

## Evaluación del efecto de la presión de vacío y potencial Hidrógeno sobre la vida útil de embutidos de pollo (*Gallus gallus domesticus*)

### Evaluation of the effect of vacuum pressure and hydrogen potential on the shelf life of chicken sausages (*Gallus gallus domesticus*)

ARROYO-CRUZ, Celerino\*†, REYNOSO-OCAMPO, Carlos Abraham, GARCÍA-HERNÁNDEZ, María del Pilar e HILARIO-MORALES, Aurelia

Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, carretera Ixmiquilpan-Capula, Col.El Nitlh, Ixmiquilpan, Hgo. CP42300,

ID 1<sup>er</sup> Autor: Celerino, Arroyo-Cruz / ORC ID: 0000-0002-7027-101, Researcher ID Thomson: T-2543-2018, CVU CONACYT ID: X-carroyo 7382

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Carlos Abraham, Reynoso-Ocampo / ORC ID: 0000-0002-1620-584X, Researcher ID Thomson: T-2541-2018, CVU CONACYT ID: 317708

ID 2<sup>do</sup> Coautor: María del Pilar, García-Hernández

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Aurelia, Hilario-Morales

Recibido Abril 20, 2018; Aceptado Junio 30, 2018

#### Resumen

En los últimos años, las investigaciones sobre la forma más segura y eficaz de empaquetar los alimentos han progresado de manera considerable. Al respecto se han realizado numerosos estudios sobre los métodos de empaquetado y los materiales más adecuados para contener los diferentes alimentos, centrándose en la interacción entre el alimento, el envase y el impacto ambiental de los diferentes materiales. El empaquetado al vacío de los alimentos es una técnica fundamental para conservar la calidad del mismo e inhibir el crecimiento de los microorganismos que aceleran el deterioro. La técnica del vacío se basa en modificar la atmósfera de un envase, con los objetivos básicos de impedir el crecimiento de determinados microorganismos existentes o impedir procesos oxidativos en el alimento envasado. Para evaluar el efecto que tiene la presión de vacío y el pH en un chorizo crudo de pollo se llevó a cabo la producción de éste último con la finalidad de obtener los datos para realizar un diseño experimental tipo bloques completamente al azar y así determinar si existía o no diferencia significativa en cuanto a la vida de útil entre el empaquetado a diferentes presiones, lo cual se verificó gracias a un monitoreo del pH durante siete semanas, encontrando que la vida útil del Chorizo bajo las condiciones establecidas, fue de cuatro semanas.

#### Vacío, Pollo, Embutido

#### Abstract

In recent years, research on the safest and most effective way to pack food has progressed considerably. In this regard, numerous studies have been carried out on the packaging methods and the most adequate materials to contain the different foods, focusing on the interaction between the food, the packaging and the environmental impact of the different materials. Vacuum packing food is a fundamental technique to preserve the quality of the same and inhibit the growth of microorganisms that accelerate deterioration. The vacuum technique is based on modifying the atmosphere of a container, with the basic objectives of preventing the growth of certain existing microorganisms or preventing oxidative processes in the packaged food. To evaluate the effect of vacuum pressure and pH in a raw chicken sausage, the production of the latter was carried out in order to obtain the data to perform a completely random block type experimental design to determine if there was or no significant difference in useful life between packing at different pressures, which was verified by monitoring the pH for seven weeks, finding that the useful life of Chorizo under the established conditions was four weeks.

#### Vacuum, Chicken, Sausage

**Citación:** ARROYO-CRUZ, Celerino, REYNOSO-OCAMPO, Carlos Abraham, GARCÍA-HERNÁNDEZ, María del Pilar e HILARIO-MORALES, Aurelia. Evaluación del efecto de la presión de vacío y potencial Hidrógeno sobre la vida útil de embutidos de pollo (*Gallus gallus domesticus*). Revista de Sistemas Experimentales 2018, 5-15: 17-23.

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: carroyo@utvm.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

La producción de carne de pollo en México alcanzó durante 2016 alrededor de los tres millones 51 mil 843 toneladas en el país, con lo que México se consolida como el quinto productor a nivel mundial en estos alimentos, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (FIRA, 2016). Para 2017, la producción avícola en México se estimó en 3.3 millones de toneladas, estableciendo un nivel récord e impulsada por su bajo precio, que la hace accesible a la población.

Seis de cada 10 mexicanos adquieren proteína animal de productos avícolas. Este hecho junto con un precio relativamente reducido de los alimentos para animales ha ayudado a que los productores opten por aumentar la producción.

La industria del pollo en Hidalgo generó empleos directos para 5 mil 700 personas e indirectos aproximadamente para otras 28 mil, aportando hasta el 3 por ciento de la producción nacional misma que fue mayor a 132 mil millones de pesos durante el 2014. (FIRA, 2016).

La población mundial cada día demanda de nuevas formas para conservar productos elaborados que satisfagan sus necesidades; una de ellas es el empacado al vacío que consiste en generar un campo de vacío alrededor de un producto y mantenerlo dentro de un empaque. De esta manera se obtiene una mayor vida útil al conservar las características organolépticas, pues al eliminar el oxígeno se inhibe el crecimiento de los gérmenes aerobios que son los que originan la rancidez, la decoloración y la descomposición de los alimentos, (Schiffner, 2005).

Según Frazier, (1993) la técnica del vacío se basa en modificar la atmósfera de un envase, con los objetivos básicos de impedir el crecimiento de determinados microorganismos existentes o impedir procesos oxidativos en el alimento envasado. Uno de los principales usos de esta técnica es la posibilidad de guardar un alimento durante un período de tiempo determinado.

Este método de conservación no debe confundirse con una “conserva”, ya que con él no se destruyen, sino que solo se impide la multiplicación de los microorganismos que necesitan oxígeno para vivir y que son los principales causantes de la alteración de los alimentos. Este método se puede aplicar tanto en alimentos crudos como en los ya elaborados. El vacío contribuye a disminuir la multiplicación de los microorganismos aerobios, sobre todo la de los mohos, reduce la velocidad de la multiplicación de los *Staphylococcus* y estimula la multiplicación de las bacterias productoras de ácido láctico, aunque parece ser que no estimula la multiplicación de *Clostridium botulinum*.

El embutido es un alimento preparado a partir de carne picada y condimentada, introducida a presión en tripas aunque en el momento de consumo, carezcan de ellas. Los embutidos se clasifican según su proceso de elaboración en: Embutido curado en el cual su componentes interactúan con sal, nitratos y nitritos principalmente, con el fin de mejorar sus características, en especial color y vida útil. embutidos crudos; aquellos elaborados con carnes y grasa crudas, sometidos a un ahumado o maduración. Ejemplo, chorizos, salchicha desayuno, salami y embutidos escaldados: aquellos a cuya pasta es incorporada cruda, sufriendo un tratamiento térmico de cocción y ahumado opcional, luego de ser embutidos. Ejemplo, mortadelas, salchichas tipo Frankfurt, jamón cocido.

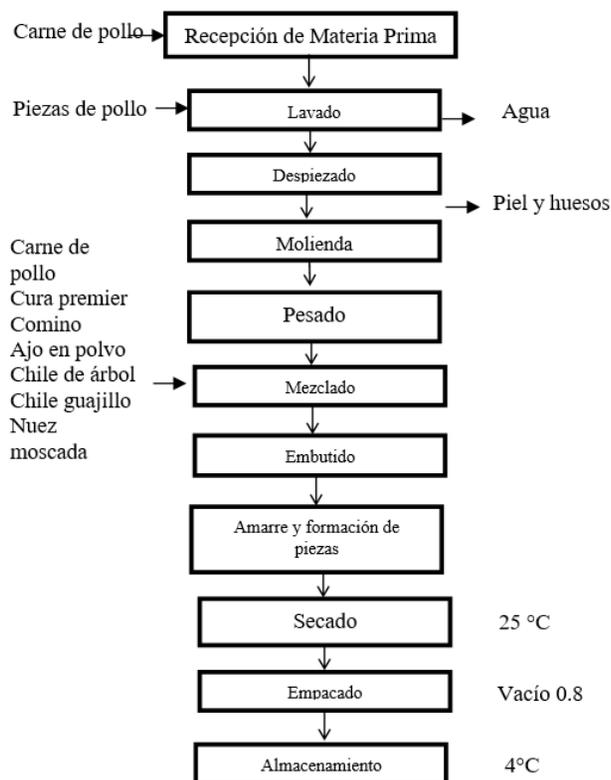
Y embutidos cocidos: cuando la calidad de la pasta o parte de ella se cocina antes de incorporarla a la masa. Ejemplo, morcillas, pate, queso de cerdo (Cardona, 1991).

La conservación de la carne, así como de casi todos los alimentos perecederos, se lleva a cabo por una combinación de métodos. El hecho de que la mayoría de las carnes constituyan excelentes medios de cultivos con humedad abundante, pH casi neutro y abundancia de nutrientes, unido a la circunstancia de que pueden encontrarse algunos organismos en los ganglios linfáticos, huesos y músculos ya que la contaminación por organismos alterantes es casi inevitable, hace que su conservación sea más difícil que la de la mayoría de los alimentos (Shoreh, 2009).

La presente investigación se enfocó en la fabricación de un producto alimenticio derivado de pollo, debido a que el comercio regional de pollo en fresco puede tener el acceso a la adquisición de maquinaria que permita el empacado al vacío, lo que reduciría costos de inversión y mayores ingresos a los comercializadores de pollo de la región del valle del mezquital, en este trabajo se diseñó y estandarizó la formulación de un chorizo de pollo, evaluando los efectos de presión de vacío y potencial de Hidrogeno (pH) en la vida útil de alimento.

## Materiales y métodos

Se elaboró el chorizo de pollo a través de esta metodología:



**Figura 1** Proceso de elaboración del chorizo de pollo

Al producto terminado se le realizaron análisis para conocer la calidad microbiológica en base a los requerimientos de la NOM-145-SSA1-1995 y especificaciones de la NOM-093-SSA1-1994. Las determinaciones que se realizaron al chorizo de pollo fueron *Staphilococcus* en base a los procedimientos la NOM-115-ssa1-1994, efectuándose en placas de medio de cultivo selectivo y diferencial, con la confirmación mediante las pruebas de *coagulasa* y *termonucleasa*.

Esta prueba se realizó con 10 gramos de muestra con diluciones que fueron de  $1 \times 10^{-1}$  hasta  $1 \times 10^{-4}$  con dos repeticiones por dilución incubando estas durante 48 horas a  $35^{\circ}\text{C}$  posteriormente para confirmar la presencia de este microorganismo se realizó la prueba de termonucleasa incubando las muestras a  $35^{\circ}\text{C}$  en cámara húmeda de 4 a 24 horas tomando la aparición de un halo color rosa extendido de por lo menos 1 mm alrededor de la perforación como muestra positiva. De la misma forma mediante los procedimientos de la NOM-114-SSA1-1994 se llevó a cabo la determinación de *Salmonella* que se fundamenta en cinco pasos principales:

Se realizaron análisis bromatológicos (humedad, cenizas, grasa, proteína y carbohidratos) en muestra de chorizo de pollo, se inició con la toma de muestra posterior a eso se realizó una reducción del tamaño, siguiendo el método de los cuartos: se tomó porciones de dos cuartos opuestos, se mezcló de nuevo y se repitió la operación las veces que fue necesario hasta obtener la cantidad deseada, la cual se colocó en bolsas estériles 100 g por cada producto. En la tabla 1 se observa el conjunto de normatividad aplicable para éstos análisis.

Análisis	Método	Norma
Humedad	Método por secado en estufa	NMX-F-083-1986.
Cenizas	Método en secado	NMX-F-066-S-1978.
Grasa	Método Soxhlet	NMX-F-089-S-1978
Proteína	Método Kjeldahl	NMX-F-608-NORMEX-2011
Carbohidratos	Método por diferencia	NOM-051-SCFI/SSA1-2010

**Tabla 1** Normas utilizadas durante la realización de los análisis bromatológicos

## Diseño experimental

Se estableció un diseño de Bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por unidad convirtiéndolo en un diseño sin interacción que obedece el siguiente modelo estadístico.

El diseño factorial con dos factores obedece al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Siendo:

Yij la medición que corresponde al tratamiento y al bloque

μ la media global poblacional

τi el efecto de los tratamientos

βj el efecto del bloque

εij el error aleatorio del diseño

Se plantearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa en la prolongación de la vida útil al utilizar diferentes presiones de vacío en el empacado del chorizo de pollo.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \tag{2}$$

H<sub>1</sub>: existe diferencia significativa entre en la prolongación de la vida útil al utilizar diferentes presiones de vacío en el empacado del chorizo de pollo.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \tag{3}$$

Para este diseño se trabajó con el 95% de confiabilidad considerando α = 0.05, siendo el valor del pH la variable respuesta.

Bloques: Presiones	Tratamientos: repeticiones pH.			
	1	2	3	4
0.4 bar				
0.6 bar				
0.8 bar				
0.82 bar				

Tabla 2 Valores de experimentación

Para este diseño se utilizaron los siguientes valores:

$$SCTotal: \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2}{N} \tag{4}$$

$$SCTratamientos: \frac{1}{b} \sum_{i=1}^a y_i^2 - \frac{y^2}{N} \tag{5}$$

$$SCBloques: \frac{1}{a} \sum_{j=1}^b y_j^2 - \frac{y^2}{N} \tag{6}$$

$$SCError: SCTotal - SCtratameintos - SCbloques \tag{7}$$

Resultados y discusión

Se realizó el empacado a vacío bajo cuatro diferentes presiones; 0.4, 0.6, 0.8, 0.82 bares, a cada tratamiento se le realizó la lectura de pH. Los resultados de dicha evaluación se muestran en la tabla 3. La variable respuesta es el pH por cada una de sus repeticiones (bloques) ante el chorizo empacado a diferentes presiones.

Presiones (Bar)	Tratamiento (repeticiones)			
	1	2	3	4
0.4	4.60	4.74	4.26	4.54
0.6	4.9	5.12	4.63	4.84
0.8	5.1	5.18	5.30	5.2
0.82	5.63	5.57	5.42	5.61

Tabla 3. Resultados experimentales del diseño.

	Tratamiento (repeticiones)				Total	Media
	1	2	3	4		
<b>0.4</b>	4.60	4.74	4.26	4.54	18.14	4.53
<b>0.6</b>	4.9	5.12	4.63	4.84	19.49	4.87
<b>0.8</b>	5.1	5.18	5.30	5.2	20.78	5.19
<b>0.82</b>	5.63	5.57	5.42	5.61	22.23	5.55
<b>Total</b>	20.23	20.6	19.6	20.1	<b>80.16</b>	20.16

Tabla 4 Suma total de bloques y tratamientos

En la tabla 4 se puede observar el desarrollo del diseño experimental y a continuación se muestra el resultado obtenido del análisis de varianza:

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>o</sub>
<b>Tratamientos</b>	2.29965	3	0.76655	42.2109
<b>Bloques</b>	0.1277	3	0.0425	2.3403
<b>Error</b>	0.16345	9	0.01816	//
<b>Total</b>	2.5908	15	//	//

Tabla 5 Solución tabla Anova

Producto	Staphylococcus aureus UFC/g	Salmonella spp en 25 g
<b>Chorizo de pollo</b>	30	Ausente

Tabla 6 Resultados microbiológicos en 25 gramos de muestra recién elaborada

La norma oficial mexicana NOM-145-SSA1-1995, específica que los productos cárnicos curados y madurados deben tener como límite máximo menos de 100 UFC/g, ya sea producto cárnico curado, madurado, cocido o crudo en planta, y menos de 1000 UFC/g en el punto de venta por lo que se observa cumplimiento a esta especificación en la tabla 6.

De la misma manera la norma específica que en 25 g de muestra debe existir ausencia de *Salmonella spp.*

Producto	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Carbohidratos
Chorizo de pollo	69.9%	2.6%	2.3%	23.3%	1.9%

**Tabla 7** Análisis químico proximal del chorizo de pollo

González y col. (2013) señalan que el chorizo mexicano comercializado en el Estado de Hidalgo puede considerarse como un embutido que presenta importantes variaciones en su contenido de humedad, aunque la mayor parte pertenece al grupo de embutidos semisecos (humedades entre 40 y 50%). El análisis proximal realizado al chorizo de pollo objeto de esta investigación arrojó un resultado de humedad del 69.9% lo que indica que está por arriba del promedio evaluado por González y col. (2013),

Semana	<i>Staphylococcus Aureus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella sp</i> (UFC/g)	pH	Cumple
1	< 3	Ausencia	5.33	Si
2	< 3	Ausencia	5.27	Si
3	< 3	Ausencia	5.19	Si
4	< 3	Ausencia	5.11	Si
5	< 3	Ausencia	4.96	No
6	< 3	Ausencia	4.85	No
7	< 3	Ausencia	4.80	No
Valor máximo permitido según la Norma Oficial Mexicana NOM-145-SSA1-1995				
	<100	Ausente	5.0-5.5	

**Tabla 8** Estimación del tiempo de vida útil de chorizo fresco

El chorizo de pollo estuvo monitoreado durante siete semanas, en la tabla anterior se puede observar que muestras no arrojaron resultados microbiológicos que estuvieran fuera de la norma durante el tiempo que duró la investigación.

El pH promedio durante el tiempo de evaluación fue de 5.07, con una variación de 0.21. González y col. (2013), indican que hay variaciones importantes en los valores de pH y aw en los diferentes chorizos comerciales. No obstante, la mayoría de los chorizos se pueden considerar como embutidos fermentados ya que presentaron valores de pH próximos a 5.0 y con un grado de secado significativo por tener aw entre 0.90 y 0.95. Estas características les confieren a este tipo de embutidos estabilidad microbiológica a temperatura ambiente.

Al madurar la carne, su valor de pH desciende hasta 5.5 y de esta forma natural se conserva en cierta medida, sin embargo, el efecto protector de la acidez no dura mucho tiempo. Para conseguir una aceptable conservación es necesario alcanzar valores de pH inferiores a 5.0. Estos valores de pH ni siquiera son suficientes para garantizar la conservación a largo plazo si no se combinan con un determinado nivel de contenido de sal y un descenso de la aw. Si se desea conservar la carne por acidificación se deberá conseguir un valor de pH entre 3 y 4 y esto solo se logrará añadiendo ácidos. Schiffner (2005)

Se puede observar en la tabla 8 que el pH se mantuvo en el rango que establece la NOM-145 hasta la semana cinco, a partir de la cual se observa el descenso del pH produciendo cambios en las características organolépticas (cambio de sabor, olor, y color).

De la prueba estadística donde los tratamientos aplicados fueron cuatro presiones diferentes de vacío y un testigo a temperatura ambiente; y los bloques corresponden a las repeticiones, se tuvo el siguiente resultado:

Tratamiento	
F tablas	F calculada
F <sub>0.05(3,9)</sub>	3.86
F <sub>C</sub> > F <sub>T</sub> : H <sub>0</sub> Se rechaza	

Lo que indica que en consecuencia no existe un efecto de la presión en el pH del producto envasado ( $p < 0.05$ ), existiendo un mínimo descenso en sus valores sin afectar las características sensoriales del producto.

De acuerdo al parámetro evaluado y en comparación con la normatividad referenciada se determinó el tiempo de vida útil, el cual se estimó en cuatro semanas. Schiffner (2005), indica que el plazo de conservación del chorizo es limitado, la carne no debe conservarse más de ocho días. Esta es la razón por la que la acidificación se considera más una forma de preparación de la carne que un procedimiento de conservación de la misma.

Según Richardson (2001), en el envasado al vacío se crea un ambiente deficiente en oxígeno que reduce la tasa de crecimiento microbiano, este y otros factores como la temperatura de almacenamiento y las propiedades del film de embalaje influirán en el grado de extensión del tiempo de conservación.

Con los resultados del diseño experimental se aprueba la hipótesis alterna, en la que se señala que el vacío de empaque influye en el tiempo de conservación del chorizo.

Para Frazier, (1993). El vacío contribuye a disminuir la multiplicación de los microorganismos como los *Staphylococcus a.* y estimula la multiplicación de las bacterias productoras de ácido láctico. Durante el tiempo de almacenamiento, el pH del producto de cada uno de los tratamientos analizados, muestra que existe un mínimo descenso en sus valores dependiendo directamente del empaque y tiempo de almacenamiento a los que fueron sometidos. Microbiológicamente es seguro y apto para el consumo humano dentro de los 35 días de almacenamiento, pasado este tiempo el producto presenta alteraciones de olor, color y textura.

### Conclusiones

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del chorizo de pollo bajo diferentes condiciones de vacío, obteniéndose resultados que indican que durante el tiempo evaluado y en diferentes condiciones de vacío no se encuentra significativamente distinto al producto inicial o recién elaborado, para la evaluación de los productos se utilizaron técnicas de evaluación sensorial, análisis bromatológicos, físico-químicos y microbiológicos.

Los resultados obtenidos en las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas del chorizo de pollo se encuentran en el rango de aceptación que establece la normatividad, considerando estos como parámetros críticos para evaluar la vida útil del alimento. La vida útil del chorizo de pollo quedo establecida con cuatro semanas, después de las cuales se presentan cambios fisicoquímicos y sensoriales. Lo anterior se puede prolongar si se somete el producto a temperaturas de refrigeración.

Con un nivel de significancia de 0.05 se encontró que no existe un efecto de la presión en el cambio de pH del producto de estudio a una temperatura ambiente.

### Referencias

- Cardona. (1991). *Principios Básicos de la ciencia de la carne*. Colombia: Universidad de Nariño.
- FIRA (2016). Programa Agroalimentario; Avicultura. Dirección de Investigación y evaluación Económica y Sectorial. México
- Frazier, W.C., Westhoff, D. C. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- García Esther *et al.* (2006). Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. Consultado el día 26 de septiembre del 2017., disponible en [https://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt3\\_tecnologias\\_de\\_envasado\\_en\\_atmosfera\\_protectora.pdf](https://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt3_tecnologias_de_envasado_en_atmosfera_protectora.pdf).
- González T. R., Totosaus A., (2013). Caracterización de Propiedades químicas y físicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Información tecnológica* 24(2).
- Hidalgo, Q. (30 de Enero de 2015). Alcanzó a figurar Hidalgo el año pasado en la producción de Pollo. *Quadratín Hidalgo*.
- NOM-145-SSA1-1995. (1995). Norma Oficial mexicana. Productos cárnicos troceados y curados. Productos cárnicos curados y madurados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- NOM-114-SSA1-1994. (1994). Norma Oficial mexicana. Método para la determinación de Salmonella en alimentos
- NOM-115-SSA1-1994. (1994). Norma Oficial mexicana. Método para la determinación de *Staphylococcus aureus*.
- NOM-251-2009. (2009). Norma Oficial mexicana. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- Restrepo, M. D.A. Arango, M. C.M. (2001). *Industria de carnes*. Universidad Nacional de Colombia. Medellin, Colombia.

Revista Industria alimentaria. (2014). Envasados al vacío. Consultado el día 27 de septiembre del 2017., disponible en: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/87138-ensados-al-vaco>.

Richardson, R. I. Mead, G.C. (2001). Ciencia de la carne de ave. Acribia. España.

Schiffner, E. Opper, K. Lortzing, D. (2005). Elaboración casera de carne y embutidos. Acribia, España.

Shoreh, S. (2017) *Tecnología de alimentos*. 25 de Mayo de 2009. Disponible en <http://alimentosdemetal.blogspot.mx/2009/05/metodos-de-conservacion-de-carnicos-y.html>