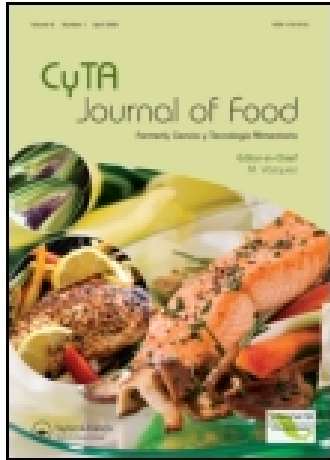


This article was downloaded by: [190.151.168.196]

On: 10 January 2015, At: 16:51

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



Ciencia y Tecnología Alimentaria

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/tcyt19>

EL CONTROL ANALÍTICO DE LA CALIDAD EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS-CURADOS

B. Prieto^a & J. Carballo^b

^a Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos, Universidad de León, 24071, León

^b Área de Tecnología de los Alimentos Facultad de Ciencias de Orense, Universidad de Vigo, 32004, Orense

Published online: 02 Oct 2009.

To cite this article: B. Prieto & J. Carballo (1997) EL CONTROL ANALÍTICO DE LA CALIDAD EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS-CURADOS, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 1:5, 112-120, DOI: [10.1080/11358129709487570](https://doi.org/10.1080/11358129709487570)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11358129709487570>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

Revisión

EL CONTROL ANALÍTICO DE LA CALIDAD EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS-CURADOS

Prieto, B.* y Carballo, J.**

* Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos
Universidad de León
24071 León

** Área de Tecnología de los Alimentos
Facultad de Ciencias de Orense - Universidad de Vigo
32004 Orense

Resumen

El control de calidad en la elaboración de los productos cárnicos crudos-curados ha de efectuarse a tres niveles: un nivel inicial (control de las materias primas), uno intermedio (control de las variables que rigen el proceso de fabricación) y uno final (control del producto terminado). La calidad de la carne de cerdo (la materia prima fundamental en la elaboración de la mayor parte de los productos cárnicos crudos-curados) es función de factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos; la calidad de los productos elaborados lo es de factores sensoriales, nutricionales e higiénicos. La mayoría de los parámetros de calidad pueden ser evaluados por muy distintos métodos analíticos que pueden clasificarse en subjetivos (desarrollados con la ayuda de jurados de catadores) y objetivos (que pueden ser de tipo químico, físico y microbiológico). Es evidente que sería muy prolijo describir todos y cada uno de los análisis que son susceptibles de llevarse a cabo para el control de la calidad en las industrias de elaboración de productos cárnicos crudos-curados, por lo que nos centraremos sólo en los aspectos más interesantes. En el control de las materias primas revisten gran importancia las propiedades funcionales de la carne; se abordará en este sentido uno de los problemas más importantes de la calidad de la carne en los procesos industriales de fabricación: la presencia de carnes PSE y DFD.

En cuanto a los controles intermedios o de fabricación, tienen singular importancia los controles del descenso del pH en los embutidos, del desarrollo del color en las piezas enteras y en los embutidos elaborados sin pimentón, y del secado. El control analítico de los productos elaborados tiene como finalidad asegurarse de que cumplen las especificaciones fijadas por la legislación. Las normas de calidad para los productos cárnicos crudos-curados suelen incluir requisitos sanitarios, destinados a proteger la salud del consumidor, y requisitos composicionales encaminados a evitar fraudes. En consecuencia el control a este nivel suele centrarse en un control microbiológico, determinación de los niveles de aditivos permitidos, investigación de aditivos no permitidos, investigación de residuos de contaminantes y determinación de la composición química global.

Abstract

Quality control in the manufacturing of cured raw meat products should be carried out at three levels: an initial level (control of raw materials), an intermediate level (control of variables which govern the manufacturing process), and one final level (control of the end product).

The quality of pork (main raw material in the manufacture of the cured raw meat products) depends on sensory, nutritional, hygienic, and technological factors; the quality of elaborated products depends on sensory, nutritional, and hygienic factors. The larger part of quality parameters can be evaluated by very different analytical methods which can be classified into subjective ones (carried out with the aid of a panel of tasters), and objective ones (which can be of chemical, physical and microbiological type). It is obvious that it will be very broad to describe each and every one of the analysis which are susceptible to being carried out for quality control in manufacturing industries of cured raw meat products, which is why we will only deal with the most important aspects.

In the control of raw materials, the functional properties of the meat are of great importance; in this way it will deal with one of the most important problems of meat quality in manufacturing industrial processes: the presence of PSE and DFD meats.

With regard to the intermediate controls, the control of pH drop in the sausages ripening, that of the development of colour in the entire pieces and in the sausages elaborated without paprika, and the control of the drying process are of great importance. The aim of the analytical control of the elaborated products is to assure that they comply with specifications laid down by laws. The norms of quality for the cured raw meat products usually include sanitary requirements in order to protect the health of the consumers, and compositional requirements in order to avoid fraudulent practices. As a result the control at this level usually includes microbiological control, determination of the levels of permitted additives, investigation of additives not permitted, investigation of residues of pollutants, and determination of the overall chemical composition.

Resumo

O control da calidade na fabricación dos produtos cárnicos crus-curados ten que efectuarse a tres niveis: un nivel inicial (control das materias primas), un intermedio (control das variables que rixen o proceso de fabricación) e un final (control do produto rematado). A calidade da carne de porco (materia prima principal na elaboración de estes produtos) depende de factores sensoriais, nutricionais, hixiénicos e tecnolóxicos; a calidade dos produtos rematados depende de factores sensoriais, nutricionais e hixiénicos. A maioría dos parámetros de calidade poden evaluarse por métodos analíticos moi diferentes que se clasifican en subxectivos (desenvolvidos coa axuda de xurados de catadores) e obxectivos (que poden ser de tipo químico, físico e microbiolóxico). Ante a imposibilidade de describir todos e cada un dos análises que se poden levar a cabo para o control da calidade nas industrias de elaboración de produtos cárnicos crus-curados, neste artigo centráronos soamente nos aspectos máis interesantes. Po lo que respecta ás materias primas, ten gran importancia as propiedades funcionais da carne; neste senso tratarase un dos problemas máis importantes da calidade da carne nos procesos industriais de fabricación: a presenza das chamadas carnes PSE e DFD.

En canto ós controles intermedios, ten gran importancia o control do descenso do pH na fabricación dos embutidos, o do desenvolvemento da cor nas pezas enteras e nos embutidos elaborados sin pemento, e o da deshidratación. O control analítico dos produtos rematados ten por finalidade comprobar que cumpren as esixencias fixadas pola lexislación. As normas de calidade para produtos cárnicos crus-curados acostuman a incluír requisitos sanitarios, destinados a protexer a saúde do consumidor, e requisitos composicionais, encamiñados a evitar fraudes. Debido a isto os controles a este nivel inclúen un control microbiolóxico, determinación dos niveis dos aditivos permitidos, investigación de aditivos non permitidos, investigación de residuos de contaminantes e determinación da composición química global.

INTRODUCCIÓN

Quizá sea lo más adecuado comenzar este artículo definiendo los términos calidad y producto cárnico crudo-curado.

La calidad es un concepto bastante difícil de definir, pero puede decirse en un sentido muy amplio que es la aptitud de una cosa para una determinada finalidad o cometido. Los productos cárnicos crudos-curados son aquellos que no reciben tratamiento térmico alguno y, que tras una etapa de salazonado, son sometidos a un proceso de secado y maduración. Se pueden dividir en piezas enteras (jamón, cecina, etc.) y en productos embutidos (chorizo, salchichón, salami, longaniza, etc.). El control de calidad en cualquier proceso de elaboración, y los alimentos en general y los productos cárnicos crudos-curados en particular no constituye una excepción, ha de efectuarse a tres niveles: un nivel inicial (control de las materias primas), uno intermedio (control de las variables que rigen el proceso de elaboración) y uno final (control del producto terminado).

La calidad de la carne de cerdo, materia prima utilizada en la elaboración de la mayor parte de los productos cárnicos crudos-curados, es función de factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos (HOFMANN, 1987). La de los productos terminados lo es de factores sensoriales, nutricionales e higiénicos. La mayoría de los parámetros de calidad, tanto de la carne como de los productos cárnicos, pueden ser evaluados por muy distintos métodos analíticos que se clasifican en subjetivos (basados en la intervención de jurados de catadores) y objetivos (que a su vez pueden ser de tipo químico, físico y microbiológico).

La utilización de los distintos métodos analíticos, encuadrados dentro de los dos grupos anteriores, está en función de:

a.- La profundidad con que se necesite realizar el análisis. En algunos casos, por ejemplo, solo será necesario conocer la cantidad de magro, grasa y hueso que tiene una determinada pieza de carne, mientras que en otros es necesario conocer la cantidad de algún componente minoritario como puede ser el caso de diversos tipos de aditivos o contaminantes, lo que requeriría la utilización de una técnica más precisa que se apoyará en el empleo de instrumental o equipamiento más complejo.

b.- La información que queramos obtener a través del análisis. En este sentido se pueden realizar análisis de tipo "oficial", llevados a cabo por las autoridades con el fin de controlar la salubridad o la composición de los alimentos, o análisis de tipo "industrial", realizados por la propia industria para saber la aptitud de la carne para la elaboración del producto al que se va a destinar o para controlar la marcha de los procesos.

Es evidente, por poner un ejemplo, que los análisis oficiales de la administración no llegarán nunca a determinar las propiedades funcionales de las carnes, alguna de las cuales (porcentaje y propiedades funcionales de las proteínas, composición de la grasa, etc.) es en muchos casos necesario conocer por la propia industria para la elaboración correcta de algún tipo concreto de producto.

Sería prácticamente interminable describir toda la analítica que es susceptible de llevarse a cabo en la industria de elaboración de productos cárnicos crudos-curados con fines de control de calidad. Nos centraremos por lo tanto sólo en los aspectos más relevantes.

1.- CONTROLES DE LA MATERIA PRIMA

1.1.- En la generalidad de los productos cárnicos

Dando por descontado que las carnes utilizadas como materia prima han de cumplir la norma de calidad para carnes frescas, en la elaboración de cualquier producto cárnico en general nos interesan las propiedades funcionales de la carne, que dependen sobre todo de la marcha del proceso de acidificación post-mortem.

Uno de los problemas más importantes, en lo referente a la calidad de la carne porcina, con los que se encuentran las industrias de elaboración de productos cárnicos es la presencia de carnes PSE y DFD.

Al fallecer el animal falla la actividad cardiorrespiratoria y cesa el aporte de oxígeno al músculo, con lo cual se establecen rutas metabólicas anaerobias, degradándose el glucógeno muscular para generar fundamentalmente ácido láctico. Esta producción de ácido láctico determina el descenso del pH, que alcanza en un músculo normal (Figura 1) valores entre 5,5 y 5,8 durante las 4 - 5 horas siguientes al sacrificio. Frente a este comportamiento de la carne normal se presentan dos tipos de desviaciones, las representadas por las carnes PSE (pale, soft, exudative) y las DFD (dry, firm, dark).

Las carnes PSE, exudativas y faltas de consistencia, son consecuencia del denominado síndrome del estrés porcino y se presentan con mayor frecuencia en las razas mejoradas. En estas carnes el pH tras el sacrificio cae muy rápidamente, alcanzándose valores muy bajos (inferiores a 5,5) en la primera hora post-mortem, cuando todavía apenas se ha disipado calor en la canal y ésta presenta temperaturas elevadas. La coexistencia de valores bajos de pH con temperaturas elevadas provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas solubles. El resultado de esta desnaturalización es fundamentalmente un descenso de la capacidad de retención de agua (CRA), lo que determina una pérdida de agua por goteo, una disminución de la consistencia y un incremento de la cantidad de luz reflejada que se traduce en palidez.

Las carnes con baja CRA se deshidratan durante el secado muy rápidamente, generando en los productos cárnicos embutidos problemas de ahuecamiento interno, acortezamiento, separación de la tripa, etc. En los jamones, las carnes PSE dan lugar a mayores mermas durante la etapa de secado-maduración, provocan acortezamiento en la superficie, consistencia interior más blanda, mayor velocidad de penetración de la sal en los perniles y aparición más frecuente de precipitados de tirosina (manchas blancas).

Las carnes DFD, oscuras y fatigadas, aunque son más frecuentes en el ganado vacuno, aparecen también en cerdos que en el momento del sacrificio, debido a factores ambientales, tienen bajos niveles de glucógeno muscular; durante la actividad metabólica del músculo

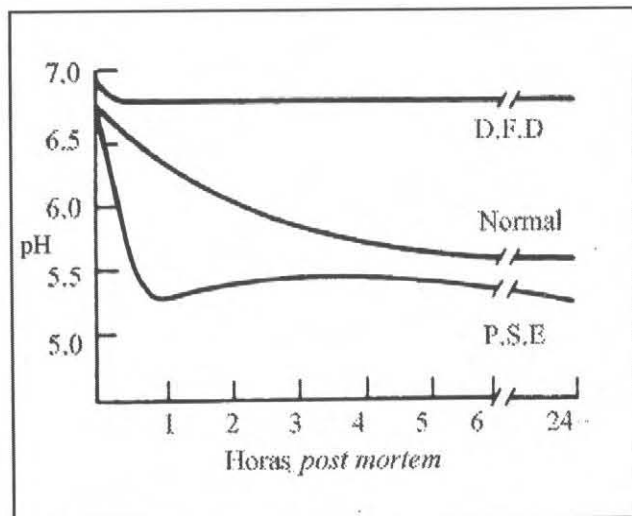


Figura 1.- Curvas de descenso del pH post-mortem en la carne normal y en las carnes PSE y DFD.

post-mortem no se genera ácido láctico suficiente y el pH final nunca baja de valores de 6,2 - 6,4, quedando por encima del considerado como normal. Estos valores de pH, alejados del punto isoelectrico de la acto-miosina, facilitan el establecimiento de fuerzas de repulsión electrostáticas, lo que aumenta la posibilidad de retención física del agua por parte de las proteínas miofibrilares y hace que la carne aparezca firme y sin exudar agua. A su vez, la cantidad de luz reflejada es menor, con lo que la carne toma tonalidades más oscuras.

La utilización de carnes DFD en la elaboración de productos cárnicos crudos-curados favorece el crecimiento microbiano al encontrarse el pH más próximo a la neutralidad, lo que aumenta los riesgos de putrefacción profunda tanto en las piezas enteras como en los embutidos. Los valores de pH elevados también dificultan la disociación de los nitritos a monóxido de nitrógeno (ver apartado 2.2 de este artículo), con lo que la formación de nitrosilmioglobina será insuficiente, generándose deficiencias en el color de los productos acabados.

Las carnes PSE y DFD pueden detectarse analíticamente mediante la determinación de parámetros sencillos como el pH, la conductividad eléctrica (CE) o la dispersión interna de la luz (DIL).

Las carnes PSE presentan un descenso vertiginoso del pH en las primeras horas tras el sacrificio, alcanzándose en ellas valores de pH más bajos que en las carnes normales; presentan además una mayor conductividad eléctrica debido a la rotura de las membranas celulares y a la salida de electrolitos a los espacios intercelulares, y una mayor dispersión interna de la luz, consecuencia de los menores espacios entre las miofibrillas.

Las carnes DFD presentan pHs elevados que se sitúan en torno a valores de 6,5 - 6,8, y menores valores de CE y de DIL que las carnes normales. El pH es de fácil determinación en la carne destinada a la elaboración de embutidos. Puede hacerse un homogeneizado con agua

y realizar la medida en él con un electrodo ordinario de pHmetro (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1979). En las piezas enteras ha de recurrirse a la utilización de pHmetros con electrodos de punción.

Para medir la conductividad eléctrica de la carne se suele utilizar un aparato portátil de gran difusión, el conductímetro denominado PQM (pork quality meter). La dispersión interna de la luz (DIL) puede medirse mediante la sonda FOP (fibre optic probe). Puede que en ocasiones sea interesante determinar algún parámetro concreto, como la capacidad de retención de agua de la carne (CRA). Existen distintos métodos para determinar este parámetro, pero quizá los dos más utilizados sean el de Graw-Ham y el del volúmetro capilar. El método de Graw-Ham consiste en someter un trozo de la carne problema, de medidas estandarizadas, a una presión entre dos papeles, de filtro previamente tarados. El incremento de peso experimentado por los papeles es inversamente proporcional a la CRA de la carne. El volúmetro capilar es un instrumento que permite hacer una medición de la CRA directamente sobre la pieza de carne.

1.2.- En la elaboración de piezas enteras

En la elaboración de piezas enteras (el jamón es el producto más importante en este grupo), desde el punto de vista tecnológico nos interesa: la cantidad y calidad de la grasa y el color de la pieza de la que partimos.

1.2.1.- Cantidad y calidad de la grasa

La grasa constituye una parte importante del jamón curado. El grado de engrasamiento de la pieza influye de un modo marcado en la velocidad de deshidratación. Los jamones con bajo contenido en grasa, tanto subcutánea como infiltrada, experimentan una rápida difusión tanto del agua como de la sal, con lo cual la deshidratación durante el secado es muy intensa. Lo aconsejable es utilizar los perniles con poca grasa en la elaboración de jamón cocido o de jamones de corto periodo de maduración. Los perniles con mayor grado de engrasamiento son más adecuados para la elaboración de jamones de maduración prolongada, ya que el mayor contenido graso dificulta la difusión del agua y hace que el proceso de deshidratación sea más lento.

En cuanto a la calidad de la grasa, la naturaleza de los ácidos grasos constitutivos juega un papel básico en la calidad del jamón, ya que influye en factores tan importantes como el aroma, la jugosidad y la ternura. El tejido adiposo del cerdo contiene, fundamentalmente, cuatro tipos de ácidos grasos: oleico (C18:1), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y linoleico (C18:2).

El contenido del pernil en estos ácidos grasos depende sobre todo del sexo y de la alimentación del animal. Por lo que respecta al sexo, los machos enteros presentan un contenido de ácido linoleico más elevado que los castrados y tienen un contenido menor de palmítico y oleico. En cuanto a la alimentación, el cerdo, dada su condición de animal monogástrico, incorpora a sus propios tejidos los ácidos grasos tal y como los ingiere en la dieta, por lo que la alimentación pasa a ser un factor determinante.

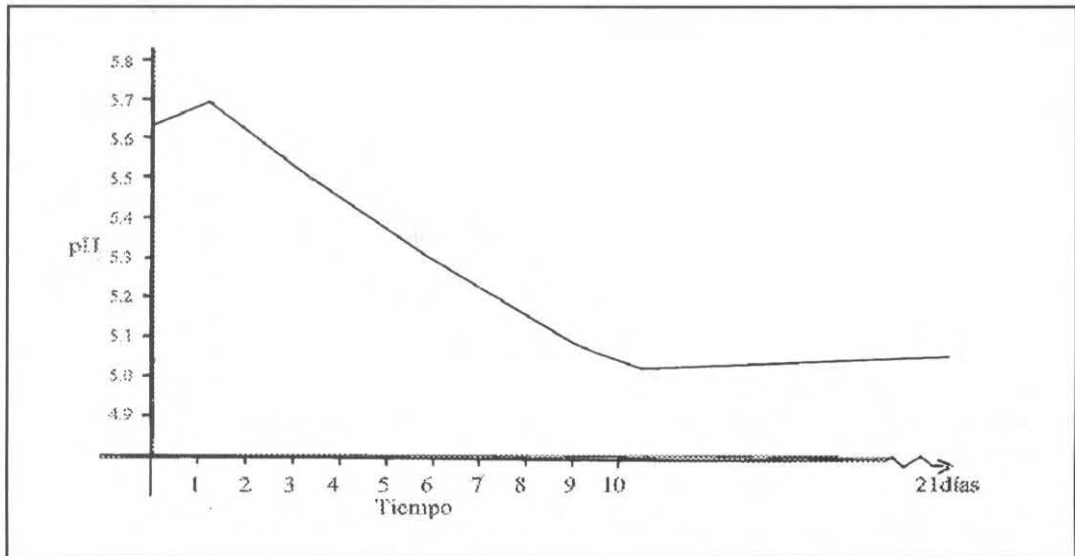


Figura 2.- Curso seguido por el pH durante la maduración correcta de un embutido crudo (gráfica tomada de FREY, 1985).

Es importante señalar que el espesor del tejido adiposo subcutáneo determina la proporción existente entre ácidos grasos insaturados y ácidos grasos saturados; a menor espesor, mayor es el contenido en ácidos grasos insaturados. La tasa de insaturación disminuye con la edad. En los cerdos castrados, la tasa de insaturación es menor que en los enteros.

La consistencia de la grasa viene determinada por la relación guardada entre los ácidos grasos saturados y los insaturados. Cuanto mayor sea la proporción de ácidos grasos saturados, de alto punto de fusión, más dura será la grasa a temperatura ambiente. Por contra, una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, con un punto de fusión más bajo, generará una grasa de consistencia más blanda. A pesar de que dentro de los ácidos grasos insaturados el oleico es el que se halla en mayor proporción en la grasa del cerdo, el linoleico es el que determina en realidad la consistencia de la grasa; cuando el porcentaje de ácido linoleico supera el 15%, la grasa se considera blanda.

El contenido en ácidos grasos insaturados influye en el aroma del producto madurado, ya que vía la oxidación de las cadenas hidrocarbonadas insaturadas se forman compuestos volátiles (aldehídos y cetonas) que intervienen en el aroma. Los contenidos elevados de ácidos grasos insaturados determinan que las grasas sean más sensibles al enranciamiento.

El contenido en ácidos grasos de la grasa de los perniles puede ser determinado fácilmente con ayuda de técnicas de cromatografía de gases.

1.2.2.- El color

El color del tejido muscular del pernil, y el del magro del jamón curado, son función fundamentalmente del contenido en mioglobina del músculo. Este pigmento, que realiza en el animal vivo una función de fijación y almacenamiento de oxígeno, se combina durante el curado con el monóxido de nitrógeno (NO) resultante de la

reducción y posterior disociación de los nitratos y da lugar a otro pigmento denominado nitrosilmioglobina, responsable del color estable violáceo oscuro del jamón curado. Los perniles con contenido bajo en mioglobina, cuyo tejido muscular presenta tonalidades rosadas poco intensas, dan lugar a jamones con un color pobre.

El contenido en mioglobina del tejido muscular puede determinarse, previa extracción, por técnicas espectrofotométricas.

2.- CONTROLES DE FABRICACIÓN

En cuanto a los controles de fabricación nos interesan tres fundamentalmente:

- 1.- Control del descenso del pH en los embutidos crudos-curados.
- 2.- Control del desarrollo del color en las piezas enteras y en los embutidos crudos-curados que se elaboran sin pimentón.
- 3.- Control del secado.

2.1.- Control del descenso de pH en los embutidos crudos-curados

Si se observa la evolución del pH durante la maduración de un embutido crudo-curado (Figura 2), inicialmente se produce un descenso como consecuencia de la actuación de la flora microbiana presente sobre los azúcares de la masa, generando ácidos orgánicos. El pH inicial de la pasta al embutir se sitúa entre 5,8 y 6 y depende de la composición de la masa, fundamentalmente del contenido en grasa; los embutidos con contenidos muy elevados en grasa presentan un pH inicial superior.

El valor de pH descendiendo en los primeros días hasta alcanzar un mínimo, valores de 5 o inferiores (4,7 - 4,9), en torno a los 7 días de maduración para luego ascender paulatinamente debido en parte a la generación de sustancias alcalinas, producidas durante los procesos de degradación proteica que tienen lugar en el curso de

la maduración, y en parte también al consumo de ácido láctico por las levaduras presentes.

El descenso del pH durante los primeros días de la maduración es fundamental al asegurar la conservabilidad del producto en esta etapa, cuando la humedad es todavía elevada; si el pH se mantiene alto los riesgos de putrefacción son enormes. El descenso del pH juega también un papel esencial en la cohesión de las piezas de carne en el interior del embutido al favorecer la desnaturalización proteica. También influye en la velocidad de deshidratación, enlenteciéndose el proceso de pérdida de humedad si el pH se mantiene elevado. Finalmente el descenso del pH regula la velocidad de nitrificación, de disociación del ácido nitroso y, por lo tanto, de formación de pigmentos responsables del color. La velocidad de descenso del pH depende de la concentración de cloruro sódico en la masa (cuanto mayor es la cantidad de cloruro sódico en la masa menor es la velocidad de acidificación, debido a la acción inhibitoria del NaCl sobre los microorganismos responsables del proceso) y de la concentración y tipo de azúcares presentes (el descenso será mayor y más rápido cuanto mayor sea la concentración de azúcares en la masa y cuanto más fácilmente degradables sean estos).

Para asegurar el descenso del pH, en las industrias cárnicas se añaden azúcares a la fórmula de la masa. Normalmente suele incorporarse un azúcar sencillo de fácil degradación (glucosa, generalmente) que favorece el descenso rápido del pH, y un azúcar más complejo que facilita la acidificación a largo plazo y el mantenimiento de los bajos valores de pH. Puede añadirse también un cultivo iniciador que aumente la velocidad y la intensidad de la acidificación (Figura 2).

El pH a lo largo de la maduración de los embutidos crudos-curados se determina por medida directa sobre un homogeneizado realizado con agua, siguiendo el método oficial de análisis (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1979).

2.2.- Control del desarrollo del color

Los productos cárnicos crudos-curados presentan un color estable característico debido al desarrollo de un pigmento específico denominado nitrosilmioglobina, que se forma por combinación del monóxido de nitrógeno (NO) con la mioglobina inicialmente presente en el músculo.

El NO procede de los nitratos, que están presentes como impurezas de la sal o son intencionadamente añadidos. Los nitratos (NO_3^-) son reducidos por la flora microbiana a nitritos (NO_2^-) (cabe la posibilidad de añadir intencionadamente los nitritos) y estos pueden disociarse a NO a través de una reacción reversible que obedece a la siguiente estequiometría:



Esta reacción está desplazada hacia la derecha cuando el medio presenta pH ácido, siendo la velocidad de marcha hacia la derecha muy lenta a los pHs existentes en la carne. Por esta circunstancia, modernamente se cree

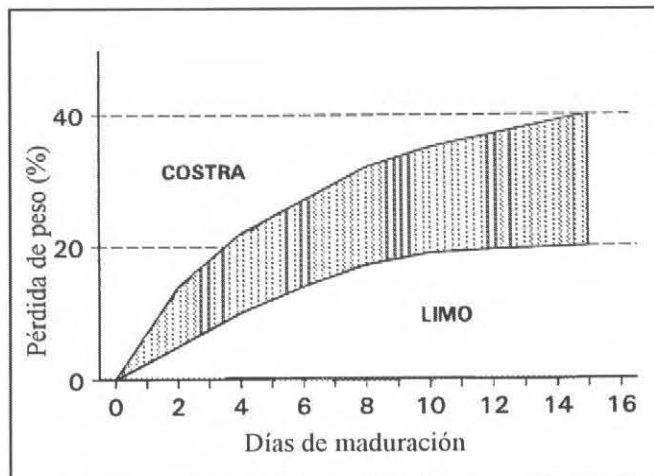


Figura 3.- Curso de la deshidratación de un embutido crudo-curado tipo a lo largo de la maduración.

que en la carne existen otros mecanismos específicos, de tipo enzimático, que colaboran en la formación de la nitrosilmioglobina.

En cualquier caso, a lo largo del proceso de curado se va produciendo la transformación de mioglobina a nitrosilmioglobina, desarrollándose el color característico de la carne curada. Esta transformación nunca es total; cuando esta presente la suficiente cantidad de nitrito y el valor de pH es el adecuado se transforman aproximadamente en nitrosilmioglobina los dos tercios de la mioglobina inicial de en la carne.

El grado de transformación de la mioglobina en nitrosilmioglobina puede evaluarse mediante la técnica analítica de HORNSEY (1956). Consiste en determinar espectrofotométricamente los pigmentos nitrosohemo y los hemo totales haciendo homogeneizados de la carne problema en acetona y en una disolución al 2% de HCl en acetona, leyendo las absorbancias de los homogeneizados a 540 y 640 nm, respectivamente, y aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de conversión} = \frac{\text{Absorbancia a } 540 \text{ nm} \times 290 [\text{Nitrosilhemo}]}{\text{Absorbancia a } 640 \text{ nm} \times 680 [\text{Pigmentos hemo totales}]} \times 100$$

2.3.- Control del secado

Durante la maduración de los productos cárnicos crudos-curados tiene lugar un proceso de secado o deshidratación cuya velocidad e intensidad han de ser las correctas para que los productos finales presenten unas características organolépticas óptimas.

Aunque la marcha del proceso de desecación es también importante en las piezas enteras, es en los embutidos crudos-curados donde este proceso tiene una vital importancia.

El contenido inicial en agua de un embutido crudo-curado depende del contenido en agua de los ingredientes y de la adición o no de agua a la masa. La carne tiene aproximadamente un 75% de agua, y lo

frecuente es que el contenido en humedad de un embutido después del proceso de maduración sea en torno al 50% en embutidos semisecos, aunque este contenido puede ser incluso del 20% en embutidos secos. Las pérdidas de peso oscilan entre el 20 y el 40% y como consecuencia de ellas los valores de actividad del agua descienden desde un valor inicial de 0,95 - 0,96 (valor en la masa en el momento del embutido) hasta cifras de 0,90, e incluso de 0,70, en el embutido una vez madurado.

La velocidad de deshidratación de un embutido depende de los factores siguientes:

- Especie de procedencia de la carne: en general la carne de vacuno pierde agua más rápidamente que la de cerdo.
- Edad: la carne de los animales jóvenes deshidrata a más velocidad que la de los animales maduros.
- CRA: las carnes con baja CRA (carnes PSE) pierden agua con más facilidad que las normales.
- El diámetro (grosor) del embutido, que determina la superficie del embutido por unidad de peso: a menor grosor, mayor superficie por unidad de peso y mayor velocidad de deshidratación.
- El grado de picado de la grasa: un picado muy intenso puede retrasar el proceso de deshidratación por rodear la grasa a los trozos de carne formando una película que dificulta la eliminación del agua.
- Temperatura y Humedad Relativa de la atmósfera de maduración: la velocidad de deshidratación aumenta a medida que lo hace la T° y disminuye la H.R. de las atmósferas de maduración.

La velocidad a la que tiene lugar la deshidratación debe ser la adecuada. En general, es conveniente que la deshidratación siga una trayectoria comprendida en la zona sombreada de la gráfica (Figura 3), de tal manera que al cabo de 2 semanas de maduración las pérdidas de peso estén comprendidas entre el 20 y el 40%.

Si la velocidad de deshidratación es muy lenta (trayectoria de la pérdida de peso caminando por debajo de la zona sombreada) tiene lugar una proliferación microbiana en superficie con aparición de limosidad seguida de procesos más graves de putrefacción.

Si la deshidratación es muy rápida (trayectoria de la pérdida de peso caminando por encima de la zona sombreada) se forma una costra superficial que va a hacerse impermeable al agua y dificulta la salida de humedad desde el interior del embutido, la flora prolifera en el interior de la masa y se originan procesos de putrefacción profunda.

Para seguir la velocidad de deshidratación a lo largo de la maduración lo aconsejable es determinar la humedad del producto desengrasado. Los contenidos de humedad y grasa pueden determinarse fácilmente por los métodos oficiales (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1979).

3.- CONTROL ANALÍTICO DEL PRODUCTO FINAL

El control de calidad del producto final debería incluir también controles sensoriales, ya que las características organolépticas son las que más influyen en el consumidor a la hora de aceptar o rechazar un producto cárnico determinado. Desafortunadamente, la determinación de las características sensoriales requiere un detenimiento y planificación especiales y no es fácilmente realizable en los laboratorios de control rutinario de los que disponen las industrias.

Por esto en la práctica, en la mayoría de los casos, los controles del producto final van solamente encaminados a comprobar que el producto elaborado cumple las especificaciones que la ley establece para ese producto concreto.

En España existen normas de calidad para el chorizo, chorizo de Pamplona, chistorra, chorizo de cerdo ibérico, salchichón, salami, lomo embuchado y salchichón de Málaga (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1980 y 1987). Hay otros productos que disponen de reglamentos de denominaciones de calidad como la longaniza de Vic (DEPARTAMENT D' AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA DE LA GENERALITAT DE CATALUÑA, 1989), la sobrasada de Mallorca (CONSELLERIA DE AGRICULTURA Y PESCA DEL GOBIERNO BALEAR, 1993), la longaniza imperial de Lorca (CONSEJERIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA DEL GOBIERNO DE MURCIA, 1990) y la longaniza de Aragón (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y MONTES DE LA DIPUTACION GENERAL DE ARAGON, 1993). A pesar de los numerosos intentos y esfuerzos llevados a cabo por los especialistas, no se ha elaborado todavía una norma de calidad para el jamón curado; la heterogeneidad del producto hace especialmente dificultosa la elaboración de una norma de calidad completa que reúna los requisitos exigibles a todas y cada una de las categorías y calidades existentes, si bien en el futuro sería conveniente que este vacío legal fuese llenado.

Las normas de calidad incluyen fundamentalmente requerimientos composicionales (para el establecimiento de categorías comerciales) y sanitarios.

3.1.- Controles para el cumplimiento de los requisitos sanitarios

Los requisitos sanitarios tienen como finalidad la protección de la salud del consumidor y se refieren a especificaciones microbiológicas, presencia de aditivos no permitidos, niveles máximos de aditivos permitidos y niveles de residuos contaminantes.

Las especificaciones microbiológicas suelen referirse al número máximo de gérmenes totales, número máximo de gérmenes indicadores y ausencia o número máximo de gérmenes patógenos específicos o potencialmente patógenos.

En un examen microbiológico de rutina, tendente a comprobar la adecuación a la norma del producto elaborado, se investiga el número de gérmenes totales, indicativo de la calidad microbiológica de los ingredientes y de la higiene observada durante el proceso

de fabricación, la presencia de gérmenes que tienen un poder patógeno específico y los niveles de algunos gérmenes indicadores de contaminación como *Escherichia coli*, cuya presencia indica, además de un riesgo de existencia de microorganismos causantes de toxiinfecciones alimentarias, deficiencias higiénicas en el proceso de fabricación.

En cuanto a los aditivos permitidos, la legislación española dispone de una lista positiva de aditivos permitidos para uso en la elaboración de los productos cárnicos embutidos crudo-curados (MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, 1986 y 1996). Los controles de aditivos permitidos se centran en la determinación de nitratos, nitritos y fosfatos, que disponen de métodos de análisis oficiales (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1979).

Por lo que respecta a los aditivos no permitidos, lo son todos los no incluidos en la lista positiva antes referenciada. Su investigación en los productos crudos-curados es una tarea muy laboriosa, debido a la gran variedad de sustancias existentes. En realidad debe establecerse este control ante el temor de que alguna de las materias primas utilizadas por nosotros los contenga. En la práctica, se investigan fundamentalmente la presencia de colorantes, conservadores y antioxidantes. El control de los residuos de contaminantes plantea una problemática extremadamente compleja. Las disponibilidades humanas y de instrumental necesarias y las dificultades que entraña el control diario de las partidas de carne, ingredientes y aditivos que se reciben en la industria son los factores limitantes para un control eficaz.

3.2.- Controles para el cumplimiento de los requisitos composicionales

Las normas de calidad incluyen también requisitos composicionales para encuadrar los productos en categorías comerciales (vease en la tabla 1 el ejemplo del chorizo).

Para asegurarse de que el producto elaborado cubre los requisitos de composición, los controles que se realizan se centran en la determinación de la composición básica. Las determinaciones analíticas que se realizan para la determinación de la composición básica son: humedad, grasa, proteínas, hidroxiprolina, cenizas, azúcares y cloruros. Todas estas determinaciones, salvo la de los azúcares, disponen de metodología oficial (PRESIDENCIA DEL GOBIERNO, 1979).

Los procedimientos seguidos en la industria para determinar la composición química básica de los productos cárnicos son muy variados:

- En ocasiones se determinan los parámetros composicionales uno por uno. Existen aparatos que realizan la determinación automatizada de algunos de estos componentes. Por ejemplo, en la determinación de proteínas por el método de Kjeldahl existen aparatos que realizan ellos solos la digestión de las muestras, el arrastre del nitrógeno en corriente de vapor y la valoración.

Tabla 1.- Especificaciones composicionales para las distintas categorías comerciales de chorizo (tabla tomada de la Norma de Calidad para productos cárnicos embutidos crudos-curados).

Determinaciones	Categorías			
	Extra/%	Primera/%	Segunda/%	Tercera/%
Humedad, máxima	45,0	45,0	45,0	40,0
Proteínas cárnicas (mín.) ⁽¹⁾	30,0	26,0	24,0	20,0
Otras proteínas (máx.) ⁽¹⁾	1,0	1,0	2,0	3,0
Grasa (máx.) ⁽¹⁾	57,0	60,0	65,0	70,0
Hidroxiprolina (máx.) ⁽¹⁾	0,6	0,7	0,8	0,9
Hidratos de carbono totales, expresados en glucosa (máx.) ⁽¹⁾	8,0	9,0	9,0	9,0
Hidratos de carbono insolubles en agua, expresados en glucosa (máx.) ⁽¹⁾	1,5	2,0	2,0	2,0

⁽¹⁾ En base seca.

- En otras se emplean aparatos que permiten analizar más de un componente a la vez. Dentro de este grupo destacan los sistemas basados en la espectrofotometría de infrarrojos. Este procedimiento analítico proporciona sobre la misma muestra los datos de los contenidos en humedad, grasa y proteína.
- Otra posibilidad, cada vez más empleada en la industria cárnica, es la utilización de los "autoanalizadores". Estos instrumentos, de los que existen varios modelos en el mercado, realizan todas las operaciones químicas de un determinado sistema analítico; toman las muestras automáticamente, mezclan los reactivos con ellas, calientan si es necesario para llevar a cabo las reacciones, detectan el componente a medir y expresan los resultados directamente. Su gran ventaja es la versatilidad: el material básico sirve para multitud de análisis distintos, bastando en la mayoría de los casos con cambiar el sistema de detección. Es posible determinar por este sistema componentes como proteína, fosfatos, nitratos, nitritos, hidroxiprolina, etc. Existen diversos tipos; los más sofisticados determinan 8 parámetros a la vez, simultáneamente 4 a 4.

Una de las características de calidad de los productos cárnicos viene dada por su contenido en carne magra y en grasa. El contenido en carne se ha intentado evaluar en función de distintos parámetros basados en la determinación del nitrógeno proteico, de la humedad y en la determinación conjunta de nitrógeno proteico y humedad. Puede determinarse aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Contenido en carne magra} = \frac{\text{contenido en nitrógeno}}{\text{factor proteico}} \times 100$$

El factor proteico es distinto para cada especie animal. En el caso de la carne de porcino el factor proteico

que se suele aplicar es 3,45, calculado asumiendo que la carne fresca de cerdo tiene un 21,5% de proteínas ($21,5/6,25 = 3,45$).

Algunos de los parámetros composicionales en los que se basa el establecimiento de las categorías comerciales de los embutidos crudos-curados (véase Tabla 1) plantean problemas de representatividad o de determinación:

- El parámetro "humedad" se ha establecido para evaluar el grado de secado del embutido, pero el contenido de humedad de un embutido depende no sólo de su grado de secado, sino también de su contenido en carne magra, ya que la humedad se encuentra fundamentalmente en el magro (el magro tiene aproximadamente un 75% de humedad y la grasa solo un 5%). Los embutidos muy magros, de calidad extra, tienen un contenido de humedad mayor que el de los embutidos muy grasos; por ello tienen que experimentar pérdidas de peso muy elevadas para cumplir con el límite máximo de humedad establecido. Por este motivo el contenido en humedad no es un parámetro válido para determinar el grado de secado de los embutidos crudos-curados.

Lo ideal sería establecer un parámetro que nos permitiera la evaluación del grado de secado de los embutidos independientemente de su contenido en grasa. Un parámetro que reúne estas características es el denominado HPD, que establece la legislación francesa y que representa el contenido en humedad del producto desengrasado. Se calcula del modo siguiente:

$$\text{HPD} = \frac{\% \text{ humedad} \times 100}{100 - \% \text{ grasa}}$$

Este parámetro nos permite conocer el contenido en humedad de la porción magra del embutido, que al compararlo con el HPD del embutido inmediatamente después de la fabricación, nos proporciona una idea del grado de secado. La legislación francesa establece un límite máximo para el HPD que varía según se trate de embutidos curados o semicurados.

- El contenido en grasa de un embutido crudo-curado aumenta a medida que lo hacen las pérdidas de agua por secado y el valor de dicho contenido depende del momento en el que se lleve a cabo la determinación.

El parámetro establecido por la legislación española, grasa sobre extracto seco, tiene en cuenta esta circunstancia que acabamos de comentar, pero sus valores no dan una idea real de la cantidad de grasa utilizada en la fabricación del embutido. Para paliar este problema la legislación francesa introduce un parámetro denominado "grasa corregida o inicial", que nos indica la cantidad de grasa empleado en la formulación de la masa del embutido. La "grasa corregida o inicial" se calcula con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa corregida o inicial} = \% \text{ grasa} \times (\text{HPD}/77)$$

Es decir, para la determinación de este parámetro se multiplica el % de grasa determinado analíticamente por el cociente entre el HPD del embutido y el HPD que se establece para el producto recién embutido (77 en la legislación francesa). Este cociente, que es el factor de corrección del grado de secado, puede aplicarse a otros parámetros composicionales con el fin de determinar sus valores iniciales en el producto fresco recién embutido.

- Dado que la hidroxiprolina es el aminoácido característico del colágeno, principal proteína del tejido conjuntivo, se suele utilizar el contenido en hidroxiprolina como indicador de la cantidad de tejido conjuntivo y, por lo tanto, de la calidad de la carne utilizada en la formulación de un embutido.

La hidroxiprolina como tal es un parámetro que arroja poca luz sobre la calidad de la carne utilizada en la elaboración del embutido. Por este motivo algunas legislaciones suelen expresar los resultados en colágeno, multiplicando el contenido en hidroxiprolina por 8.

Además, como en el caso de la grasa, sería más ilustrativo saber el contenido en colágeno del embutido recién fabricado, que se obtiene multiplicando el contenido en colágeno del embutido en el momento del análisis por el factor de corrección del grado de secado.

$$\% \text{ de colágeno corregido o inicial} = \% \text{ hidroxiprolina} \times 8 \times (\text{HPD}/77)$$

- En las normas de calidad españolas aparecen también los términos "proteínas cárnicas" y "otras proteínas". En muchos productos cárnicos esta permitida la adición de diversas proteínas no cárnicas de procedencia animal y/o vegetal. En realidad los parámetros "proteínas cárnicas" y "otras proteínas" no disponen de metodología analítica oficial. Aunque se han intentado poner a punto diversos sistemas para determinar las proteínas no cárnicas (electroforéticos, cromatográficos, inmunológicos, etc.), no se dispone todavía, a día de hoy, de una metodología fiable. Una solución a este problema consiste en poder determinar el contenido en proteína cárnica por la medida directa de un componente característico de la misma. La 3-metil histidina podría ser el componente de elección. Se trata de un aminoácido que está presente en proporciones constantes en la actina y en la miosina, mientras que se halla ausente en las proteínas vegetales. Este compuesto tiene además una estabilidad considerable y no sufre procesos de tipo hidrolítico. De todos los métodos posibles para su determinación el más viable es una técnica fluorimétrica que presenta un umbral de detección de 10 ng/ml, siendo los niveles de 3-metil histidina que se hallan en la carne de las especies animales de abasto más importantes de alrededor de 5 mg/g de nitrógeno, excluyendo el colágeno.

- Para los hidratos de carbono totales e insolubles en agua, al igual que ocurre con la grasa y el colágeno, lo ideal sería conocer los niveles de estos componentes en el producto inicial, para lo cual se multiplica una vez más el valor analítico por el factor de corrección del grado de secado. Estos dos componentes no disponen de una metodología oficial para su determinación y sería conveniente establecerla en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- ARNAU ARBOIX, J. (1993). La calidad de la materia prima en la elaboración del jamón curado. *Eurocarne*, 21: 56-62.
- BAÑÓN, S.; GARRIDO, M.D.; PEDAUYE, J. y SEGUÍ, J. (1996). Clasificación de perniles frescos para la elaboración de jamón serrano. *Eurocarne*, 45: 29-35.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DEL GOBIERNO DE MURCIA (1990). Reglamentación específica de la "Longaniza Imperial de Lorca" acogida a la denominación "Producto de Calidad de Murcia" (Murcia). (B.O.R.M. núm. 240 de 18 de Octubre de 1990 - corrección de errores en B.O.R.M. núm. 260 de 12 de Noviembre de 1990).
- CONSELLERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA DEL GOBIERNO BALEAR (1993). Reglamento de la Denominación Específica "Sobrasada de Mallorca" y de su Consejo Regulador (Balears). (B.O.C.A.I.B. núm. 157 de 28 de Diciembre de 1993 - corrección de errores en B.O.C.A.I.B. núm. 7 de 17 de Enero de 1994).
- DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA Y PESCA DE LA GENERALITAT DE CATALUÑA (1989). Reglamento de la Denominación de Calidad "Llonganissa de Vic" y su Consejo (Cataluña). (D.O.G.C. núm. 1215 de 6 de Noviembre de 1989).
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MONTES DE LA DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN (1993). Reglamento de utilización de la marca "Aragón Calidad Alimentaria" para la "Longaniza de Aragón" (Aragón). (B.O.A. núm. 13 de 5 de Febrero de 1993).
- FLORES, J. y ALVARRUIZ, A. (1985). Evaluación de la calidad de productos cárnicos. II. Parámetros analíticos propuestos para embutidos crudos-curados. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 25(2): 233-240.
- FLORES, J. (1994). Evaluación de la calidad de los productos cárnicos. Problemática de la normativa de embutidos crudos-curados. *Eurocarne*, 23: 49-58.
- FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D. y MERCKEL, R.A. (1979). *Fundamentos de ciencia de la carne*. Ed. Acribia, Zaragoza.
- FREY, W. (1985). *Fabricación fiable de embutidos*. Ed. Acribia, Zaragoza.
- HOFMANN, K. (1987). Der begriff fleischqualität. Definition und anwendung. *Fleischwirtsch.* 67(1): 44-49.
- HORNSEY, H.C. (1956). The color of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-ham pigments. *J. Sci. Food Agric.*, 7: 534-538.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1986 y 1996). Lista positiva de aditivos y otros productos para uso en la elaboración de los productos cárnicos embutidos crudo-curados y para tratamiento de la superficie de los mismos. (B.O.E. núm. 19 de 22 de Enero de 1986 - corrección de errores B.O.E. núm. 38 de 13 de Febrero de 1986- y B.O.E. núm. 19 de 22 de Enero de 1996).
- PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T. y SINELL, H.J. (1994). *Tecnología e higiene de la carne*. Ed. Acribia, Zaragoza.
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO (1979). *Métodos oficiales de análisis de aceites y grasas, productos cárnicos, cereales y derivados, fertilizantes, productos fitosanitarios, productos lácteos, piensos, aguas y productos derivados de la uva*. (B.O.E. núm. 207 de 29 de Agosto de 1979).
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO (1980 y 1987). *Normas de calidad para productos cárnicos embutidos crudos-curados*. (B.O.E. núm. 70 de 21 de Marzo de 1980 y B.O.E. núm. 84 de 8 de Abril de 1987).
- ZUMALACÁRREGUI RODRÍGUEZ, J.M. (1990). *Métodos físico-químicos utilizados en el control de calidad de la carne y productos cárnicos*. *Cárnica* 2000, 75: 21-27.