

Aminas biógenas en productos cárnicos: un repaso a su origen, importancia y control



Este artículo pretende dar información general sobre el origen, los contenidos y las posibles implicaciones para el organismo de las aminas biógenas, unos microcomponentes de los alimentos y los productos cárnicos en particular, de interés para la población general pero especialmente para individuos que, por diferentes causas, puedan tener una especial hipersensibilidad a estos componentes. Además de este interés toxicológico más o menos clásico, en el artículo se trata también el importante el papel de las aminas biógenas como indicadores y/o trazadores químicos de la calidad higiénica de las materias primas y de las condiciones de procesado de los productos elaborados.

**SARA BOVER-CID¹, M. LUZ LATORRE-MORATALLA²,
MARGARITA GARRIGA¹ Y M. CARMEN VIDAL-CAROU²**

¹IRTA-Centro de Tecnología de la Carne.

Granja Camps i Armet s/n. 17121 Monells.

²Departamento de Nutrición y Bromatología.

Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona.

Avinguda Joan XXIII s/n. 08028 Barcelona.

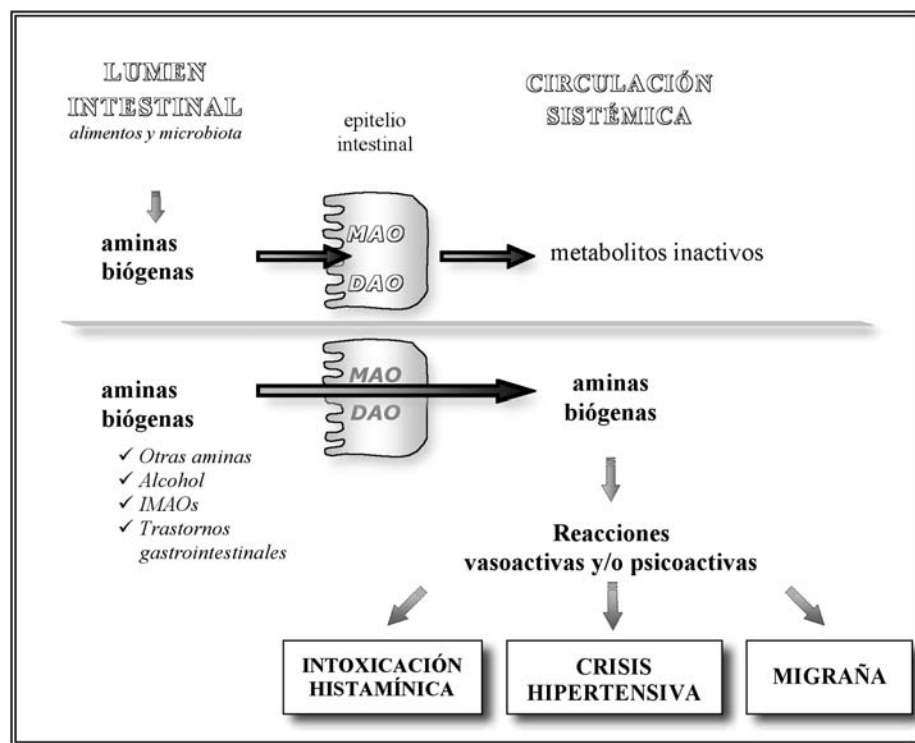
¿Qué son y cómo se forman las aminas biógenas?

Bajo el nombre de aminas biógenas (AB) se engloban diferentes sustancias que tienen en común la presencia de como mínimo un grupo amino, así como un

origen biológico y una actividad fisiológica en animales, plantas y microorganismos. Teniendo en cuenta esta amplia distribución, en general se distinguen dos grandes grupos de aminas biológicamente activas (Bardócz, 1995):

- Las "poliaminas naturales" que se forman durante los procesos metabólicos celulares de la mayoría de seres vivos, por lo que su presencia en los alimentos se considera de origen endógeno. En este grupo están las poliaminas espermina y espermidina, cuya ruta y regulación biosintética es bastante compleja, así como su precursora la putrescina.
- Las "aminas biógenas" propiamente dichas se forman por la acción de enzimas de origen microbiano (las descarboxilasas) a partir de aminoácidos precursores.

Figura 1. Efectos tóxicos de las aminas biógenas y factores potenciadores



En este grupo se incluyen aminas de estructura aromática como la histamina, la tiramina, la feniletilamina y la triptamina, que provienen de la descarboxilación de la histidina, tirosina, fenilalanina y triptofano. También se incluyen aquí aminas de estructura alifática como la putrescina, la cadaverina y la agmatina, pues también pueden ser producidas por microorganismos con capacidad para descarboxilar la lisina, la ornitina y la arginina, respectivamente.

Por tanto, además de la presencia endógena, debe considerarse la posibilidad de que las aminas biógenas de origen microbiano pueden acumularse durante la elaboración y/o almacenamiento de los alimentos. Se han descrito diversos grupos bacterianos como potencialmente formadores de AB. Aunque de una forma muy simplificada, las enterobacterias se asocian con la producción de cadaverina y/o histamina, mientras que la microbiota láctica (especialmente los enterococos) suele ser productora de tiramina.

No obstante, la capacidad para formar una o más aminas, así como la intensidad aminogénica varía ampliamente entre especies e incluso entre cepas bacterianas y, a su vez, puede modificarse según las condiciones

ambientales en las que éstas se desarrollen (Bover-Cid y col., 2001).

La participación combinada de diferentes tipos de microorganismos y sus posibles interacciones complica el poder establecer, de forma precisa, la responsabilidad de la biogénesis de las AB en los alimentos en general y en los productos cárnicos en particular.

¿Cuál es el interés del estudio de las aminas biógenas?

El principal interés del estudio de las AB en relación con los alimentos surgió en los años 60 a raíz de las crisis hipertensivas graves causadas por la interacción entre alimentos ricos en aminas (tiramina en queso) y los medicamentos inhibidores de la mono-aminooxidasa (IMAO), utilizados básicamente como antidepresivos. Desde entonces,

las AB como tiramina e histamina se han considerado microcomponentes de los alimentos, indeseables por su potencial efecto negativo sobre la salud del consumidor, y por tanto se han enmarcado en el ámbito de la seguridad alimentaria.

El organismo humano dispone de sistemas enzimáticos a nivel intestinal y hepático que, en circunstancias normales, degradan las AB ingeridas con los alimentos. Sin embargo, los efectos tóxicos pueden aparecer cuando estos sistemas se encuentran comprometidos por enfermedades gastrointestinales, defectos genéticos, presencia de factores potenciadores, como el alcohol o ciertos medicamentos, o bien por la ingesta de elevadas cantidades de AB que saturan los mecanismos de protección (**figura 1**). En estos casos particulares, las propiedades vasoactivas y psicoactivas de las AB aromáticas pueden desencadenar la aparición de trastornos como la intoxicación histamínica (tradicionalmente asociada a consumo de pescado con elevados contenidos de histamina), las crisis hipertensivas debido a la interacción entre alimentos (con tiramina y otras aminas aromáticas) y medicamentos IMAO, e incluso migrañas de origen alimentario desencadenadas por el consumo.

Tabla 1. Contenidos* (mg/kg) de aminas biógenas y poliaminas en productos cárnicos cocidos (mg/kg) del mercado español

	Tiramina	Histamina	Putrescina	Cadaverina	Espermidina	Espermina	Ref.
Jamón cocido							
n = 5	2,0 (0,5 - 6,0)	0,9 (0,3 - 3,9)	- -	- -	- -	- -	2
n = 20	1,0 (nd - 78,1)	0,0 (nd - 0,9)	0,0 (nd - 12)	0,4 (nd - 9,5)	2,1 (1,4 - 3,5)	21,4 (6,4 - 35,7)	1
Mortadela							
n = 11	5,3 (0,5 - 25,6)	1,5 (0,6 - 2,3)	-	-	-	-	2
n = 20	2,5 (nd - 67,0)	0,0 (nd - 4,8)	1,3 (nd - 5,7)	1,7 (4,3 - 28,8)	4,0 (1,0 - 8,9)	17,2 (7,6 - 32,2)	1
Butifarra catalana							
n = 2	83,5 (15,0 - 151,9)	0,6 (0,5 - 0,7)	-	-	-	-	2
n = 8	5,1 (4,0 - 22,0)	0,0 (nd - 1,8)	0,7 (nd - 3,7)	9,6 (nd - 40,0)	2,9 (1,2 - 5,3)	17,9 (12,5 - 25,8)	1

* Los valores indican promedio, en paréntesis el intervalo (mínimo- máximo); nd: no detectado.

Referencias: 1. Hernández-Jover y col. (1997); 2. Vidal-Carou y col. (1990).

Aun cuando estos trastornos están documentados, debemos puntualizar que aún no existe una verdadera caracterización del riesgo, lo que dificulta y limita en gran manera la posibilidad de establecer niveles máximos tolerables. Por los relativamente escasos y antiguos trabajos que se encuentran en la literatura sobre la toxicidad de las AB, no parece que éstas representen un problema realmente grave para la población general. Sin embargo, es sabido que existen individuos particularmente susceptibles como consecuencia de una marcada intolerancia a las AB de los alimentos (Bodmer y col., 1999).

Como riesgo adicional indirecto de algunas AB puede mencionarse su intervención en la formación de nitrosaminas potencialmente cancerígenas, especialmente en los productos cárnicos con nitratos y nitritos tratados térmicamente o ahumados. Sin embargo, las concentraciones de nitrosaminas en carne y productos cárnicos, excepto en el bacon, suelen ser bajas (Scanlan, 1995). Dado que son muy pocos los estudios sobre la posible relación entre el contenido de AB y la aparición de nitrosaminas, se hace difícil confirmar el verdadero riesgo de formación de las mismas a partir de las AB de los productos cárnicos.

Aunque la posible implicación toxicológica es la razón principal por la que tradicionalmente se justifica el interés del estudio de las AB en los alimentos, el enfoque multidisciplinar químico-microbiológico de las últimas décadas ha permitido dilucidar los factores clave en relación a su acumulación. Como metabolitos de origen

bacteriano, la significación de las AB desde el punto de vista higiénico-sanitario y tecnológico toma cada vez más importancia. Así, el interés del estudio de las AB en los alimentos se ha visto renovado en el contexto actual en el que se persigue la optimización del procesado de los alimentos para obtener la máxima calidad y seguridad.

Aminas biógenas en productos cárnicos: contenidos y significación

Las AB pueden encontrarse en una amplia variedad de alimentos, siendo principalmente los pescados y los quesos los productos más relacionados con la presencia de cantidades elevadas de AB: histamina y tiramina, respectivamente. Sin embargo, se ha prestado relativamente poca atención a los productos cárnicos a pesar de que existen datos que señalan que, en conjunto, pueden tener cantidades tanto o más importantes que los pescados o los quesos.

La carne fresca, por su alto contenido proteico y elevada actividad de agua, es un producto perecedero sobre el cual pueden desarrollarse una gran variedad de poblaciones microbianas potencialmente productoras de AB. Los productos cárnicos conforman un grupo muy heterogéneo en el que la presencia de AB, independientemente de las posibles implicaciones toxicológicas, adquiere diversas significaciones desde una perspectiva higiénico-sanitaria.

Tabla 2. Contenidos* (mg/kg) de aminas biógenas en productos cárnicos crudos-curados (mg/kg) del mercado español

		Tiramina	Histamina	Putrescina	Cadaverina	Ref.
Jamón curado	n = 9	2,5 (0,5 - 69,5)	6,6 (2,0 - 128,4)	-	-	1
	n = 23	0,7 (nd - 46,5)	0,8 (nd - 150,0)	2,3 (nd - 17,4)	2,1 (nd - 305,0)	2
Sobrasada	n = 3	44,5 (14,2 - 77,6)	5,5 (3,1 - 14,3)	-	-	1
	n = 7	332,1 (57,6 - 500,6)	9,0 (2,8 - 143,1)	65,2 (1,8 - 500,7)	12,6 (3,0 - 41,6)	2
Chorizo	n = 11	139,2 (67,7 - 509,2)	42,2 (1,8 - 248,6)	-	-	1
	n = 20	282,3 (29,2 - 626,8)	17,5 (nd - 314,3)	60,4 (2,6 - 415,6)	20,1 (nd - 658,1)	2
Salchichón	n = 19	136,7 (40,5 - 269,8)	5,3 (0,5 - 102,7)	-	-	1
	n = 22	280,5 (53,3 - 513,4)	7,3 (nd - 150,9)	102,7 (5,5 - 400,0)	11,7 (nd - 342,3)	2
	n = 19	109,9 (2,6 - 307,2)	4,2 (nd - 58,9)	86,0 (0,4 - 244,6)	7,9 (0,2 - 62,0)	3
Fuet	n = 11	190,7 (31,8 - 742,6)	2,2 (nd - 357,7)	71,6 (2,2 - 222,1)	18,9 (5,4 - 51,3)	2
	n = 23	103,2 (21,5 - 272,2)	1,8 (0,2 - 158,3)	34,36 (1,0 - 169,7)	8,1 (1,6 - 156,1)	3
Salami	n = 5	76,1 (2,2 - 102,4)	6,2 (3,5 - 11,5)	-	-	1

* Los valores indican promedio, en paréntesis el intervalo (mínimo - máximo); nd: no detectado.

Referencias: 1. Vidal-Carou y col. (1990); 2. Hernández-Jover y col. (1997); 3. Bover-Cid y col. (1999).

Productos frescos y cocidos

Por una parte, la carne, los productos frescos y los tratados térmicamente sólo deberían contener las poliaminas fisiológicas: espermidina y espermina. Las otras aminas no deberían estar presentes, o en todo caso, sólo en cantidades insignificantes. En efecto, excepto en casos muy concretos, los contenidos de AB en este tipo de productos son muy bajos (**tabla 1**).

La presencia de diaminas (cadaverina y putrescina) e histamina se relaciona con la alteración de la carne, ya que en general son producidas por enterobacterias y pseudomonas, que son también los principales agentes microbianos causantes del deterioro de la carne.

Precisamente las aminas biógenas se han sugerido como índice químico objetivo para la evaluación del estado higiénico de la carne. Estas AB son compuestos termoestables, no volátiles, que no desaparecen durante el tratamiento térmico de los productos cocidos.

Por ello, las AB también son útiles para valorar el estado higiénico de la materia prima utilizada para la elaboración de productos tratados térmicamente (Hernández-Jover y col., 1996).

Productos crudos-curados

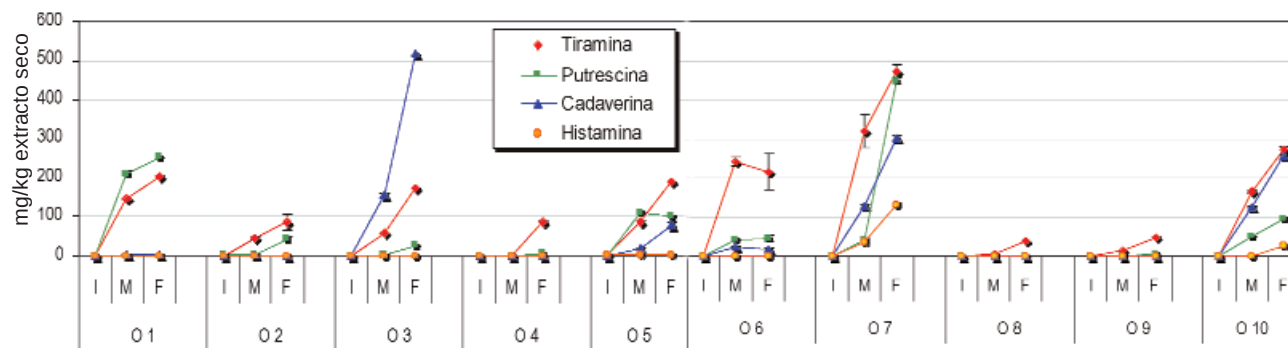
Los productos crudos-curados se someten a un proceso de fermentación y/o maduración, durante el cual el desarrollo y la actividad de una gran variedad de microorganismos (potencialmente aminogénicos), los fenómenos proteolíticos (que aumentan la disponibilidad de aminoácidos precursores) y una ligera acidificación, constituyen factores particularmente favorables para la formación de AB.

Ello explica que los niveles de aminas en este tipo de productos sean más elevados que en los productos frescos y cocidos (**tabla 2**).

Sin embargo, cabe considerar aparte los productos madurados a partir de piezas enteras (tipo jamón o lomo) en los que el crecimiento microbiano y la actividad aminogénica se encuentran fuertemente limitadas por las elevadas concentraciones de sal. En estos productos la significación de los contenidos de las diferentes AB podría equipararse a la de los productos cocidos.

Por otra parte, en los derivados fermentados, como el salchichón o el chorizo, la participación microbiana es mucho más importante y fundamental. En el marco

Figura 2. Formación y contenidos de aminas biógenas durante la elaboración de embutidos fermentados tradicionales en 10 obradores de Cataluña



Tiempos de muestreo: I, mezcla cárnica después de embutir; M: mitad del proceso, F: final del proceso.

de un proyecto europeo (Tradisausage QLK1-CT-2002-02240) que finaliza este año, en el que se pretende evaluar la seguridad y calidad higiénica de los embutidos de elaboración artesanal para proponer soluciones y mejoras sin afectar su calidad sensorial, se ha estudiado la aminogénesis durante la elaboración de los productos de 10 pequeños obradores de Cataluña (Garriga y col. 2005). En la **figura 2** se resumen los resultados obtenidos. Los contenidos de AB al inicio del proceso fueron insignificantes, pero se acumularon de forma considerable en todos los productos estudiados. En general la tiramina fue la amina de acumulación más temprana y mayoritaria, asociada a la actividad tirosina-descarboxilasa de algunas bacterias del ácido láctico. Sin embargo en algunos casos, los contenidos finales de putrescina o cadaverina igualaron o incluso superaron a los de tiramina, lo que pudo relacionarse con elevados recuentos de enterobacterias en las etapas iniciales de elaboración, como también se ha descrito en productos de elaboración industrial. Por el contrario, la histamina y otras aminas aromáticas, como la feniletilamina o la triptamina, fueron aminas minoritarias detectadas en los productos que también presentaron elevadas concentraciones de tiramina y diaminas.

La distribución de AB en embutidos fermentados se caracteriza por su amplia variabilidad cuali- y cuantitativa, tanto entre las distintas variedades de productos, entre fabricantes, como incluso entre distintos lotes de producción de un mismo producto y fabricante. Esta variabilidad se debe a los numerosos factores que determinan tanto la presencia de microorganismos potencialmente aminogénicos como su actividad enzimática durante la elaboración de los productos. Entre ellas, cabe destacar las condiciones higiénicas, pero también

ciertos factores tecnológicos (pre-maduración, formulación, temperatura, etc.), así como las condiciones de post-producción que incluyen el envasado, transporte y almacenamiento.

¿Cómo se puede controlar la acumulación de aminas biógenas en los productos cárnicos?

Con el fin de disminuir, o evitar en la medida que sea posible, la presencia de AB en los productos cárnicos, es fundamental adoptar medidas centradas en el mantenimiento y vigilancia de la higiene de las plantas de producción.

Desde la manipulación de las canales, los productos intermedios hasta los productos acabados, debe realizarse en condiciones óptimas de higiene para evitar contaminaciones con microorganismos potencialmente aminogénicos.

Al igual que el crecimiento microbiano, la descarboxilación de aminoácidos se encuentra reducida a temperaturas bajas, por lo que otra importante medida de control se basa en el mantenimiento de la cadena del frío.

En embutidos fermentados, la presencia de AB se ha llegado a considerar como una característica inherente al proceso de elaboración.

No obstante, aunque no es muy habitual, existen productos con niveles prácticamente insignificantes de AB. Por lo tanto, parece factible la aplicación de estrategias tecnológicas adecuadas que favorezcan el crecimiento de comunidades microbianas idóneas para el desarrollo de las características sensoriales requeridas, evitando, al mismo tiempo la formación de AB.

Obviamente, las condiciones higiénicas de la carne e ingredientes utilizados es fundamental para reducir la presencia de microorganismos aminogénicos. Es importante también controlar el proceso de fermentación mediante la optimización de parámetros tecnológicos (formulación, temperatura, etc.) que favorezca el desarrollo de la microbiota deseable e inhiba rápidamente la contaminante.

La microbiota fermentativa espontánea puede ser aminogénica, por lo que la aplicación de cultivos iniciadores debidamente seleccionados (competitivos y sin capacidad aminoácido-decarboxilasa) es una de las medidas más útiles y eficaces para reducir la acumulación de AB en productos cárnicos fermentados (Bover-Cid y col., 2000).

Consideraciones finales

Las AB en los alimentos en general, y en los productos cárnicos en particular, deben enmarcarse en el contexto actual de la seguridad y calidad alimentarias. En principio podemos aceptar que las AB de los productos cárnicos representan una preocupación menor para la población general, especialmente en comparación con los actuales problemas relacionados con los patógenos emergentes. Sin embargo, como apuntaban Bodmer y col. (1999) la existencia de población susceptible a sufrir intolerancias alimentarias relacionadas con las AB, justifica el reto de la industria alimentaria de elaborar productos con niveles de AB lo más bajos posible.

Actualmente, al clásico interés toxicológico debe sumarse además la significación de las AB como metabolitos de origen bacteriano que pueden ser utilizados como indicadores de calidad higiénica, tanto de las materias primas como de las condiciones de procesado. En este sentido, la ausencia de AB podría ser argumentada como un atributo de calidad en relación a unas óptimas prácticas de fabricación y mejora en el proceso de elaboración.

Por el momento, sólo se han establecido límites legislados para histamina en algunos pescados y derivados (Directiva 91/439/CEE) y, en algunos países, existen recomendaciones sobre niveles máximos tolerables de histamina en vinos (Veciana-Nogués y Vidal-Carou, 2000). Por el contrario, no se han señalado, por el momento, máximos para ninguna AB en carne y productos cárnicos.

Sin embargo, recogiendo las tendencias actuales de intentar reducir los riesgos al máximo y prestigiar los productos de calidad, las AB han dejado de ser sólo una cuestión de seguridad para representar un valor añadido de calidad del producto y de confianza en el productor.

Bibliografía

- **Bardócz, S.** 1995. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci Tech* 6 (10): 341-346.
- **Bodmer, S; Imark, C; Kneubuhl, M.** 1999. Biogenic amines in foods: Histamine and food processing. *Inflammation Research* 48 (6): 296-300.
- **Bover-Cid, S; Schoppen, S; Izquierdo-Pulido, M; Vidal-Carou, MC.** 1999. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. *Meat Science* 51 (4): 305-311
- **Bover-Cid, S; Hugas, M; Izquierdo-Pulido, M; Vidal-Carou, MC.** 2001. Amino acid-decarboxylase activity of bacteria isolated from fermented pork sausages. *International Journal of Food Microbiology* 66 (3): 185-189.
- **Bover-Cid, S; Hugas, M; Izquierdo-Pulido, M; Vidal-Carou, MC.** 2000. Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid-decarboxylase starter culture for fermentation of fuet sausages. *Journal of Food Protection* 63 (2): 237-243.
- **Directiva 91/439/CEE** (1991). Directive of July 22, 1991, concerning the normative for production and merchandising of fishery products (91/439/CEE). *Diario Oficial de la Comunidades Europeas*, L286: 15-34.
- **Garriga, M; Fadda, S; Aymerich, T.** 2005. Aplicación de una ficha de buenas prácticas de fabricación en fábricas de embutidos tradicionales para valorar el status higiénico de sus instalaciones y productos. *EUROCARNE* 133: 183-188.
- **Hernández-Jover, T; Izquierdo-Pulido, M; Veciana-Nogués, MT; Mariné-Font, A; Vidal-Carou, MC.** 1997. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (6): 2098-2102.
- **Hernández-Jover, T; Izquierdo-Pulido, M; Veciana-Nogués, MT; Vidal-Carou, MC.** 1996. Biogenic amine sources in cooked cured shoulder pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44 (10): 3097-3101.
- **Scanlan, R.** 1995. Volatile nitrosamines in foods – an update. En: Charalambous, G (Ed) *Food flavors: generation, analysis and process influence*. Elsevier Science BV pp: 685-704.
- **Veciana-Nogués, MT; Vidal-Carou, MC.** 2000. Dieta restrictiva en histamina. En: Salas-Salvador, J; Bonada-Santjaume, A; Trallero-Casañes, R.; Saló-Solà, E. (Ed) *Nutrición y Dietética Clínica*. Editorial Doyma, SL. Barcelona. Capítulo 46, pp: 405-408.
- **Vidal-Carou MC, Izquierdo-Pulido M, Martín-Morro MC, Mariné-Font A.** Histamine and tyramine in meat products: relationship with meat spoilage. *Food Chemistry* 1990; 37: 239-249. ■