

# Evaluación química y sensorial del chorizo tipo Pamplona, elaborado a partir de carne de Cerdo Pelón Mexicano y de Cerdo Mejorado

Lissette Pérez Casas\*  
María de la Salud Rubio Lozano\*  
Danilo Méndez Medina\*  
Jessica Feldman Katz\*  
Francisca Aida Iturbe Chiñas\*\*

---

## Abstract

The main objective of this study was to find out about the advantages of the use meat from Mexican Hairless pigs (MHP) over commercial pork (CP) on processed and cured sausages, such as "chorizo" Pamplona type. Main differences between both types of products were found for the percentage of soluble proteins, ashes and moisture ( $P < 0.05$ ). "Chorizos" of MHP retained more moisture throughout the curing process than those of CP, with the exception of the final step, when both types of products had the same moisture. The content of soluble proteins in "chorizo" throughout the curing process was consistently greater in those of the MHP than those of the CP. Regarding sensory qualities, "chorizos" of the MHP had better appearance and texture than those of the CP. From the results, it can be concluded that the use of meat from MHP has certain advantages on the processed and cured product such as the "chorizo" Pamplona type. Determinant factors were the high moisture throughout the process and the greater percentage of soluble protein in MHP, which helped in obtaining a product of better appearance and texture. On the other hand, aroma and flavor were similar for both types of products because the fabrication process undertook the chopping and destruction of the structure of the meat unit, and therefore, the special properties that intramuscular fat usually grants, could not be appreciated.

**KEY WORD:** Pork sausage, Cured pork products, Mexican hairless pigs.

## Resumen

El objetivo fue comprobar las ventajas de la utilización de la carne del Cerdo Pelón Mexicano (CPM) en un embutido procesado y madurado de alta calidad, tal como el chorizo tipo Pamplona. Las diferencias principales, a lo largo del proceso de maduración, entre los chorizos del CPM y de cerdos mejorados (CM) se encontraron en los porcentajes de proteínas solubles, cenizas y humedad ( $P < 0.05$ ). Los productos del CPM tienden a retener mayor humedad durante todo el proceso de maduración, con excepción de la última etapa, en la que ambos productos finales tienen la misma humedad. El contenido de proteínas solubles en el chorizo a lo largo de la maduración, fue consistentemente mayor en el CPM que en el CM. Por otra parte, los chorizos del CPM obtuvieron mejores calificaciones en apariencia y textura que los del CM ( $P < 0.05$ ). Se concluye que la carne de CPM ofrece ventajas específicas en la preparación de productos procesados y madurados de alta calidad. Los factores determinantes fueron la mayor retención de humedad y la mayor solubilización de proteínas a lo largo del proceso, pues ayudaron a obtener un producto final de mejor apariencia y textura. Por otra parte, el sabor y el aroma de los productos no se vieron afectados, pues la elaboración del chorizo tipo Pamplona requiere del picado y la consecuente destrucción de la integridad de la unidad muscular, con lo que la grasa intramuscular que le confiere las características especiales a la carne del CPM pierde parte de su función al mezclarse con la grasa añadida.

**PALABRAS CLAVE:** Embutidos, Madurados, Cerdo pelón mexicano, Chorizo.

---

---

Recibido el 15 de junio de 1998 y aceptado el 27 de noviembre de 1998.

\*Laboratorio de Ciencia de la Carne, Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y en Producción y Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, San Miguel de Topilejo, México, D.F.

\*\*Laboratorio de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F. Tel. 622-5313.

## Introducción

Las características de composición, principalmente la gran cantidad de grasa intramuscular, confieren a la carne del Cerdo Pelón Mexicano (CPM) ventajas para su aprovechamiento en productos procesados y madurados.\* En la fabricación de un producto cárnico, la materia prima es determinante de la calidad del producto final. La carne del CPM constituye la materia prima ideal para obtener productos madurados de alta calidad, debido principalmente a la gran cantidad de grasa intramuscular (hasta un máximo en el lomo de 8.91% y 25% en paletilla). Entre los productos madurados de alto valor económico se pueden considerar: morcón, lomo embuchado, jamón serrano, chorizo tipo Pamplona. En España, por ejemplo, dichos productos son de mejor calidad y alcanzan un precio más elevado si provienen del cerdo ibérico. Este último tiene como característica principal, una elevada infiltración grasa a nivel muscular. La grasa infiltrada en el músculo ofrece características de textura y aroma únicos en la carne con una elevada capacidad de satisfacción gastronómica.<sup>1,2</sup>

La tecnología utilizada en la elaboración de los chorizos tipo Pamplona se basa fundamentalmente en el picado de la carne y la maduración por desecación; la pérdida de agua o desecación es un proceso simultáneo a la fermentación natural responsable de los aromas y sabores que se desarrollan en estos productos.<sup>23</sup>

El objetivo de este estudio fue comprobar si la carne de CPM ofrece características de calidad superiores en productos madurados y picados como el chorizo tipo Pamplona, que la carne de CM.

## Material y métodos

Esta investigación utilizó los mismos ingredientes no cárnicos, así como el mismo proceso de elaboración y maduración en ambos productos con el fin de observar las diferencias debidas exclusivamente al tipo de carne utilizada.

### Elaboración chorizo tipo Pamplona

Para la elaboración del chorizo se utilizaron 10 kg de lomo, de cada uno de los dos tipos de carne, sin grasa, tejido, fascias ni hueso. Se elaboró una salmuera con los siguientes ingredientes: ajo (40 g), azúcar (50 g), humo (50 g), orégano (15 g), pimentón español (270 g), pimienta blanca (20 g), pimienta negra (20 g), sal común (150 g), sal de cura (28 g) y vinagre (380 ml).

La carne y la grasa fueron finamente picadas en un molino, utilizando un cedazo con apertura de 3-5 mm. Despues, se mezcló la carne manualmente con todos los ingredientes, posteriormente se embutió en tripa artificial de aproximadamente 8 cm de diámetro. Los chorizos fueron madurados durante cuatro semanas en una cámara de maduración a 10-12 °C de temperatura y 70% -75% de humedad.<sup>3,4,5</sup>

El proceso de elaboración fue realizado en forma independiente para cada tipo de carne de CPM y CM.

## Análisis químicos

El proceso de maduración duró 28 días, y cada siete días, a lo largo de éste, se realizó un muestreo. En cada muestreo se obtuvieron cuatro muestras de cuatro diferentes chorizos de cada tipo de carne de cerdo, las cuales se analizaron por duplicado en el laboratorio. Cada muestra fue molida y almacenada en congelación hasta la realización de los análisis. El porcentaje de la actividad de agua (Aw) se determinó en 5 g de muestra utilizando un Rotronic.\*<sup>6</sup> Las determinaciones de pH se realizaron con un potenciómetro.\*\*\* La medida de pH del producto se realiza licuando 2 g del producto en 10 ml de agua previamente hervida. El cálculo del porcentaje de humedad se realizó por el método de secado en horno, donde la pérdida de peso se expresa como contenido de agua en porcentaje.<sup>7</sup> Las cenizas totales se determinaron por incineración de la muestra desecada en el horno a 550 °C (durante 16-18 h).<sup>7</sup> Los fosfatos se determinaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana F320-S-1978.<sup>8</sup> Los nitratos y nitritos se determinaron según la prueba espectrométrica propuesta por la Norma Oficial Mexicana F-318-S-1978 y la F97-F-1978.<sup>9,10</sup> En estas pruebas se utilizó un espectrómetro.<sup>4</sup> Las proteínas solubles se determinaron por el método de Lowry.<sup>11,12</sup>

## Evaluación sensorial

Al final del proceso de maduración, se realizó un estudio afectivo de las cualidades sensoriales de los productos. Se utilizó un panel de 119 jueces no entrenados, de los cuales el 63% fueron mujeres y el 37% hombres, con un rango de edad entre 20 y 50 años. La evaluación se hizo en lo referente al olor, sabor, apariencia, textura, manejando una escala hedónica (estructurada), en la que el número 1 significa "disgusta muchísimo", por su parte el 5 significa "gusta muchísimo". Para el nivel de agrado se manejó una escala hedónica (estructurada) del 1 al 9, donde el número 1 significa "disgusta muchísimo" y el número 9 significa "gusta muchísimo" con un punto intermedio, el número 5, que significa "ni mucho, ni poco". Al usar este tipo de escala, el consumidor responde a atributos sensoriales específicos del producto de acuerdo con su nivel de agrado.<sup>3,14</sup>

La evaluación se realizó en un recinto que contaba con luz artificial y bancas individuales. Para servir las muestras, se rebanaron las piezas procurando que cada rebanada fuese del mismo grosor, y cada una de éstas se partió por

\*Rubio, comunicación personal, 1998.

\*\* Rotronic-ag, CH-8040, Zurich 01-4923211, Fábrica Núm. 8511210, Suiza.

\*\*\*Model LX de Sargent-Welch.

\*\*\*\*Perking Elmes Lambda 3B.

la mitad. A los consumidores se les presentaron dos muestras en cada plato, una de CM y otra de CPM. Las muestras se codificaron aleatoriamente.<sup>14</sup> Las muestras se les presentaron a los jueces en una charola junto con una galleta (sin sal) y un vaso con agua.

## Análisis estadísticos

Los datos se analizaron estadísticamente a través de un método descriptivo a un modelo aleatorio, en el que los tratamientos representaban los dos tipos de carne de cerdo usadas. Se buscaban los efectos que tuvieron los tratamientos en cuanto a las características químicas y sensoriales. Al observar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), se utilizó la prueba de Tukey para la diferenciación de medias.<sup>15</sup> También se realizó un análisis de correlación entre características químicas y sensoriales (utilizando los datos de ambos productos) para conocer el factor de relación entre las variables medidas.<sup>15</sup>

## Resultados

### Diferencias químicas entre los dos tipos de chorizo a lo largo de la maduración

Se hizo un primer muestreo en el día siete de la maduración con el propósito de comprobar las diferencias entre los dos productos (Cuadro 1) al inicio de la maduración. Se observó que los productos elaborados de carne del CPM tenían mayor porcentaje de humedad, fosfatos, cenizas, nitritos y proteínas solubles que el chorizo elaborado a partir de la carne de CM ( $P < 0.05$ ). En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos a los 14 días de maduración, se observa similares diferencias que en el primer muestreo. El porcentaje de humedad, cenizas y de proteínas solubles, fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en el chorizo elaborado con la carne de CPM y se aprecia una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el pH, siendo mayor también en el CPM.

Los resultados obtenidos en el tercer muestreo se muestran en el Cuadro 3, apreciándose una diferencia significativa entre ambos productos ( $P < 0.05$ ) en el porcentaje de humedad, pH, cenizas, en la cantidad de nitritos y en el porcentaje de proteína soluble, manteniéndose todos en mayor cantidad en el chorizo elaborado con la carne del CPM.

En el producto final (Cuadro 4), a los 28 días de maduración, los productos sólo muestran diferencias significativas en el porcentaje de proteínas solubles ( $P < 0.01$ ), el cual resultó mayor en el chorizo elaborado con el CPM.

Como se puede observar a lo largo de la maduración, la Aw va disminuyendo progresivamente hasta un valor final significativamente ( $P < 0.05$ ) menor que al inicio del proceso (Cuadros 1 a 4). Ambos chorizos presentaron un valor de actividad acuosa al final del periodo de maduración de 0.94, que es ideal para el crecimiento de

Cuadro 1

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del chorizo tipo pamplona del cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, a los 7 días de la maduración

	Cerdo Pelón Mexicano	Cerdo Mejorado
Variables	Medias	estándar
Humedad (%)	51.23 <sup>a</sup> ± 3.86	40.42 <sup>b</sup> ± 2.6
pH	5.03 <sup>a</sup> ± 0.03	5.05 <sup>a</sup> ± 0.11
Fosfatos (ppm)	1461.20 <sup>a</sup> ± 133.92	1148.70 <sup>b</sup> ± 168.51
Cenizas (%)	4.81 <sup>a</sup> ± 0.51	4.04 <sup>b</sup> ± 0.29
Nitratos (ppm)	321.77 <sup>a</sup> ± 16.94	341.27 <sup>a</sup> ± 26.27
Nitritos (ppm)	25.15 <sup>a</sup> ± 1.12	23.75 <sup>b</sup> ± 1.25
Proteínas solubles (%)	4.02 <sup>a</sup> ± 0.58	2.41 <sup>b</sup> ± 0.19
Actividad acuosa (Aw) (%)	0.98 <sup>a</sup> ± 0.11	0.98 <sup>a</sup> ± 0.14

<sup>a,b</sup> Medias con diferente superíndice son diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del chorizo tipo pamplona del cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, a los 14 días de maduración

Variables	Cerdo Pelón Mexicano		Cerdo Mejorado	
	Medias	Desviación Estándar	Medias	Desviación Estándar
Humedad (%)	49.75 <sup>a</sup> ± 1.20		33.99 <sup>b</sup> ± 1.08	
pH	4.53 <sup>a</sup> ± 0.02		4.37 <sup>b</sup> ± 0.01	
Fosfatos (ppm)	1118.08 <sup>a</sup> ± 154.56		1020.29 <sup>a</sup> ± 103.31	
Cenizas (%)	5.12 <sup>a</sup> ± 0.15		3.52 <sup>b</sup> ± 0.31	
Nitratos (ppm)	451.47 <sup>a</sup> ± 16.80		517.56 <sup>b</sup> ± 12.88	
Nitritos (ppm)	24.50 <sup>a</sup> ± 1.13		26.63 <sup>a</sup> ± 0.91	
Proteínas solubles (%)	7.11 <sup>a</sup> ± 0.66		5.33 <sup>b</sup> ± 0.18	
Actividad acuosa (Aw) (%)	0.97 <sup>a</sup> ± 0.18		0.97 <sup>a</sup> ± 0.18	

<sup>a,b</sup> Medias con diferente superíndice son diferentes significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 3

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del chorizo tipo pamplona del cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, a los 21 días de maduración					
	Cerdo Pelón Mexicano		Cerdo Mejorado		
	Desviación	Desviación	Desviación	Desviación	
Variables Humedad (%)	Medias 41.03 <sup>a</sup>	± 0.72	Medias 32.76 <sup>b</sup>	± 0.52	
pH	4.49 <sup>a</sup>	± 0.20	4.16 <sup>b</sup>	± 0.06	
Fosfatos (ppm)	1131.04 <sup>a</sup>	± 212.69	1071.31 <sup>a</sup>	± 174.72	
Cenizas (%)	5.10 <sup>a</sup>	± 0.65	3.92 <sup>b</sup>	± 0.15	
Nitratos (ppm)	370.47 <sup>a</sup>	± 23.81	369.71 <sup>b</sup>	± 151.01	
Nitritos (ppm)	28.05 <sup>a</sup>	± 0.81	25.91 <sup>b</sup>	± 0.91	
Proteínas solubles (%)	7.04 <sup>a</sup>	± 0.84	5.12 <sup>b</sup>	± 0.28	
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.96 <sup>a</sup>	± 0.22	0.96 <sup>a</sup>	± 0.38	

<sup>a, b</sup> Medias con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

Cuadro 5

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del chorizo tipo pamplona del cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, a los 28 días de maduración

	Cerdo Pelón Mexicano		Cerdo Mejorado	
	Desviación	Desviación	Desviación	Desviación
Variables Apariencia*	Medias 4.62 <sup>a</sup>	± 0.90	Medias 3.07 <sup>b</sup>	± 0.79
Olor*	4.36 <sup>a</sup>	± 0.86	4.23 <sup>a</sup>	± 0.78
Sabor*	4.43 <sup>a</sup>	± 0.97	4.59 <sup>a</sup>	± 1.00
Textura*	4.63 <sup>a</sup>	± 0.92	3.01 <sup>b</sup>	± 1.10
Nivel de agrado**	6.57 <sup>a</sup>	± 1.61	6.47 <sup>a</sup>	± 1.60

<sup>a, b</sup> Medias con diferente superíndice son diferentes significativamente (P ≤ 0.05).

\* Las variables responden a una escala donde 1 = disgusta muchísimo, 5 = gusta muchísimo.

\*\* Nivel de agrado: 1 = disgusta extremadamente, 9 = gusta extremadamente.

Cuadro 4

MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL CHORIZO TIPO PAMPLONA DEL CERDO PELÓN MEXICANO Y CERDO MEJORADO, A LOS 28 DÍAS DE MADURACIÓN					
	Cerdo Pelón Mexicano		Cerdo Mejorado		
	Desviación	Estándar	Desviación	Estándar	
Variables Humedad (%)	Medias 25.05 <sup>a</sup>	± 1.82	Medias 24.53 <sup>a</sup>	± 1.01	
pH	5.11 <sup>a</sup>	± 0.05	5.06 <sup>a</sup>	± 0.08	
Fosfatos (ppm)	1862.70 <sup>a</sup>	± 277.40	1718.51 <sup>a</sup>	± 154.00	
Cenizas (%)	3.97 <sup>a</sup>	± 0.61	3.75 <sup>a</sup>	± 0.66	
Nitratos (ppm)	231.56 <sup>a</sup>	± 39.49	255.19 <sup>a</sup>	± 27.39	
Nitritos (ppm)	30.61 <sup>a</sup>	± 1.09	30.64 <sup>a</sup>	± 0.91	
Proteínas solubles (%)	9.18 <sup>a</sup>	± 2.26	6.96 <sup>b</sup>	± 0.36	
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.94 <sup>a</sup>	± 0.09	0.94 <sup>a</sup>	± 0.11	

<sup>a, b</sup> Medias con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

las bacterias acidolácticas, importantes en el desarrollo del sabor y aroma de los productos madurados.

La cantidad de fosfatos al final del proceso para ambos chorizos, cumple con las especificaciones que indican a las normas de control de calidad para el chorizo tipo Pamplona, el valor alcanzado fue de 1862.70 ppm en el chorizo del CPM y de 1718.51 ppm en chorizo de CM.

### **Evolución del porcentaje de humedad a lo largo de la maduración**

El análisis estadístico de la evolución de la humedad durante el periodo de maduración se muestra en la Figura 1. Conforme transcurre el tiempo de maduración, se observa la disminución significativa del porcentaje de humedad en ambos productos (P < 0.05), entre el primer y último muestreos. También se aprecia que al final del proceso ambos productos contienen el mismo porcentaje de humedad.

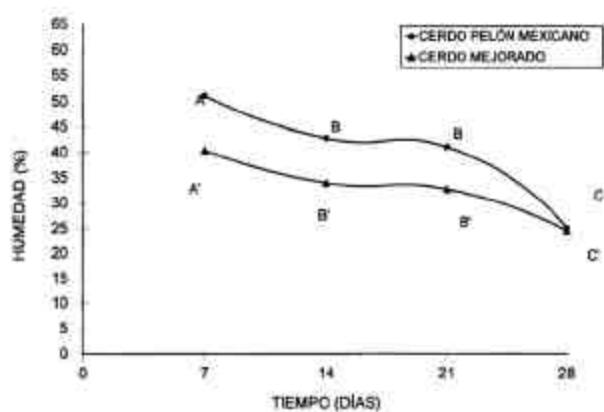


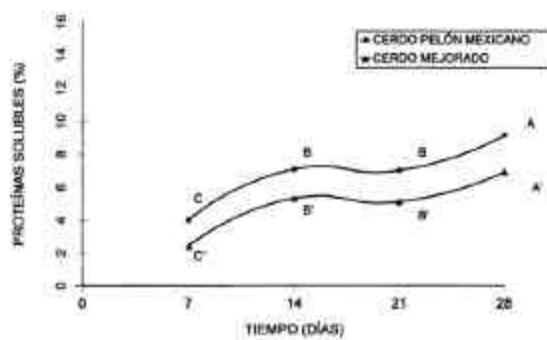
Figura 1. Evolución de la cantidad de humedad (%) durante el periodo de maduración del chorizo tipo Pamplona.

A, B, C medias con diferente letra en la curva del Cerdo Pelón Mexicano, son diferentes significativamente (P < 0.05).

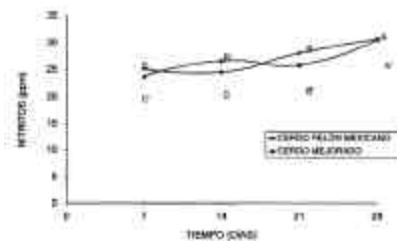
A', B', C' medias con diferente letra en la curva del Cerdo Mejorado, son diferentes significativamente (P < 0.05).

### **Evolución del porcentaje de proteínas solubles a lo largo de la maduración**

Durante el proceso de maduración se modifican las características de las proteínas constituyentes, las que sufren una desnaturización parcial que es responsable del aumento de la consistencia del embutido y facilita su adecuado troceado. Esto último se refleja en el aumento de las proteínas solubles conforme transcurre el proceso de maduración. La Figura 2 muestra cómo el porcentaje de proteínas solubles van en aumento durante todo el periodo de maduración en ambos productos, siendo significativamente diferentes (P < 0.05) entre el primer y último muestreos.



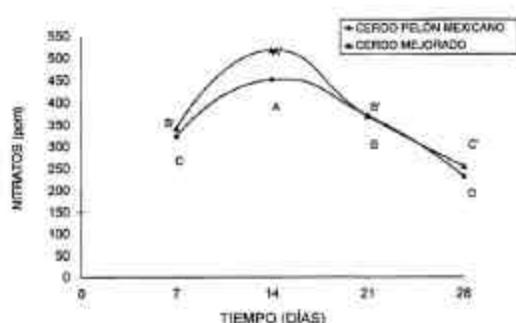
**Figura 2.** Evolución de la cantidad de proteínas solubles (%) durante el periodo de maduración del chorizo tipo Pamplona. A, B, C medias con diferente letra en la curva del Cerdo Pelón Mexicano, son diferentes significativamente ( $P<0.05$ ). A', B', C' medias con diferente letra en la curva del Cerdo Mejorado, son diferentes significativamente. ( $P<0.05$ ).



**Figura 4.** Evolución de la cantidad de nitratos (ppm) durante el periodo de maduración del chorizo tipo Pamplona. A, B, C medias con diferente letra en la curva del Cerdo Pelón Mexicano, son diferentes significativamente ( $P<0.05$ ). A', B', C' medias con diferente letra en la curva del Cerdo Mejorado, son diferentes significativamente. ( $P<0.05$ ).

### Evolución de los nitratos y nitritos a lo largo de la maduración

La evolución de nitratos y nitritos durante el periodo de maduración se muestra en las Figuras 3 y 4. La cantidad de nitratos al inicio de la maduración es más elevada que los nitritos, al finalizar el proceso los nitratos disminuyen y los nitritos se elevan. En la Figura 3 se observa que la cantidad de nitratos en ambos chorizos va en aumento, hasta los 14 días, para más tarde disminuir progresivamente hasta el final del proceso.



**Figura 3.** Evolución de la cantidad de nitratos (ppm) durante el periodo de maduración del chorizo tipo Pamplona. A, B, C medias con diferente letra en la curva del Cerdo Pelón Mexicano, son diferentes significativamente ( $P<0.05$ ). A', B', C' medias con diferente letra en la curva del Cerdo Mejorado, son diferentes significativamente. ( $P<0.05$ ).

En contraparte con la Figura 3, la Figura 4 muestra el aumento de la cantidad de nitritos conforme transcurre el periodo de maduración de los productos. Las concentraciones finales de nitratos en los chorizos fueron: 231.56 ppm en el del CPM y 255.19 ppm en el de CM; en el caso de nitritos son: 30.61 ppm en el chorizo del CPM y 30.64 ppm en el chorizo de CM.

### Evaluación sensorial de los productos finales

La tecnología utilizada en la elaboración de los productos cárnicos a partir del CPM y CM, se basó fundamentalmente en la maduración por desecación, este proceso es simultáneo a una fermentación natural responsable de los aromas y sabores que se desarrollan en estos productos. Las medias y desviaciones estándares del análisis sensorial realizado en los chorizos tipo Pamplona, se muestran en el Cuadro 5. Se aprecia que el chorizo elaborado con carne de CPM tuvo mejor aceptación por los consumidores, en lo que se refiere a la apariencia y la textura, que el chorizo elaborado con el CM ( $P < 0.05$ ).

### Análisis de correlación

En el análisis de correlación ( $n = 64$ ) realizado, se observó que la cantidad de fosfatos se correlacionó positivamente ( $P < 0.05$ ) con el porcentaje de humedad ( $r = 0.605$ ), la actividad de agua ( $r = 0.667$ ) y el pH ( $r = 0.673$ ). Lo anterior constituye un resultado normal a partir de que los fosfatos ayudan en la retención de agua de los productos. También el porcentaje de humedad se correlaciona positivamente ( $P < 0.05$ ) con la cantidad de nitratos ( $r = 0.656$ ) y negativamente con los nitritos ( $r = -0.736$ ). La actividad de agua presentó un coeficiente de correlación significativo ( $P < 0.05$ ) con el porcentaje de humedad ( $r = 0.8712$ ). En cuanto al pH, se observa que se correlaciona negativamente con la cantidad de nitritos ( $r = -0.736$ ), y positivamente ( $P < 0.05$ ) con la cantidad de nitratos ( $r = 0.656$ ).

En cuanto a las distintas características sensoriales analizadas ( $n = 119$ ), el sabor presenta un coeficiente de correlación significativo con la textura ( $r = 0.547$ ), y el nivel de agrado ( $r = 0.755$ ). La textura influyó positivamente ( $P < 0.05$ ) en el nivel de agrado ( $r = 0.64$ ).

## Discusión

El chorizo tipo Pamplona es un producto picado que desarrolla sus típicas características como consecuencia de la acción de los ingredientes añadidos, así como por el proceso de maduración al que es sometido. El proceso de desecación permitió que el producto perdiera humedad, por lo que se incrementa el contenido en sólidos. Esto último provoca una concentración de las sales disueltas en la fase acuosa residual, llegando a conseguir la estabilidad del producto por reducción de la actividad de agua. Además, se producen otras modificaciones químicas, en su mayor parte de origen microbiano, que son las que hacen que la masa inicial del embutido se transforme en un producto apetecible. Uno de los cambios más significativos durante la maduración es el que tiene lugar en el valor del pH, puesto que éste determina la posibilidad del desarrollo microbiano y actúa seleccionando la flora y su velocidad de crecimiento. Los microorganismos liberan una gran cantidad de enzimas que se suman a los propios de la carne para modificar los componentes de la masa. La actividad de estas enzimas está condicionada por el pH. Por estas razones, el control del pH es muy importante con el propósito de establecer una correcta maduración. León 2 encontró que el pH tiende a descender en los primeros días de maduración, luego se estabiliza para más tarde elevarse suavemente hasta alcanzar el pH final. El comportamiento del pH durante la maduración de los chorizos de este estudio, muestra exactamente cómo León señala una disminución del pH inicial, luego una estabilización y finalmente incrementarse hasta alcanzar un valor muy similar al inicial. El descenso inicial indica la presencia de bacterias productoras de ácido láctico como *Lactobacillus*, que son las responsables del desarrollo de la acidez en el chorizo y que se encuentran presentes como consecuencia de la adición de azúcar. El aumento del pH al final del proceso se debe a la solubilización de las proteínas.<sup>16,17,18</sup>

Como se puede observar a lo largo de la maduración, la Aw disminuye progresivamente hasta un valor final significativamente menor que al inicio del proceso. En la actividad de agua se observa un decaimiento gradual durante los días de maduración del chorizo, que como se mencionó es importante que estos productos finalicen con un valor óptimo de actividad acuosa. Ambos chorizos presentaron un valor de actividad acuosa final de 0.94, que es ideal para el crecimiento de las bacterias acidolácticas, que en cierta medida son responsables de las características finales del producto y también va permitir que el producto no requiera refrigeración durante su almacenamiento.<sup>3</sup>

El chorizo tipo Pamplona es un producto cárnico madurado, por lo que está sujeto a las siguientes regulaciones: la directiva 92/5 CEE, Norma de calidad para el chorizo tipo Pamplona. Las especificaciones sobre fosfatos, nitratos y

nitritos se consideraron conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994 y con la comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius de productos alimenticios.<sup>19,20</sup> La cantidad de fosfatos al final del proceso para ambos chorizos cumple con las especificaciones de acuerdo con las normas de control de calidad para el chorizo tipo Pamplona. A estas concentraciones de fosfatos se evita su precipitación que al final del proceso de maduración afectaría en la presentación del embutido.<sup>21,22</sup>

La cantidad de nitratos al inicio de la maduración es más elevada que los nitritos y al finalizar el proceso, los nitratos disminuyen y los nitritos se elevan.<sup>23</sup> En ambos chorizos los contenidos finales de nitratos y nitritos cumplen con las Normas. El cambio que se observa en las Figuras 3 y 4 se debe a que ocurren las condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos, principalmente los micrococos que reducen los nitratos a nitritos, y estos últimos al reaccionar con la mioglobina y formar el compuesto mioglobina oxidonítrica, son los responsables de las características finales de un producto curado, tales como el desarrollo y fijación del color, aroma y conservación (antioxidante) del producto. Los nitratos también desempeñan otras funciones, como el de inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos, principalmente *Clostridium botulinum* que genera toxinas que causan la muerte.<sup>3,5,17</sup> Es importante considerar que en los productos curados como el chorizo tipo Pamplona, la concentración de nitritos está limitada debido a la formación de nitrosaminas precursoras de cáncer.<sup>5</sup>

La perdida de solubilidad de las proteínas supone su desnaturalización, aunque si ésta es muy intensa los embutidos se endurecen en exceso. Por acción de las enzimas proteolíticas de origen endógeno y microbiano, las proteínas se degradan, liberándose en el seno del embutido sustancias nitrogenadas de bajo peso molecular. La determinación de la concentración de dichos compuestos también es un índice del proceso de maduración. León comprobó que hay un incremento en la concentración de sustancias nitrogenadas de bajo peso molecular al inicio de la maduración, que se estabiliza en el periodo intermedio y se incrementa ligeramente en el periodo terminal. Durante el proceso de maduración también se modifican las características de las proteínas constituyentes, con una desnaturalización parcial, responsable del aumento de la consistencia del embutido que permite su adecuado troceado. Esto se ve reflejado en el aumento de las proteínas solubles conforme transcurre el proceso de maduración. El porcentaje de proteínas solubles va aumentando debido a dos factores : 1) A la desnaturalización de proteínas por la disminución del pH; y 2) por la flora microbiana que produce la proteólisis.<sup>2,16</sup> Durante la maduración son muy importantes estos procesos para que se acentúen las características propias del producto final. También se aprecian las constantes diferencias entre los dos tipos de chorizos a lo largo de la maduración, siendo los de carne de CPM siempre de mayor valor que los de CM.

La apariencia física es la principal característica en la que se basa un consumidor al hacer su elección inicial.<sup>23</sup> El hecho de que los consumidores prefirieran la apariencia del chorizo del CPM puede deberse a que la precipitación de fosfatos fue mayor en el chorizo de CM, lo que también pudo

ocasionar una textura menos deseable para el consumidor en el chorizo de CM.<sup>2</sup> Respecto de la textura, ésta se ve afectada por la cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) que es mayor en el CPM que en el CM, además de las proteínas solubles que le dan mejor consistencia. Durante el proceso de maduración se modifican las características de las proteínas, con una desnaturalización parcial que es parcialmente responsable del aumento de la consistencia del embutido, lo cual permite su adecuado troceado. Lo anterior se ve reflejado en el aumento de las proteínas solubles conforme transcurre el proceso de maduración, siendo mayor en el CPM.<sup>16,23</sup>

La utilización de la carne del CPM para productos picados y madurados como el chorizo tipo Pamplona, tiene ciertas ventajas sobre la utilización de la carne de CM. A pesar de que al inicio y durante la maduración, algunas de las características químicas del embutido con carne de CPM eran diferentes al del CM, al final del proceso de maduración el chorizo de CPM tuvo los mismos resultados que los del CM en todos los análisis químicos, excepto en las proteínas solubles que permanecieron más elevadas en el chorizo del CPM. Las diferencias en las características químicas durante el proceso, están relacionadas con los resultados de la evaluación sensorial, donde el chorizo del CPM obtuvo mejor calificación en apariencia y textura. La mayor liberación de proteínas influye en la textura del producto y, en consecuencia, a una mejor apariencia de éste.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado para la realización de este estudio al (Conacyt) (proyecto núm. 2385PB), así como a la QFB Julieta Sandoval Guillén, la ayuda prestada en los análisis químicos.

## Referencias

1. Díaz I, García J. La grasa: implicaciones en la calidad de la carne. *Eurocarne* 1994;29:46-55.
2. León F. Elaboración de embutidos. En: Díaz-Alonso AL, Cano-Muñoz G, Hermida- Bun, JR, editores. *Tecnología de alimentos andaluces*. Córdoba (España): La Caja Provincial de Ahorros de Córdoba y Asociación de Científicos y Tecnólogos de los Alimentos de Andalucía (ACTA-A), 1990.
3. Sainz R. *Chacinería práctica*. Barcelona (España): Sintes, 1981.
4. Macías G. *Embutidos. Memorias del Curso de Actualización: Industrialización del Conejo y Alternativas de Comercialización*; 1996 noviembre 26-29; México (DF). México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, 1996:12.
5. Pearson A, Tauber F. *Processed meats*. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1973.
6. Prior BA. Measurement of water activity in foods: A review. *J Food Protection* 1979;42:668-674.
7. Secretaría de Salud. *Control físico-químico de productos cárnicos*. México (DF): SSA, 1993.
8. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de fosfatos en embutidos. NOM F-320-S-1978. México (DF): SSA, 1978.
9. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de nitratos en embutidos. NOM-F-318-S-1978. México (DF): SSA, 1978.
10. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de nitritos en embutidos. NOM-F-97-F-1978. México (DF): SSA, 1978.
11. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 1951;193:265-275.
12. Mondragón JL. Evaluación y aplicación de técnicas analíticas en el área alimentaria (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Química. UNAM, 1989.
13. Meilgaard M, Civille G, Carr B. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. Boca Ratón (FLA): CRC Press, Inc., 1991.
14. Pedrero D, Pangborn R. Evaluación sensorial de los alimentos. México (DF): Alhambra Mexicana, 1986.
15. SAS User's Guide: Statistics. 4th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1991.

16. Sánchez VP, León CF. Efecto del fosfato sobre la microflora total y los cambios degradativos en la maduración del chorizo tradicional. *Alimentaria* 1989;26:31-36.
17. Sánchez VP, León CF. Los parámetros de estabilidad en el chorizo tradicional. *Cárnia* 2000 1986;38-44.
18. Barranco S, León C, Penedo P, Beltrán-de Heredia F, Mata M, Montero P, et al. Modificaciones de la composición química y de las características de estabilidad del chorizo durante el proceso de maduración en condiciones naturales (a). *Alimentaria* 1985;165:35-8.
19. Codex Alimentarius. Normas del codex para productos cárnicos elaborados de reses y aves y para "BOUILLONS" y consomés. Volumen VI. Roma, Italia: OMS, 1982.
20. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias. NOM-122-SSA-1994. México (DF): SSA, 1994.
21. Arnau J, Guerrero L, Gou P. Los precipitados de fosfatos en los productos cárnicos. *Eurocarne* 1994;34:57-62.
22. Dominguez M, Zumalacarregui J. Lipolytic and oxidative changes in "chorizo" during ripening. *Meat Sci* 1991;29:99-107.
23. Price FJ, Schweigert SB. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. 2a ed. Zaragoza, España: Acribia, 1994.