

# Evaluación química y sensorial de morcón de Cerdo Pelón Mexicano y Cerdo Mejorado

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

---

## Abstract

The objectives of this project were to evaluate both chemical and sensorial characteristics of a high added value product from MHP, such as "*morcón*", which is a Spanish style sausage made of the tips of the loin, and to compare them to similar products made with commercial pork (CP). Products from the two types of pigs were elaborated, and then dried for four weeks. Samples from the pieces of "*morcón*" were taken every 7 days. Chemical analyses such as: water activity ( $A_w$ ), ashes, percent of moisture, pH, soluble proteins, nitrates, nitrites, and phosphates, were run in each sample. Main differences found between the products (MHP and CP) were: the percentage of moisture and the  $A_w$  ( $P < 0.01$ ); "*morcón*" from MHP tended to retain more water, and therefore, had better texture. Results from the sensory evaluation (consumer panel) showed a significant difference between the two types of products for aroma, appearance and texture ( $P < 0.05$ ), being of better acceptation those from MHP. This study provided valuable information about the possibility of making MHP to be more appreciated by the Mexican market.

**KEY WORDS:** Sausages, Cured products, Mexican hairless pigs, Morcon.

---

## Resumen

El objetivo de este proyecto fue evaluar las características químicas y sensoriales del morcón (producto cárnico tipo español de alta calidad, elaborado con las puntas de lomo del cerdo) a partir de la utilización de carne de Cerdo Pelón Mexicano (CPM), y compararlo con el elaborado con carne de Cerdo Mejorado (CM). Los productos elaborados de los dos tipos de cerdos fueron madurados durante 4 semanas. Los muestreos de las piezas de morcón se tomaron cada 7 días. Los análisis químicos que se realizaron fueron: Actividad de agua ( $A_w$ ), cenizas, porcentaje de humedad, pH, proteínas solubles, nitratos, nitritos y fosfatos. Las diferencias encontradas entre el CPM y el CM fueron el porcentaje de humedad y la  $A_w$  ( $P < 0.01$ ). El morcón elaborado con carne de CPM retiene mayor agua, obteniéndose una mejor textura. Los resultados en la evaluación sensorial mostraron una diferencia significativa entre los dos productos en el aroma, apariencia y textura ( $P < 0.05$ ), teniendo una mejor aceptación el de CPM. Este estudio provee de información para la posibilidad de introducir al CPM en el mercado mexicano.

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

---

---

Recibido el 7 de julio de 1998 y aceptado el 7 de diciembre de 1998.

\*Laboratorio de Ciencia de la Carne Centro de Enseñanza Práctica e Investigación y Producción en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Cruz Blanca 246, San Miguel de Topilejo, México D.F. Tel: 52-5-8480515, Fax: 52-5-550-0057.

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

## Introducción

La importancia del Cerdo Pelón Mexicano (CPM) en las comunidades rurales en donde es criado es doble. Por un lado, representa una mejor calidad de la dieta del campesino, y, por otra parte, los animales engordados se venden, esto último beneficia al ingreso familiar.<sup>1</sup> Si se obtiene un producto cárnico con un valor añadido que incremente el precio del CPM, aumentará el ingreso de los pequeños productores al vender sus cerdos.

Hoy día, la mayoría de los productos que se denominan de alta calidad en México, son de importación. Entre los productos madurados de alto valor económico se encuentran: Morcón, lomo embuchado, jamón serrano. En España, por ejemplo, dichos productos alcanzan mejor calidad y un precio más elevado si provienen del Cerdo Ibérico. La similitud física y racial entre el Cerdo Ibérico y el CPM han sido estudiadas.<sup>2,3</sup> La carne de CPM es la materia prima ideal para obtener productos madurados de alta calidad, debido principalmente a la gran cantidad de grasa intramuscular (hasta un máximo de 8.91% en el lomo y de 25% en paletilla). La grasa infiltrada en el músculo ofrece características de textura y aroma únicos en la carne con una elevada capacidad de satisfacción gastronómica.<sup>4,5</sup>

La tecnología utilizada en la elaboración de los productos madurados a partir del cerdo, se basa 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.<sup>5,6</sup> Durante el proceso de maduración, el producto pierde humedad; en consecuencia se incrementa el contenido en sólidos y las sales disueltas se van concentrando en la fase acuosa residual, llegando a conseguir la estabilidad del producto por reducción de la actividad de agua. Simultáneamente se modifican las características de las proteínas constituyentes, con una desnaturalización parcial como responsable del aumento de la consistencia del embutido, que permite su adecuado troceado en rebanadas.<sup>5</sup>

Con base en el hecho de que el CPM acumula grasa intramuscular en gran cantidad, se efectuó este trabajo con el propósito de comprobar que del CPM se pueden obtener productos de mejor calidad que la obtenida de los tradicionales cerdos mejorados (CM).<sup>5,6</sup>

## Material y métodos

### Elaboración del morcón

Para la elaboración del morcón se utilizaron 10 kg de lomo, a éste se le retiró todo residuo de grasa subcutánea, fascias y nervios. Se elaboró una salmuera con ingredientes que se agregaron en el siguiente orden: ajo (40 g), orégano (40 g), pimentón español (270 g), sal común (15 g), sal de cura (nitritos y nitratos, 10 g), tomillo (100 g) y vino blanco (500 ml).

Los trozos del lomo, de 2 cm<sup>2</sup> aproximadamente, se

mezclaron manualmente con los distintos ingredientes y se dejaron en maceración durante 24 horas a baja temperatura (3-5 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron en el ciego de cerdo a presión, para evitar bolsas de aire dentro del producto. Seguidamente seató el contorno fuertemente con la finalidad de darle la forma al producto y se llevaron a la cámara de maduración, que se mantiene entre 10-15°C, con una humedad relativa de 76%, donde permanecieron cuatro semanas. Durante ese periodo experimentaron un proceso de maduración y desecación.<sup>7</sup>

### Pruebas de calidad

El proceso de maduración duró 28 días, y a lo largo de éste se realizó un muestreo cada siete días. En cada muestreo, se obtuvieron cuatro muestras de cuatro diferentes morcones de cada tipo de carne de cerdo, los cuales se analizaron por duplicado en el laboratorio. Cada muestra fue molida y almacenada en congelación hasta la realización de los análisis.

### Análisis químicos

En cada muestreo se midió el porcentaje de actividad del agua ( $A_w$ ), el cual se determinó pesando cinco gramos de muestra previamente molida, y colocándola en un aparato Rotronic<sup>1</sup>, el cual indica la  $A_w$  en porcentaje.<sup>8</sup> Las cenizas totales se determinaron mediante incineración de la muestra desecada en el horno a 550°C (16-18 h).<sup>9,10</sup> La humedad de las muestras se obtuvo por el método tradicional de secado en horno, donde la pérdida de peso se expresa como contenido de agua en porcentaje.<sup>9,10</sup> La medida de pH del producto se realizó licuando dos gramos del producto en diez mililitros de agua.<sup>9,10</sup> Los fosfatos se determinaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana F-320-S-1978.<sup>9,10,11</sup> Los nitratos y nitritos se determinaron según la prueba espectrométrica propuesta por la Norma Oficial Mexicana F-318-S-1978 y F-97-F-1978.<sup>9,10,12,13,14</sup> En estas pruebas se utilizó un espectrómetro.<sup>1</sup> Las proteínas solubles se determinaron mediante el método de Lowry.<sup>9,15</sup>

La grasa de los lomos de CPM se analizó anterior a la elaboración de los morcones en cinco lomos de CPM.\*\*\*

### Análisis sensoriales

Al final del proceso de elaboración, se realizó un estudio de las cualidades sensoriales del morcón. Se utilizó un panel de jueces no entrenados con 90 personas, de los cuales el 56.6 % fueron mujeres y el 43.3 % 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 los números 1 y 5 significan disgust mucho y gusta mucho, respectivamente. Para el nivel de agrado se manejó una escala hedónica (estructurada) del 1 al 9, donde 1 significa disgustar mucho, y el 9, gusta mucho, con un punto intermedio, el 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>16,17</sup>

Para el análisis sensorial se cortaron las piezas, procurando que cada rebanada fuese del mismo grosor. Cada trozo se partió por la mitad y se presentaron dos muestras por plato, una de CM y la otra de CPM, los cuales se codificaron aleatoriamente.<sup>16,17</sup> Las muestras se les presentaron a los jueces en una charola junto con una galleta sin sal y un vaso con agua.

### Análisis estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente a través de un método descriptivo, a un modelo completamente aleatorio, en el que los tratamientos eran los dos tipos de cerdos usados. Se buscaban los efectos producidos en relación con las características químicas y sensoriales. Para observar diferencias significativas de las medias  $P \leq 0.05$ , se utilizó la prueba de Tukey.<sup>18</sup>

También se realizó un análisis de correlación entre características químicas y sensoriales para conocer el factor de correlación entre las variables medidas.<sup>18</sup>

Dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico del SAS.<sup>18</sup>

## Resultados

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

En este estudio se utilizaron similares ingredientes no cárnicos, así como el mismo proceso de elaboración y maduración, con el fin de observar las diferencias debidas exclusivamente al tipo de carne utilizada. Los resultados de los análisis químicos que se realizaron en el morcón se muestran en los Cuadros 1-4 con las medias y desviaciones estándar de acuerdo con los cuatro muestreos realizados durante el proceso de maduración.

En el Cuadro 1 se observa que a los 7 días de la maduración, el morcón del CPM tenía más cantidad de fosfatos ( $P < 0.01$ ) que el del CM. También se observa que los porcentajes de proteínas y cenizas son mayores ( $P < 0.05$ ) en el morcón de CM que en el del CPM.

En el Cuadro 2 aparecen los resultados obtenidos a los 14 días de maduración. Se observa que el morcón elaborado con el CM es mayor ( $P < 0.05$ ) en el porcentaje de cenizas y en la cantidad de fosfatos que el del CPM. La cantidad de nitritos es mayor ( $P < 0.05$ ) en el morcón elaborado con el CPM.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del tercer muestreo a los 21 días, en el cual se observa una diferencia significativa en el porcentaje de cenizas y en la cantidad de fosfatos ( $P < 0.01$ ), siendo mayores en el morcón elaborado con el CM. También la cantidad de nitritos ( $P < 0.01$ ) en el CPM es mayor que en el CM.

En el producto final (Cuadro 4), a los 28 días de maduración, los productos sólo muestran diferencias significativas en la cantidad de fosfatos y en el porcentaje

Cuadro 1

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del morcón de cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, 7 días

Variables	Primer muestreo				
	CPM		CM		
	Medias	Desv. estd.	Medias	Desv. estd.	
Humedad (%)	43.21 <sup>a</sup>	± 1.19	42.80 <sup>a</sup>	± 1.09	
pH	4.53 <sup>a</sup>	± 0.05	4.49 <sup>a</sup>	± 0.05	
Fosfatos (ppm)	926.40 <sup>a</sup>	± 24.33	652.59 <sup>b</sup>	± 113.31	
Cenizas (%)	9.31 <sup>a</sup>	± 0.75	12.30 <sup>b</sup>	± 2.40	
Nitratos (ppm)	173.91 <sup>a</sup>	± 16.58	188.17 <sup>a</sup>	± 20.71	
Nitritos (ppm)	34.73 <sup>a</sup>	± 2.74	34.67 <sup>a</sup>	± 2.21	
Proteínas solubles (%)	9.63 <sup>a</sup>	± 0.46	11.00 <sup>b</sup>	± 1.05	
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.95 <sup>a</sup>	± 0.60	0.95 <sup>a</sup>	± 0.22	

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

Cuadro 2

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del morcón de cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, 14 días

Variables	Segundo muestreo				
	CPM		CM		
	Medias	Desv. estd.	Medias	Desv. estd.	
Humedad (%)	36.54 <sup>a</sup>	± 0.85	36.02 <sup>a</sup>	± 0.78	
pH	4.62 <sup>a</sup>	± 0.04	4.61 <sup>a</sup>	± 0.01	
Fosfatos (ppm)	1232.00 <sup>a</sup>	± 183.92	1588.49 <sup>b</sup>	± 81.79	
Cenizas (%)	8.67 <sup>a</sup>	± 0.95	13.58 <sup>b</sup>	± 0.93	
Nitratos (ppm)	258.68 <sup>a</sup>	± 107.40	311.54 <sup>a</sup>	± 148.54	
Nitritos (ppm)	41.63 <sup>a</sup>	± 1.42	33.75 <sup>b</sup>	± 1.65	
Proteínas solubles (%)	2.27 <sup>a</sup>	± 0.09	2.17 <sup>a</sup>	± 0.10	
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.91 <sup>a</sup>	± 0.70	0.91 <sup>a</sup>	± 0.45	

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

de cenizas ( $P < 0.01$ ), aunque fueron mayores en el CM

Cuadro 3

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del morcón de cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, 21 días

*Tercer muestreo*

Variables	CPM		CM	
	Medias	Desv. estd.	Medias	Desv. estd.
Humedad (%)	35.03 <sup>a</sup>	± 2.66	36.97 <sup>a</sup>	± 0.60
pH	4.54 <sup>a</sup>	± 0.05	4.54 <sup>a</sup>	± 0.02
Fosfatos (ppm)	962.86 <sup>a</sup>	± 190.89	1390.39 <sup>b</sup>	± 170.16
Cenizas (%)	9.80 <sup>a</sup>	± 0.31	11.90 <sup>b</sup>	± 0.70
Nitratos (ppm)	383.11 <sup>a</sup>	± 105.84	311.87 <sup>a</sup>	± 129.76
Nitritos (ppm)	52.33 <sup>a</sup>	± 1.44	41.22 <sup>b</sup>	± 1.31
Proteínas solubles (%)	13.64 <sup>a</sup>	± 1.93	11.24 <sup>a</sup>	± 2.51
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.88 <sup>a</sup>	± 0.29	0.88 <sup>a</sup>	± 0.07

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

Cuadro 5

Medias y desviaciones estándar de las variables medias durante el análisis sensorial del morcón de cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado

*Tratamientos*

Variables	CPM		CM	
	Medias	Desv. estd.	Medias	Desv. estd.
Apariencia*	4.80 <sup>a</sup>	± 0.83	4.94 <sup>a</sup>	± 0.81
Olor*	4.45 <sup>a</sup>	± 0.67	4.24 <sup>b</sup>	± 0.75
Sabor*	4.38 <sup>a</sup>	± 0.90	4.35 <sup>a</sup>	± 0.78
Textura*	4.78 <sup>a</sup>	± 0.85	4.52 <sup>b</sup>	± 0.95
Nivel de agrado**	6.94 <sup>a</sup>	± 1.34	6.84 <sup>a</sup>	± 1.21

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

\* La escala utilizada va desde 1 (disgusta extremadamente) a 5 (gusta extremadamente).

\*\* La escala utilizada va desde 1 (disgusta extremadamente) a 10 (gusta extremadamente) con un punto intermedio, el número 5 (gusta ni mucho ni poco).

Cuadro 4

Medias y desviaciones estándar de los análisis químicos del morcón de cerdo pelón mexicano y cerdo mejorado, 28 días  
*Tercer muestreo*

Variables	CPM		CM	
	Medias	Desv. estd.	Medias	Desv. estd.
Humedad (%)	26.67 <sup>a</sup>	± 1.69	24.01 <sup>b</sup>	± 0.63
pH	4.56 <sup>a</sup>	± 0.32	4.32 <sup>a</sup>	± 0.01
Fosfatos (ppm)	1203.38 <sup>a</sup>	± 365.71	2044.28 <sup>b</sup>	± 240.06
Cenizas (%)	9.26 <sup>a</sup>	± 0.78	12.39 <sup>b</sup>	± 0.57
Nitratos (ppm)	300.52 <sup>a</sup>	± 103.70	321.41 <sup>a</sup>	± 84.15
Nitritos (ppm)	32.91 <sup>a</sup>	± 1.02	28.39 <sup>b</sup>	± 0.53
Proteínas solubles (%)	17.30 <sup>a</sup>	± 0.72	18.07 <sup>b</sup>	± 0.22
Actividad acuosa (A <sub>w</sub> ) (%)	0.88 <sup>a</sup>	± 0.13	0.85 <sup>b</sup>	± 0.15

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

que en el CPM. Se observó mayor cantidad de nitritos y porcentaje de proteínas, humedad y actividad de agua ( $P < 0.01$ ) en el morcón elaborado con el CPM.

### **Evolución del porcentaje de fosfatos 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, donde se puede apreciar que en el transcurso de los primeros 15 días los niveles de fosfatos aumentan en los dos productos, siendo mayor en el morcón elaborado de CM, posteriormente a los 21 días los fosfatos descienden en ambos morcones, y en la última semana ambos productos aumentan, siendo mayor el incremento en el morcón del CM.

### **Evolución de los nitritos a lo largo de la maduración**

El análisis estadístico de la evolución de nitritos durante el periodo de maduración se muestra en la Figura 2. La curva de comportamiento de la cantidad de nitritos es ascendente desde el inicio hasta los 21 días de maduración en ambos productos, siendo mayor la cantidad de nitritos ( $P > 0.05$ ) para el morcón de CPM; al final de la maduración se observa menor cantidad de nitritos en el morcón elaborado con el CM.

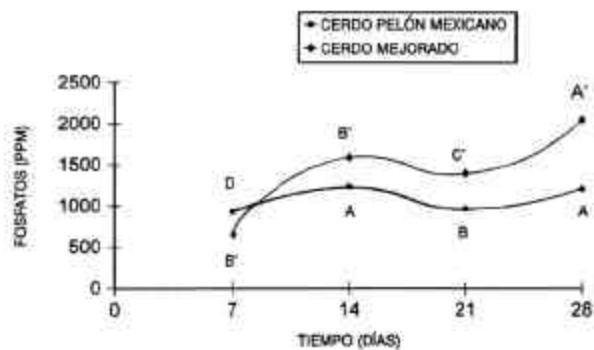


Figura 1. Evolución de la cantidad de fosfatos (ppm) durante el periodo de maduración del morcón.

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

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

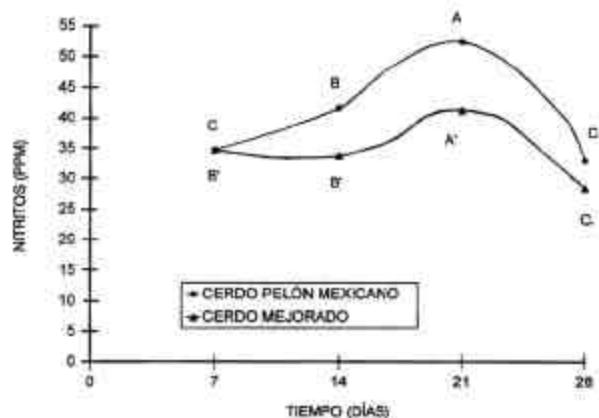


Figura 2. Evolución de la cantidad de nitritos (ppm) durante el periodo de maduración del morcón.

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

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

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

El análisis estadístico de la evolución de humedad durante el periodo de maduración se muestra en la Figura 3, donde se aprecia que en ambos productos la humedad disminuye conforme transcurre el tiempo de maduración, notando que al término de la maduración el morcón elaborado con el CPM retiene más agua ( $P > 0.05$ ) dentro del producto que el morcón elaborado con el CM.

## Evolución del porcentaje de actividad de agua a lo largo de la maduración

En la Figura 4 se puede observar que el porcentaje de actividad acuosa ( $A_w$ ) en el morcón durante la maduración, se desarrolló en forma descendente, pero esta

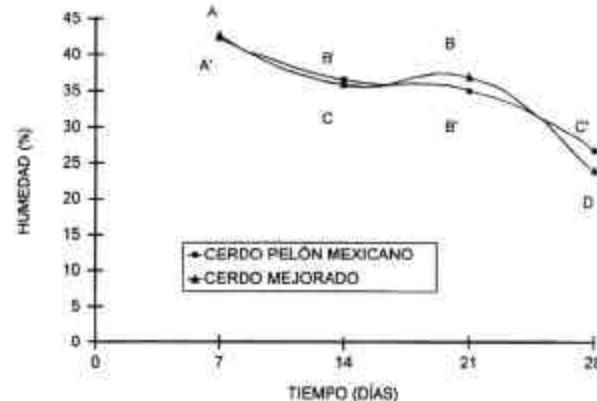


Figura 3. Evolución de la cantidad de humedad (%) durante el periodo de maduración del morcón.

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

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

disminución es mayor ( $P > 0.05$ ) en el morcón elaborado con el CM que el morcón elaborado con el CPM, a los 28 días.

## Evaluación sensorial de los productos finales

Las medias y desviaciones estándar de las variables medidas en la evaluación sensorial del morcón, se observan en el Cuadro 5. El olor y la textura ( $P > 0.05$ ) del morcón elaborado del CPM resultaron mejor calificados que los del CB.

## Análisis de correlación

Se ha estudiado, asimismo, la correlación existente entre las puntuaciones de las distintas características sensoriales y análisis químicos; se observó que la cantidad de fosfatos presentó un coeficiente de correlación significativo con el porcentaje de humedad ( $r = -0.6699$ ) y actividad de agua ( $r = -0.6771$ ). También se observó un coeficiente de correlación significativo entre el porcentaje de humedad con respecto al porcentaje de proteína soluble ( $r = -0.5432$ ). Por su parte, la actividad de agua ( $A_w$ ) tiene un coeficiente correlación significativo con el porcentaje de humedad ( $r = 0.8712$ ).

En el análisis de correlación de las variables sensoriales, se encontró un coeficiente de correlación negativo de la apariencia con la textura ( $r = -0.7950$ ) y con el nivel de agrado ( $r = -0.6604$ ), en el que se aprecia que el consumidor no predispuso su juicio al ver, probar y sentir la textura del chorizo para indicar qué tanto le gustó el morcón. La apariencia influyó positivamente de forma significativa en el sabor ( $r = 0.6670$ ). El sabor no presentó un coeficiente de correlación significativo con la textura, olor y nivel de agrado.

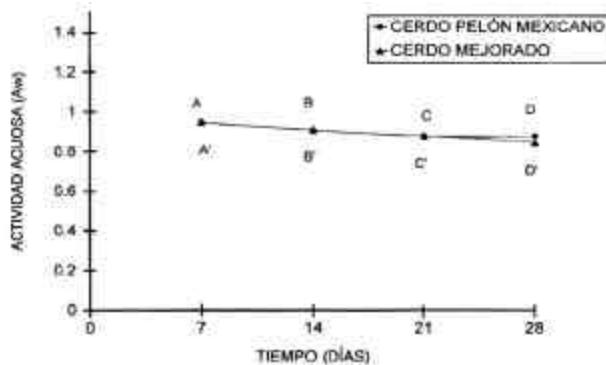


Figura 4. Evolución de la cantidad de actividad acuosa ( $A_w$ ) durante el periodo de maduración del morcón.

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

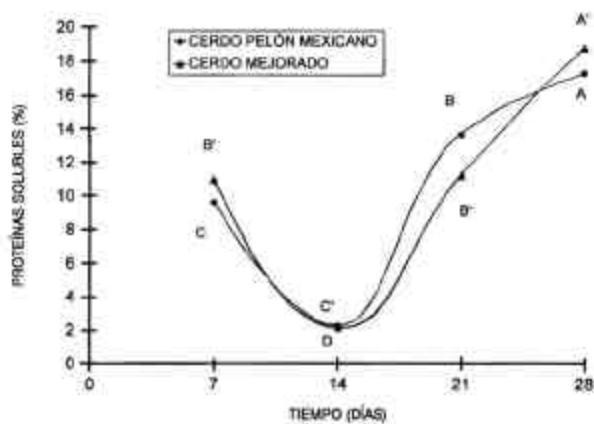


Figura 5. Evolución de la cantidad de proteínas solubles (%) durante el periodo de maduración del morcón.

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

## Discusión

Los resultados de los análisis químicos obtenidos en los morcones elaborados con carnes de CPM y de CM, se compararon 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</sup> Se maneja una dosis máxima permitida para fosfatos de 3000 ppm, calculada sobre el contenido neto total del producto final; en ambos productos se cumple con esta especificación, observándose un valor de 1203.38 ppm en el morcón de CPM y 2044.28 ppm en el morcón de CM. En la Figura 1 se aprecia un comportamiento parecido en cuanto a la cantidad de fosfatos en ambos morcones, notándose un aumento de fosfatos hacia los catorce días de maduración en el CM; lo anterior se debe a que el contenido acuoso

se reduce y aumenta la concentración de los componentes sólidos, integrantes de la materia seca del embutido;<sup>20</sup> posteriormente hay un descenso que indica la incorporación de los fosfatos en el morcón. El mecanismo por el cual los fosfatos mejoran la hidratación de la carne, se debe principalmente a dos factores: elevan el pH y provocan un desdoblamiento de las proteínas miofibrilares (constituidas principalmente por actina y miosina), originando un mayor número de sitios disponibles para el enlace con el agua.<sup>5,20,21,22,23,24</sup> Esto se aprecia en el análisis de correlación de datos de los contenidos de fosfatos y humedad en los morcones, ya que se observa que al aumentar los fosfatos disminuye la humedad.

Es importante mantener los niveles de fosfatos como una medida de control de calidad en el producto final, ya que de la concentración de éstos depende la retención de jugos para el sabor de la carne y participa en la inhibición del enraicamiento oxidativo; en ambos morcones se cumple con este requisito.

Los contenidos finales de nitritos en ambos morcones cumplen con las normas anteriormente mencionadas y el Codex Alimentarius, en los cuales se exige un máximo permitido de 125 ppm de nitritos en el producto final. Al elaborar el producto se le adiciona sal cura que contiene los nitratos, éstos aumentan en el producto durante el proceso de maduración y a los 21 días se observa cómo en el morcón de CPM desciende notablemente, debido a que se dan las condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos. 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 nitritos también desempeñan otras funciones, por ejemplo: inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos, principalmente *Clostridium botulinum*, que genera toxinas que causan la muerte.<sup>19,20,21,24</sup> Es importante considerar que en los productos curados como el morcón, la concentración de nitritos está limitada debido a la formación de nitrosaminas precursoras de cáncer.<sup>5,22,24</sup>

Para los análisis de humedad y actividad acuosa no se encontraron especificaciones en la Norma Oficial Mexicana y en el Codex Alimentarius, por lo que solamente se hará la comparación entre los morcones de CPM y el morcón de CM.

Respecto de la humedad (Figura 3), se observa una diferencia significativa entre ambos morcones, ya que la humedad final del morcón del Cerdo Pelón Mexicano fue de 26.67%, mientras que la del Cerdo Mejorado fue de 24.01%. Durante el periodo de maduración en cada morcón la humedad tiende a disminuir, debido a que ésta es proporcional a la humedad relativa y velocidad del aire del ambiente que rodea al producto, y se controla en la cámara de maduración para evitar una desecación excesiva en la superficie del producto y limitar una mayor proliferación de microorganismos.<sup>12</sup> El agua en los productos cárnicos tiene varias funciones: solubilizar

proteínas, influir en la degustación y la jugosidad del producto final, además es útil como medio de transporte de la sal curante.<sup>9,23</sup>

En la actividad de agua (Figura 4) la curva es descendente a lo largo de la maduración en ambos morcones, teniendo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la última semana, con 0.88 de actividad acuosa en el morcón de CPM y 0.85 en el de CM, ambos valores son aceptables para este tipo de producto seco, ya que el interés principal de la determinación de la actividad acuosa es controlar el crecimiento de microorganismos indeseables, como el de *Clostridium botulinum* (se desarrolla a un intervalo de 0.91 - 0.95 de actividad acuosa); sin embargo, si se desea el desarrollo de otras floras microbianas que favorecen la maduración del producto, como son los micrococos (actividad acuosa óptima de 0.87 - 0.91). Se conoce que la actividad acuosa además de limitar el crecimiento microbiano, también influye en la estabilidad del producto, ya que dependiendo del agua disponible, habrá una mayor o menor interacción entre los componentes de este último.<sup>9,21,24</sup>

En el análisis sensorial que se realizó en los consumidores para conocer su reacción frente a los productos del CPM y del CM, en términos de aceptación o preferencia, ambos productos obtuvieron una calificación de 7 (gusta moderadamente). El análisis sensorial mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el olor y en la textura, teniendo mejor aceptación el morcón del CPM. En cuanto al olor, se conoce que debido a los cambios químicos que sufren los ácidos grasos durante la maduración, se desarrollan aromas y sabores agradables a los sentidos, que son característicos de estos productos; los lomos de los CPM del presente estudio tienen un porcentaje de grasa intramuscular del  $6.51 \pm 2.13$ , lo que potencializa el olor del morcón proveniente de dichos cerdos. En relación con la textura, ésta se ve afectada por la cantidad de grasa intramuscular (marmoleo). El porcentaje de grasa intramuscular del lomo de cerdos mejorados oscila entre 1% y 2%.<sup>25</sup>

Con base en los resultados, se concluye que ambos productos cumplieron con las especificaciones requeridas, siendo considerados satisfactorios para consumo humano, notándose un mayor porcentaje de retención de agua en los productos elaborados con el CPM, lo que le confiere una mejor calidad en los productos.

Las características sensoriales son las que más influyen en el consumidor en el momento de aceptar o rechazar los productos; por otra parte, obtener una buena aceptación del consumidor por los productos elaborados con el CPM, crea una alternativa de comercialización para dicho cerdo y constituye un beneficio a los consumidores al ofrecerles productos nuevos de calidad.

## 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. Castellanos RA, Gómez RR. Retrospectiva y perspectiva sobre la raza de cerdos "Pelón Mexicano". Porcirama 1984;9:17-44.
2. Salinas RG. Caracterización del "Cerdo Pelón Mexicano": estudio (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1997.
3. Flores J. Orígenes probables de los cerdos mexicanos, características generales, zoométricas, distribución, población probable actual, futuro. Porcirama 1976;56:37-46.
4. Díaz I, García J. La grasa: implicaciones en la calidad de la carne. Eurocarne 1994;29:46-55.
5. León F. Embutidos andaluces. En: Díaz AAL, Cano MG, Hermida BJR, editores. Tecnología de alimentos andaluces. Córdoba, España: Caja Provincial de Ahorros de Córdoba y Asociación de Científicos y Tecnólogos de los Alimentos de Andalucía (ACTA-A), 1990:37-50.
6. Sainz R. Chacinería práctica. Barcelona, España: Sintes, S.A., 1981.
7. Bejarano S. Manual práctico de la carne. Madrid, España: Ediciones Martín & Macías, 1992.
8. Prior BA. Measurement of water activity in foods: a review. J Food Protect 1979;42:668-674.
9. Mondragón JL. Evaluación y aplicación de técnicas analíticas en el área alimentaria (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Química. UNAM, 1989.
10. Secretaría de Salud. Control físico-químico de productos cárnicos. México (DF): Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1993.
11. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de fosfatos en embutidos. NOM F-320-S-1978. México (DF): Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978.
12. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de nitratos en embutidos. NOM-F-318-S-1978. México (DF): Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978.
13. Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana: determinación de nitritos en embutidos. NOM-F-97-F-1978. México (DF): Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978.
14. Organización Mundial de la Salud, Codex Alimentarius. Normas del Codex para productos cárnicos elaborados de reses y aves y para "bouillons" y consomés. Vol VI. Roma, Italia: OMS, 1982.
15. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. J Biol Chem 1951;193:265-275.
16. Pedrero D, Pangborn R. Evaluación sensorial de los alimentos. México (DF): Alhambra Mexicana, 1986.
17. Meilgaard M, Civille G, Carr B. Sensory evaluation techniques. 2nd ed. Boca Ratón (FL): CRC Press Inc., 1991.
18. SAS: SAS User's Guide: Statistics. 4th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1991.

19. 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.
20. Amo VA. Industria de la carne, salazones-chacinería. Barcelona, España: Aedos, 1980.
21. Arnau J, Guerrero L, Gou P. Los precipitados de fosfatos en los productos cárnicos. Eurocarne 1994;34:57-62.
22. 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;165:35-38.
23. Fennema O. Química de los alimentos. Zaragoza, España: Acribia, 1993.
24. Price FJ, Scheigert SB. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. 2a ed. México (DF): Acribia, 1994.
25. Goodwin R. Genetic variation of pork quality. In: Meeker D, Sonka S, editors. Pork chain quality audit. Progress report, April 6, 1994. Des Moines (IA): National Pork Producers Council, National Pork Board, 1994:115-133.