan un menor grado de oxidación, que deja patente el papel antioxidante que pueden generar en los chorizos estos pimentones y por tanto un menor grado de enranciamiento frente a los lotes elaborados con las variedades foráneas.
2. La estabilidad oxidativa para los tres tipos de presentaciones comerciales muestran una tendencia descendente a lo largo del almacenamiento, siendo en el subbote loncheado en el que se observa mayor enranciamiento oxidativo.
3. Los lotes de chorizo de La Vera son los que alcanzan valores más altos de a^* , diez veces mayores que los lotes foráneos, debido a que presentan mayor estabilidad en sus pigmentos, aspecto relacionado con los niveles de MAD (malonaldehído) encontrados.
4. Los valores de a^* del espacio de color CIELAB tienen una evolución similar en el tiempo en los distintos tipos de presentaciones comerciales, siendo el subbote loncheados el que registra menores valores de a^* , debido a la mayor superficie de exposición a la luz y a la degradación de los pigmentos responsables del color.
5. Los lotes elaborados con pimentones de La Vera muestran buen aspecto visual, color rojo intenso, buen olor a ahumado, buena calidad de la grasa y baja rancidez, cualidades valoradas por los catadores, manteniendo niveles altos de aceptabilidad a lo largo del almacenamiento.
6. Los lotes elaborados con pimentones foráneos presentan mal aspecto externo, sin coloración roja, sin olor a pimentón y con olor a rancio, atributos observados por los catadores, que le otorgan menores puntuaciones.
7. El análisis sensorial por parte de los catadores a través tanto del análisis descriptivo como hedónico pone de manifiesto el efecto del pimentón de La Vera en los lotes de chorizo, ya que preservan en mayor medida los atributos de calidad que se espera tenga este tipo de productos.

IV.2. Limitaciones de trabajo

Las limitaciones de trabajo de esta 'Dissertação' han sido las siguientes:

- Búsqueda de mayor número de industrias acogidas por la D.O.P. 'Pimentón de la Vera' que quisieran colaborar cediendo muestras de pimentones y cantidad necesaria para la elaboración de los embutidos.
- Dificultad de incrementar el número de muestras de pimentón foráneo y de Murcia, debido a la imposibilidad de conseguir las mayor número de muestras.
- Necesidad de hacer un búsqueda de panelistas expertos y entrenados en realizar catas descriptivas en estos tipos de productos.
- Conseguir un número adecuado de consumidores interesados en realizar el análisis sensorial y determinar el grado de satisfacción de las presentaciones comerciales preparadas

IV.3. Investigaciones futuras

- Análisis de la calidad sanitaria de los embutidos mediante análisis microbiológico para mejorar su vida útil.
- Estudio de otras variedades de pimentones interesantes para elaborar distintos tipos de embutidos.
- Análisis de compuestos volátiles responsables del aroma.
- Estudios de los compuestos responsables de la actividad antioxidante en pimentones de La Vera.
- Investigación sobre nuevos atributos sensoriales para poder realizar cuestionarios descriptivos más completos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirrezábal, M. M., Mateo, J. Domínguez, C. y Zumalacárregui, J. M. (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*. **54**(1), 77-81.

Aizawa, K., Shoemaker, J.K., Overend, T.J. and Petrella, R.J. (2009). Effects of lifestyle modification on central artery stiffness in metabolic syndrome subjects with pre-hypertension and/or pre-diabetes. *Diabetes research and clinical practice*. **83**, 249-256.

Ansorena, D., Montel, M.C., RoKka, M., Talon, R.M., Eerola, S., Rizzo, A., Raemaekers, M. y Demeyer, D. (2002). Analysis of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. *Meat Science*, **61**, 141-147.

Bartolomé, T. (1996). El Pimentón de la Vera. *Agricultura*. **762**, 39-43.

Bartolomé, T., Coletto, J. M. y Velázquez, R. (1999). The traditional system of drying peppers used in the production of La Vera paprika with a Guarantee of Origin. *1st International Conference on Alternative and Traditional Use of Paprika*. Szeged Hungary.

Campillo JE y Torres MD. (2006). El pimentón de la Vera y la salud. Consejería de Sanidad y Consumo, Junta de Extremadura.

Carrapiso, A.I.; Martín, L.; Jurado, A. y García, C. (2010). Characterisation of the most odour-active compounds of bone tainted dry-cured Iberian ham. *Meat Science*, **85**, 54-58.

Dalmís, I. y Soyer, A. (2008). Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science*, **80**, 345-354.

De Guevara, R. G. L., Gonzalez, M., Garcia-Meseguer, M. J., Nieto, J. M., Amo, M., y Varon, R. (2002). Effect of adding natural antioxidants on color stability of paprika. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **82**(9), 1061-1069.

Demeyer, D., Honikel, K. y De Smet, S. (2008). The World Cancer Research Fund report. A Challenge for the meat processing industry. *Meat Science*. **80**, 953-959.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012). Base de datos de la FAOSTAT. Búsqueda de datos de países por producto. Producto pimentón. Descargado de la web: <http://www.faostat.fao.org>.

Fernández-Fernández, E., Vázquez-Odériz, M.L. y Romero-Rodríguez, M.A. (2002) Sensory characteristics of Galician chorizo sausage packed under vacuum and under modified atmospheres. *Meat Science*. **62**, 67-71.

González, B. y Díez, V. (2002). The effect of nitrite and starter culture on microbiological quality of chorizo a Spanish dry cured sausage. *Meat Science*. **60**, 295-298.

- Gómez, R., Alvarez-Orti, M. y Pardo, J.E.** (2008). Influence of the paprika type on redness loss in red line meat products. *Meat Science*, **80**, 823-828.
- Guàrdia, M.D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P. y Arnau, J.** (2008). Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science*, **80**, 1225–1230.
- Guillén, M. D., y Errecalde, M. C.** (2002). Volatile components of raw and smoked black bream (*Brama raii*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) studied by means of solid phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **82**, 945–952.
- Harms, C., Fuhrmann, H., Nowak, B., Wenzel, S. y Sallmann, H-P.** (2003). Effect of dietary vitamin E supplementation on the shelf life of cured pork sausage. *Meat Science*, **63**, 101–105.
- Ho, J. C., Chou, S. K., Chua, K. J., Mujumdar, A. S. y Hawlader M. N. A.** (2002). Analytical study of cyclic temperature drying: effect on drying kinetics and product quality. *Journal of Food Engineering*, **51**(1), 65-75.
- Kiobias, S., Dimakou, C. y Oreopoulou, V.** (2008). Activity of natural carotenoid preparations against the autoxidative deterioration of sunflower oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*.
- Levy, A., Harel, S., Palevitch, D., Akiri, B., Menagem, E., y Kanner, J.** (1995). Carotenoid Pigments and β - carotene in paprika fruits (*Caspium Spp.*) with different genotypes. *Journal of agricultural and food chemistr*, **43**, 362-366.
- Liaros, N.G., Katsanidis, E. y Bloukas, J.G.** (2009). Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages. *Meat Science*, **83**, 589-598.
- Lozano, M. y Montero, V.** (1999). El pimentón de la Vera (Cáceres): aproximación al secado del pimiento y evaluación de algunos parámetros físico-químicos. *Alimentaria*, **300**, 91-96.
- López-Díaz, T.M., González, C.J., Moreno, B. y Otero, A.** (2002). Effect of temperature, water activity, pH and some antimicrobials on the growth of *Penicillium olsonii* isolated from the surface of Spanish fermented meat sausage. *Food Microbiology*, **19**, 1-7.
- Marco, A.; Navarro, J.L. y Flores, M.N.** (2007). Quantitation of Selected Odor-Active Constituents in Dry Fermented Sausages Prepared with Different Curing Salts. *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 3058–3065.
- Martín, A., Colín, B., Aranda, E., Benito, M.J. y Córdoba, M.G.** (2007). Characterization of *Micrococcaceae* isolated from Iberian dry-cured sausages. *Meat Science*, **75**, 696-708.
- Mateo, J., Aguirrezabal, M., Domínguez, C. y Zumalacarregui, J.M.** (1997). Volatile Compounds in Spanish Paprika. *Journal of Food Composition and Analysis*, **10**, 225–232.
- Meynier, A., Novelli, E., Chizzolini, R., Zanardi, E., y Gandemer, G.** (1999). Volatile compounds of commercial Milano salami. *Meat Science*, **51**, 175–183.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). Base de datos del anuario de estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Producto pimentón. Descargado en la web: <http://www.magrama.es>.

Mínguez Mosquera, M. I., Járen Galán, M. y Garrido Fernández, J. (1992). Color Quality in Paprika. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **40**, 2384-2388.

Mínguez Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M. y Garrido-Fernández, J. (1993). Effect of processing of paprika on the main carotenes and esterified xanthophylls present in the fresh fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **41**, 2120-2124.

Mínguez Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M. y Garrido-Fernández, J. (1994b). Carotenoid metabolism during the slow drying of peppers fruits of the "Agridulce" variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **41** (11), 2260-2264.

Mínguez Mosquera, M. I. y Hornero-Méndez, D. (1994c). Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum* L.) of the "Bola" and "Agridulce" varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **42** (7), 1555-1560.

Mínguez Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M., Garrido-Fernández, J. y Hornero-Méndez, D. (1996). Carotenoides en el pimentón. Factores responsables de su degradación. *Ed. CSIC*. 1-12.

Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasarán, I., y Bloukas, J. G. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, **61**, 397-404.

Nassu, R. T., Guaraldo Gonçalves, L.A., Azevedo Pereira da Silva, M.A. y Beserra, J. (2003). Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*, **63**, 43-49.

Nuez, F., Gil, R. y Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. *Ed. Mundiprensa, Madrid*.

Olivares, A., Navarro, J.L., Salvador, A. y Flores, M. (2010). Sensory acceptability of slow fermented sausages base on fat content and ripening time. *Meat Science*. **86**, 251-257.

Ordoñez, J.A., Hierro, E., Bruna, J.M. y De la Hoz, L. (1999). Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **39**, 329-367.

Ordoñez, J.A. y De la Hoz, L. (2001). Embutidos crudos curados. Tipos. Fenómenos madurativos. Alteraciones. *Enciclopedia de la carne*. Ed. Martin & Macías. Vol. II., 1064-1124.

Pham, A.J. y Schilling, M.W. (2008). Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatileflavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Science*, **80**, 728-737.

Pérez Gálvez, A. y Garrido Fernández, J. (1997). Grasas y Aceites. Vol. 48 Fasc. 5, 290-296.

Pérez-Gálvez, A., Hornero-Méndez, D. y Mínguez-Mosquera, M. I. (2004). Changes in the carotenoid metabolism of *Capsicum* fruits during application of modelized slow drying process for paprika production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **52**, 518-522.

Ramesh, M., Wolf, W., Tevini, D. y Jung, G. (2001). Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. *Journal of Food Engineering*. **49**, 63-72.

Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García- Cachán, M.D., Rovira, J. and Jaime, I. (2006). Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef "Cecina de Leon": Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science*. **74**, 710-717.

Rubio, B., Martínez, B., Sanchez, M.J., García- Cachán, M.D., Rovira, J. y Jaime, I. (2007). Study of the shelf life of a dry fermented sausage "salchichón" made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. *Meat Science*. **76**, 128-137.

Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M.D., Rovira, J. y Jaime, I. (2008). Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and color stability on dry fermented sausage *salchichón* manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*, **80**, 1182-1187.

Russo, V. M., Howard, L.R. (2002). Carotenoids in pungent and nonpungent peppers at various developmental stages grown in the field and glasshouse. *Journal of Science of Food and Agriculture*, **82**, 615-624.

Serradilla, J.V. (1998). *El Pimentón de la Vera*. Colección monográfica. Junta de Extremadura.

Seppanen, C.M. y Saari Csallany, A. (2002). The effect of paprika carotenoids on in vivo lipid peroxidation measured by urinary excretion of secondary oxidation products. *Nutrition Research*. **22**, 1055-1065.

Sørensen, G. y Jørgensen, S.S. (1996) A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobabutaric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*. **202**, 205-210.

Sun, W., Zhao, Q., Zhao, H., Zhao, M., Yang, B. (2010). Volatile compounds of Cantonese sausage released at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*. **121**, 319-325.

Summo, C., Caponio, F. y Pasqualone, A. (2006). Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. *Meat Science*, **74**, 249-254.

Summo, C., Caponio, F., Tricarico, F., Pasqualone, A. y Gomes, T. (2010) Evolution of the volatile compounds of ripened sausages as a function of both storage time and composition of packaging atmosphere. *Meat Science*, **86**, 839-844.

Valencia, I., Ansonera, D. y Astiasarán, I. (2007). Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp.: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, **104**, 1087-1096.